ISSN: 0975-833X

Available online at http://www.journalcra.com

International Journal of Current Research
Vol. 7, Issue, 06, pp. 17322-17326, June 2015

INTERNATIONAL JOURNAL OF CURRENT RESEARCH

RESEARCH ARTICLE

TRAVEL WEB PLANNER: INTELLIGENT SYSTEM TO ORGANIZE TOUR FOR TRAVELLERS BASED ON HEURISTIC NETWORK APPROACH

***Hamid Sadeq Mahdi**

Department of Computer Science, University of Diyala, Basic Education College, Iraq

ARTICLE INFO

Article History:
Received 26th March, 2015
Received in revised form
12th April, 2015
Accepted 29th May, 2015
Published online 30th June, 2015

Key words:

Hamiltonian Cycle,
Heuristic Methods,
Optimal Methods,
Traveling Salesman Problem.

ABSTRACT

It seems cleverer to look into any TSP first by learning from its historical background in order to grab the fundamentals of the task usually required in such kind of exercises. TSP problems are described shortly as easy model to understand but actually hard in solving process. Thus, simply remember that TSP under the category of [problem having more to do with the called hard-problems; they are non-polynomial based problems (i.e. No polynomial time algorithms known) in most cases. In fact, TSP initially (1800-1832) did not involve math concepts. However, despite the scarcity of direct algorithms for such TSP situations, there are still ways to solve the problem of course not to its exact required solutions but, to the (nearer/most) acceptable level. This solving process is about finding some approximation methods and the solution series labelled optimization, which are both more subject to human understanding than the machines' one, hence the need for heuristic decision in regular and hard problems. Therefore, the papers review in this article is about analysing through TSP exploration, the general algorithms or standard methods, then attempting to classify the use of each relatively to TSP domains of application, mainly based on the research literatures.

Copyright © 2015 Hamid Sadeq Mahdi. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Hamid Sadeq Mahdi, 2015. "Travel web planner: intelligent system to organize tour for travellers based on heuristic network approach", *International Journal of Current Research*, 7, (6), 17322-17326.

INTRODUCTION

In domains of computer science and mathematics TSPs (The Traveling salesperson problems) are well-known for their important applications in real-life problems (e.g. Transport/traffic managements). They are said to be easier to understand than to solve (Richard *et al*., 2009), (Chetan Chauhan *et al*., 2012). Despite the hardness of their solutions procedure, some various methods are defined for some such situations by application some mathematical techniques and specific algorithms. But, most extreme cases need human particular understanding and interpretation (i.e. Heuristic analysis) in order to get to better acceptable solutions (Richard *et al*., 2009), (Chetan Chauhan *et al*., 2012). Up to recent decades many businesses and industries people got rocked by the economy crisis before getting to know how much important a good transport management could greatly help the situation (Fausto Pedro García Márquez and Marta Ramos Martín Nieto, 2013).

Corresponding author: Hamid Sadeq Mahdi,
Department of Computer Science, University of Diyala, Basic Education College, Iraq.

TSP Brief Presentation

What about TSP? What Problem in TSP?

A TSP issue is about finding on a region (or travel system) routes' map the location of a service requesters along with the proper order of possibly visiting all of them. And that is all as the basic problem of TSP Richard *et al*., 2009; Chetan Chauhan *et al*., 2012; Papadimitriou and Steiglitz, 1978; Fausto Pedro García Márquez and Marta Ramos Martín Nieto, 2013).

TSP Concerns

Finding out a shorter path for all above mentioned visits but, the entirely visited distance bearing minimum costs is the main objective in TSP. In addition to searching for a solution with cheapest of costs, any of each location must be visited only once (with the start and the ending point being the same) (Fausto Pedro García Márquez and Marta Ramos Martín Nieto, 2013). Obtaining optimal solutions is often not enough especially in the case of hard-NP or difficult problem with respect to a required solution quality.

Therefore, the expected effective and efficient solution here will be ensured through heuristic methods Papadimitriou and Steiglitz, 1978 (Fausto Pedro García Márquez and Marta Ramos Martín Nieto, 2013).

TSP Basic Elements

Though much information enters into consideration throughout problem and solution formulation, these are at the bottom line. These are for instance: location/city/site to visit or host of services; customer-location or visit point; beginning-point (visit orientation) and ending-point (Visits distance). Based on either solving method, additional details will be added to these for better understanding and interpretation of the solution in preparation process.

Heuristics Importance in TSP Solving Process

Heuristic method/technique refers to the one helping to learn, guiding in investigation, rather than blindly or merely applying either some formulae or algorithms (where computation is required) to get solve a problem. Conceptually, heuristic approach has to do with the maths science philosophy of solving problems by discovery on the ways and not merely applying available rules/formulae. Similarly, in computer sciences, this will have to do with using a fundamental rule in problems solving but, not necessary in full use of recommended algorithms (http://www.thefreedictionary.com/ heuristic). All these are what to think of heuristic approach in such intelligent system design; otherwise, human great sense of reasoning remains and dominate in real-time processing the main tools of decision Here are some facts on the background of Heuristics importance for contribution into TSP solving. Researchers have brought many efforts in facilitating the existing a new methods of finding solutions to TSP. Because of undeniable potentials of mathematical and computer methods for modelling, it is then normal that these tools have experienced some limitations in fairly responding to TSP falling into the category of non-deterministic cases (i.e. very difficult problems), which is an issue since several decades ago. For instance (Daniel *et al.*, 1977)'s authors developed a multiple TSP (as network model which demonstrate) about such limitation under conventional method with which the case could not be solvable, if kept in the context of the original problem. And their claim ranks among many others (Fausto Pedro García Márquez and Marta Ramos Martín Nieto, 2013). In (Alberto Garcia-Diaz, 2006) work, it is about the availability of many polynomial time algorithms known as good, but unfortunately limited in producing optimal solutions in TSP. Anyhow, it is also important that under heuristics principles, decisions and choices for problem solving must seek to meet user particular interest while considering various parameters and constraints to the case (Damianos Gavalas *et al.*, 2013; Rina Dechter, 1998); in the meantime, one must also be aware that heuristic techniques are classified as non-exact methods group Chetan Chauhan *et al.*, 2012. This simply implies that unlike computers, they are vulnerable to mistakes like any human acts. But, the potential of selecting, applying and controlling knowledge in complicated problems solving make human expertise beyond that of any man made intelligent system (Rina Dechter, 1998).

MATERIALS AND METHODS

Algorithms or standard methods

Thanks to Chetan Chauhan *et al.*, 2012 authors for one of recent survey produced on some common TSP solving methods. Their review focused mainly on screening out cases for which heuristics have failed to stand for the best as much believed in some other studies. This article under this subsection attempts to briefly discuss about TSP standard or commonly used algorithms, with a bias view on heuristics. Moreover, in the next section, some related TSP solving methods are also introduced, to further verify the position of heuristics and the role played in handling difficult TSP.

Difficult Problem in TSP Research

The theory of complexity showing TSP as being under the called NP-complete problems or simply difficult problems' group is mentioned in Papadimitriou and Steiglitz, 1978. It also conducted a study on symmetric TSP ended with an optimal solution but that could not be improved merely with some changes in k-edges—a situation's view supported in related works in the same article. Otherwise, that is another reality about local search algorithms with polynomial time complexity per iteration, bringing about approximation impossibility for such TSP solving progress (Unless P=NP) Richard *et al.*, 2009; Chetan Chauhan *et al.*, 2012Papadimitriou and Steiglitz, 1978.

A summary for general definition of difficult TSP is in Papadimitriou and Steiglitz, 1978 as follow.

- Suppose an instance having a very large number of local optima with respect to some neighbourhood structure N, and a unique global optimum. This is a difficult instance with respect to local search using N.
- Another case: TSP with k-change search for large values of k (e.g., k comparable to n), is a difficult instance for local search algorithms in general.
- Due to its applicability under other study fields made possible by researchers, TSP get harder to solve that its mere formulation. Some of obvious reasons are the problem inputs difference, their interpretation to the TSP standard and solution model. Hence, heuristic approach importance in providing the appropriate alternative to get ahead a given problem.

TSP Common Algorithms Standards

2.3.1 Brief Review on TSP Solving using Heuristic Method
Many important studies have discussed about heuristic algorithms applicable in TSP, which are able to produce TSP solutions nearer to optimal in distance and costs expectation (Richard *et al.*, 2009) Chetan Chauhan *et al.*, 2012Papadimitriou and Steiglitz, 1978(Fausto Pedro García Márquez and Marta Ramos Martín Nieto, 2013). Since past decades to nowadays, TSP helped modelling and solving various managements based problems such as in routing, facility location, tasks scheduling, travel/shipment, network design issues and many more in different science fields.

And according to (Fausto Pedro García Márquez and Marta Ramos Martín Nieto, 2013), article like Bellmore and Nemhauser (1968), Bodin (1975), Golden *et al*. (1975), Gillett and Miller (1974), and Turner *et al.* (1974) are among the great examples which provide useful literature reviews for TSP.

Example of Algorithms for TSP Solving

Hamiltonian Cycle into TSP Solving Method

Based on principle similarity, circuit or Hamiltonian cycle along the edges of a dodecahedron finding process can be seen as the original/basic algorithm of TSP, and it is originated from Icosian game—i.e. a game invented (1859) by Sir William Hamilton (Figures '1' and '2'). And that game required solution is the today's TSP basic solution —i.e. obtaining a Hamiltonian circuit or a path with every vertex visited only once, no edge can be revisited, and the ending and the starting points are the same Chetan Chauhan *et al*., 2012.



Figure 1. Icosian Game

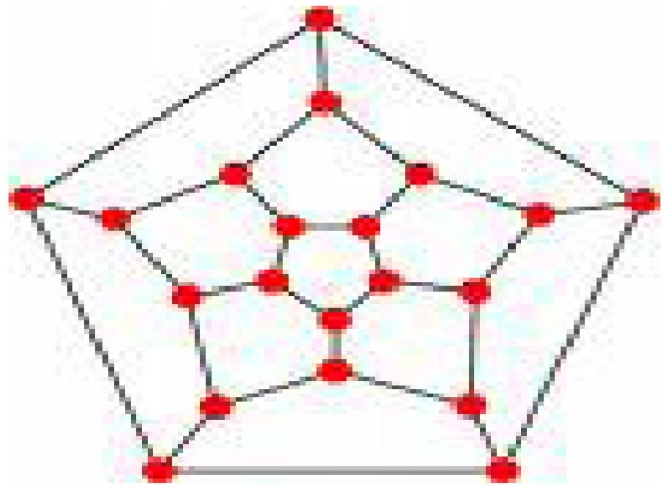


Figure 2. Dodecahedron

A clearer form for TSP was developed by 1930 by the mathematician Karl Menger, the father of brute-force algorithm and nearest neighbour heuristic. And based on this source, many people have contributed in improving TSP solving fundamental algorithm. However, almost each new improvement algorithm received its contributor name(s) and an illustrative phrase (e.g. Richard M. Karp (1972) with NP-Complete for Hamiltonian cycle; Lin and Kernighan (1973) with "Lin-Kernighan" algorithm; Bentley (1990) with the k-D tree; Lin-Kernighan heuristic algorithm (1998), called (LKH), etc.,). Overall, the pluralism of TSP solving algorithms has occurred as a reason of many attempts with different concepts even under same problems category. These are few dire about TSP solving algorithm by contributors, which in turn make up another source of TSP solving complexity. Therefore, there is a permanent need for consensus on divergent views with respect to especially difficult problems whenever alternative method is available.

ANALYSIS OF TSP SOLVING METHODS STANDARD

At Beginning

TSP (since 1950) is as old as other applied math then computers problems under Combinatorial Optimization model Chetan Chauhan *et al*., 2012. Its various solving techniques/methods have remained theoretical but, they have rendered its concept background interesting and applicable into other problems with general principle and acceptable for Discrete Optimization Problems Chetan Chauhan *et al*., 2012.

Problem Solving Basic Modelling (Formulation)

The TSP basis model consists of number (n) of cities (V) geometrically represented by a given E edge-weighted graph G, whose vertices are (V) such as,

- G = (V, E) and V is a set of n=|*V*| cities to visit*;*
- E $\subseteq$ (V*V) is a set of directed edges linking each couple of cities at (i,j) $\in$ E, with endpoints (i≠j), i $\in$ V_1 and j $\in$ V_2 such as the two cites have d_{ij} distance parameter,

Then, for each V (i,j) in the graph: TSP is either asymmetric or symmetric, meaning:

- TSP Symmetric ↔ dij=dji –i.e. any direction from which to visiting either (i) or (j) does not matter (but, yes in opposite case)
- Else, TSP Asymmetric ↔ dij≠dji –i.e. direction does matter in starting point of visits

Hence, once these conditions hold together, TSF solution can be determined using either credible method. Thus, for Chetan Chauhan *et al*., 2012 an optimal solution can be obtained in finding f(π) minimum distance through permutation π of nodes (i.e. n=|V| nodes or vertices/point referring to as cities).

Therefore, for node indices {1…, n} the path distance f(π) minimal is derived from:

$$f(\pi) = \sum_{i=1}^{n-1} d_{\pi(i)\pi(i+1)} + d_{\pi(n)\pi(1)}$$

TSP Solution Main Concern

In TSP solving process, the following three principles are very important. First is to determine the called Hamiltonian minimum length Richard *et al*., 2009; Richard *et al*., 2009; Chetan Chauhan *et al*., 2012; Papadimitriou and Steiglitz, 1978; http://en.wikipedia.org/ wiki/ Travelling_salesman_ problem, ? -- i.e. the trip closed shortest-road going only once through n nodes /cities, with less costs. Next is to find TSP optimal solution by permutation π of node indices (n). And finally, heuristic algorithm is the alternative for more difficult problems in general.

TSP Common Solving Methods

They are categorized as exact and non-exact solving techniques Chetan Chauhan *et al*., 2012; many being used like a standard method for similar problems over time.

The first group -- comprises basically of

- Linear Programming based techniques (e.g. Cutting Plane, Interior Point, Branch-and-Bound and Branch-and-Cut).
- Branch and Bound method: -lists-down every possible solutions and breaks TSP into small sets, proven efficient for network of about 60 nodes
- Cutting Plane: - applicable to all problems; uses linear programming relaxation at iterations start.
- Branch and Cut: - useful in for TSP with huge of instances
- Dynamic Programming based techniques—method involving *efficiently recurrences computations whose results are results and re-using them when needed.*
- Brute-force method—a turbo solver, as it can fit for any problem and produce the two basic required answers elements.
- Whereas the second category consists of a group of three namely: approximation, heuristics and a group of algorithms combining both approximate solutions and large running-times cases.

Heuristic method based tsp solving

Travel Based TSP Study and Analysis

In typical travel design based TSP, getting to know the participants' desires and the interesting sites/locations/cities they may like to visit – these are the primitive details of the travel network designer. However, such travel particular concerns are about determining the above inputs in a way that they can closely meet the visitors' likes at preferential costs and maximum satisfaction (Takashi Hasuike *et al*., 2014). All possible obstacles, difficulties (e.g. spatial, climatic, environmental, and social) and constraints (e.g. finance, time, logistic, gastronomic, health, and security) are other important considerations making up a tour complete costs and thus its feasibility Chetan Chauhan *et al*., 2012 (Fausto Pedro García Márquez and Marta Ramos Martín Nieto, 2013; Damianos Gavalas *et al*., 2013; Hülya Demez, 2013.

TSP Solving Techniques Category

Heuristic algorithms, based on Chetan Chauhan *et al*., 2012, fall under the category called "non-exact solvers". The other techniques group mates are "approximation algorithms" – i.e. TSP Solving Traditional Methods (MST based algorithm, mixed MST and Minimum Matching Problem/MMP); and a "fascinating algorithms" set (e.g. Simulated Annealing, Genetic Algorithms, Ant-Colony Algorithms and some machine learning algorithms (e.g. Neural Networks). However, heuristic algorithms produce only feasible solutions (i.e. free from too many theoretical outcomes). Two kinds to distinguish: simple tour-construction based algorithm (e.g. Nearest Neighbour, Clarke-Wright and Multiple Fragment1) and complicated tour improving algorithms based methods (e.g. Tabu Search and Lin-Kernighan).

Heuristic Methods

Here is (Table 1) a list of method's examples Chetan Chauhan *et al*., 2012(Fausto Pedro García Márquez and Marta Ramos Martín Nieto, 2013) with indications for articles (examples) in which relevant discussion can be found (Fausto Pedro García Márquez and Marta Ramos Martín Nieto, 2013).

Table 1. Example of Heuristic Methods

Heuristic Methods	Sources
Branch-and-bound	Finke *et al.* (1984); Little *et al.* (1989); Balas and Toth (1985); Miller and Pekny (1989)
2-opt	Lin and Kernighan (1973); Bianchessi and Righini (2007); Gendreau et *al.* (1999); Potvin *et al.* (1996); Tarantilis (2005); Tarantilis and Kiranoudis (2007); Verhoeven *et al.* (1995)
Insertion	Breedam (2001); Chao (2002); Daniels *et al.* (1998); Lau *et al.* (2003); Nanry and Barnes (2000)
Neural network	Shirrish *et al.* (1993); Burke (1994)
Simulated annealing	Kirkpatrick *et al.* (1985); Malek *et al.* (1989); Osman (1993)
Tabu search	Glover (1990); Gendreau *et al.* (1996); Gendreau *et al.* (1998); Ahr and Reinelt (2006); Augerat et *al.* (1998); Badeau *et al.* (1997); Brandao and Mercer (1997); Barbarosoglu and Ozgur (1999); Garcia et *al.* (1994); Semet and Taillard (1993); Hertz *et al.* (2000); Montane and Galvao (2006); Scheuerer (2006)
Exact methods	Carpaneto and Toth (1980); Fischetti and Toth (1989); Gouveia and Pires (1999); Lysgaard (1999); Wong (1980)
Genetic Algorithm	Gen and Cheng (1997); Potvin (1996); Moon *et al.* (2002)

Issues in TSP Solving

TSP Iteration and Solution Particular Principle

Based on the literatures general rules and regardless of TSP two main categories (i.e. regular or hard-NP /difficult cases), any TSP requires visiting each of v-cities only once with the last trip returning at origin city (V_1). And under this condition, the optimal solution is satisfactory with the trip shortest-distance, and the lowest-costs. Hence, these two criteria are the bottom line in TSP solving process. Furthermore, because, there are no (unique) algorithms for solving all TSP cases, heuristics concepts are likely to always be the best of reasoning references Richard *et al*., 2009; www.csd.uoc.gr/~hy583/ papers/ch11.pdf; Richard *et al*., 2009. When and where all trustfully existing techniques have collapsed failed. As bias view, that is simply due to human higher level in decisions

(appreciation) than any from the robots (computer systems in general).

Optimal versus Heuristics Solutions/Method

There are many valuable reasons Chetan Chauhan *et al*., 2012; Papadimitriou and Steiglitz, 1978; Fausto Pedro García Márquez and Marta Ramos Martín Nieto, 2013) to choose specific techniques.

- The suitability with the type of problems including the frequency in practice can be the general rule of thumb. But what justification beyond this?
- The numerous existing optimal based algorithm as presented in Chetan Chauhan *et al*., 2012 and discussed here in "2.2.2" required a good knowledge of existing algorithms and a good understanding of TSP in hand in order to pick up the right solving method.
- Another inherent cause is the extension of TSP concept for application with other problem of general principle. For, it arguable to agree on a reasonable number of visiting locations in ordinary travel system problem. But, under real-life application (e.g. mail distribution. Product distribution, assembling managements, etc.,), the number (n) theoretically grow too high up and turn down the efficiency of well-known algorithms learnt from similar problem. Therefore, heuristic can allow drawn a fair conclusion when facing such cases.
- As particular remark, Heuristically referring to TSP solving main principles, distance (or shortest-path) may not the best of consideration if only in terms of its cost (though direct path is known a minimizing cost), but instead for significant shipment (i.e. true sign of service effectiveness) involved (Fausto Pedro García Márquez and Marta Ramos Martín Nieto, 2013).

General conclusions

This review attempted initially to go through some selected articles for TSP general rules and especially those about problems solving methods. The lessons from those sources have provided some good insights in understanding and differentiating between optimal and heuristics methods. In concluding points, here some consideration for motivation to learners and researchers interested in TSP based studies in general and in particular on intelligent systems design for a tour activity management using heuristic methods. And for TSP solving, few recalls about heuristics usefulness were reported in introduction of this review. They were more a reminder; the other sections have also proved that one must develop an interest on heuristic based algorithms and their development for better handling of TSP difficult problems.

REFERENCES

Alberto Garcia-Diaz, 2006. *A Heuristic Circulation-Network Approach to Solve the Multi-Traveling Salesman Problem*; Wiley Periodicals, Inc., DOI: 10.1002/net.3230150407; Article first published online: 11 Oct. 2006; Copyright © 1985 Wiley Periodicals, Inc., A Wiley Company.

Chapter 10 The Traveling Salesman Problem; Lecture [*www.csd.uoc.gr/~hy583/papers/ch11.pdf*]

Chetan Chauhan, Ravindra Gupta and Kshitij Pathak, 2012. *Survey of Methods of Solving TSP along with its Implementation using Dynamic Programming Approach*; *International Journal of Computer Applications*, (0975 – 8887), Volume 52– No.4, August 20

Damianos Gavalas, Charalampos Konstantopoulos, Konstantinos Mastakas and Grammati Pantziou, 2013 *A Survey on Algorithmic Approaches for Solving Tourist Trip Design Problems;* EU FP7/2007-2013 (DG CONNECT.H5-Smart Cities and Sustainability), under grant agreement no. 288094 (project eCOMPASS).

Daniel, J., Rosenkrantz, Richard, E., Stearns and Philip M. Lewis Ii, 1977. *An Analysis of Several Heuristics for the Traveling Salesman Problem; Proceedings of the IEEE Fifteenth Annual Symposium on Switching and Automata Theory, 1974, under the title approximate algorithms for the traveling salesperson problem*; SIAM J. COMPUT. Vol. 6, No. 3; 1977

Fausto Pedro García Márquez and Marta Ramos Martín Nieto, 2013. *Heuristic Approaches for a Dual Optimization Problem*; "Engineering Management", *book edited by Fausto Pedro García Márquez and Benjamin Lev, ISBN 978-953-51-1037-8, Published: March 6, 2013 under CC BY 3.0 license. © The Author(s); DOI: 10.5772/54496*

Fred Glover and Harvey J. Greenberg, 1989. *New approaches for heuristic search: A bilateral linkage with artificial Intelligence*; European Journal of Operational Research 39 (1989) 119-130; 0377-2217/89/$3.50; 1989, Elsevier Science Publishers B.V.

Hifza Afaq and Sanjay Saini 2011. *On the Solutions to the Travelling Salesman Problem using Nature Inspired Computing Techniques*; IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 8, Issue 4, No 2, July 2011, ISSN (online): 169414

Hülya Demez, 2013. *Combinatorial Optimization: Solution Methods of Traveling Salesman Problem*, Thesis.

Papadimitriou, C. H. and Steiglitz, K. 1978. *Some Examples of Difficult Traveling Salesman Problems,* Operations Research 0030-364X/78/2603-0434 $01.25; Vol. 26, No.3; ©1978 Operations Research Society of America. *Traveling Salesman problems* [http://en.wikipedia.org/wiki/Travelling_ salesman_problem]

Richard, E. Ladner and Shani Jayant, 2009. *Chapter 6 Travelling Salesman Problem*, Lecture, University of Washington *[courses.cs.washington.edu/.../csep521/09au/]*

Richard, E., Ladner and Shani Jayant, 2009. *CSEP 521- Applied Algorithms NP-hardness N P*; *CSEP 521- Applied Algorithms* ... Skiena; Lectures; University of Washington; *[courses.cs.washington.edu/.../csep521/.../np1.p.. [courses.cs.washington.edu/.../csep521/09au/];*

Rina Dechter, 1998. *Network-based Heuristic Constraint Satisfaction*, Artificial Intelligence 34 (1998) 1-38 004-3702/88/$3.50© 1998 Elsevier Science Publishers B.V. (North Holland).

Takashi Hasuike, IAENG, Hideki Katagiri, IAENG, Hiroe Tsubaki, and Hiroshi Tsuda. 2014. *Sightseeing Route Planning Responding Various Conditions with Fuzzy Random Satisfactions Dependent on Tourist's Tiredness;* Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists -- IMECS 2014, Vol II, ISBN: 978-988-19253-3-6The Free-dictionary [http://www.thefreedictionary.com/heuristic]

****

Available Online at www.ijcsmc.com

International Journal of Computer Science and Mobile Computing

A Monthly Journal of Computer Science and Information Technology

ISSN 2320–088X

IJCSMC, Vol. 4, Issue. 5, May 2015, pg.859 – 870

REVIEW ARTICLE

Protecting Digital Images by Wavelet Based Watermarking Method in Network Environment – Articles Review

HAMID SADEQ MAHDI

University of Diyala / Basic Education College / Computer Science Department, Iraq

hamidalsultani81@gmail.com

ABSTRACT

Contemporary networks environment has become and will be more multimedia based data communications. The growing popularity of this new trend of internetworking communications data goes along with the need for protection of transmitted data. Many methods are developed to deal with this issue, typically about copyright protected security, digital image, audio and video products concerns (e.g. control of copies pirating, illegal broadcast use, sales) [1][4]. And since past years, digital watermarking (DWM) is one of the most used of such data protection security methods. Protecting digital images by wavelet based watermarking is the aim for this papers review. It presents an analysis on common watermarking schemes for Digital images protection in network environment. The paper closes up after discussing also about the DWM applications, core properties and the concept of best in DWM.

Keywords:

Network environment, wavelet, digital images/signals, watermarking, communications, geometric, copyrights, security, Transform spatial, frequency domain, DWL, WM

1. INTRODUCTION

Networking computers system has rendered fast, easier and cheap the communications data. However, multimedia based communications data (e.g. digital data –i.e. video, voice/audio and images) are still posing significant challenges to networks despite the advancement of technologies for their production (i.e. digitized format, compression, and tech-convergence). Such challenges are in matters of copyright protected security questions; because they get disclosed in transmission throughout the network communication environments [1][2][4]. However, to solve for raised issues, some techniques have been developed and are usually implemented under appropriate schemes, depending on the method. And watermarking or digital water marking (DWM – as short form throughout this review) is one the most applied scheme and will be here the focus of discussions

This article's sections are intended to explore in three stages the process of protecting digital images by wavelet based watermarking in network environment. First is introduced an overview of digital watermarking as a process for digital protection; and finally some application/implementation methods. The overall sections will

© 2015, IJCSMC All Rights Reserved

close up with an attempt of presenting the efficiency of each DWM method, including the notion best of schemes, techniques/ methods.

1.1 Background and WM Importance

Historically, the need for DWM goes back to the implementation on the networks of multimedia data improved design quality (e.g. digital media --audio and videos) of which copyright security was then threatened of corrupt [1] [17]. And considerable efforts for protecting transmitted data over networks have emerged since several years ago with the oldest and one of the popular solutions for this purpose – cryptography [1] [5] especially for multimedia data by 1990s. But, this security method, was less affordable to every users due to additional costs (hardware & necessary software), including its unavoidable vulnerability after decryption [1][2], which happened to be a significant limitations with modern media development. However, digital information age has only much improved greatly both the information quality and it transmission process (i.e. Speed). Yet, its features were and are making it easier copying, duplicating, pirating with untraceable manipulations: all these became a threat and bitter challenge to legally preserve the right of ownership [1].

1.1.1 Concepts & Principle Of DWM

Literally, DWM refers to the process of caching, sinking details of a digitized information (e.g. audio/visual information, pictures) inside the same signal carrying that information [1][4]. According to [1], for need in audio, video and unanimated pictures' authentication and copyright protection, and digital watermarks technique has been developed as a solution. It consists of planting this technology inside a digital material (e.g. for an image, audio sequence or video frame: a piece of itself) having the intelligence of detecting any user's attempts of manipulation [1][2][4] [17]. One can figure out that the process works somehow like in a document's electronic text protected from modification, whereby a refusal message pops up, or related warning signal anytime an editing process is being signalled through the word processor.

1.1.2 Watermarking (WM) Concept

Technically, the DWM principle is learned or borrowed from steganography. For, either technique refers to a process of keeping information by hiding its details inside the cover of the data [1].

1.2 WAVELET BASED WATERMARKING PROTECTION

Wavelets are known broadly as a mathematical function in digital signal processing and image compression, And the principles applied are similar to those of Fourier analysis in use since early 19th century [9][10].

1.2.1 Digital WM (DWM) Proprieties

According to literatures these are overlapping in list and thus, depend on the network system implementing watermarking. However, the most significant ones free from confusing, [4] mentioned:

Robustness: propriety that crucially set for DWM a true difference with cryptography as explained early in background section[4] [13/14]. In general DWM is known more robust for being stronger in protection contrary to cryptography for its potential features to oppose better any attempt of stealing of altering the hidden watermarks. This includes withstanding compression, scaling, noise, Gaussian, printing and scanning, rotation,, cropping and etc.

Fidelity of original image: -i.e. restoring to the nearest possible quality an image after undergoing watermarking process, by keeping lower the incurred degradation effect on the original image's quality.

Effectiveness: - refers to the possible greater chance level for the hidden information to remain sensible and thus fairly detectable in watermarked media (audio/video, images); and it considered also as important as robustness [1], or even more due to the required fidelity over time.

Payload size: - that is about how big enough (the better) is the (allocated) size for the hidden DWM data, even though it is true for every application.

© 2015, IJCSMC All Rights Reserved

False Positive Rate: -i.e. a perceived amount of wrongly accounted or identified (e.g. the lower number the better) as quantity of digital works containing digital watermarks. This can be thought also of the level of errors rate associated with the watermarks system.

Many applied research works have deployed important efforts studying this method to enable its use to best of its regular proprieties despite some limitations. Thus, [12] [15] has identified as factors characterizing watermarking effectiveness: Validation, invisibility, Capacity and Robustness; these are known particularly as DWM factors of quality [17] and, are slightly named differently in many other study papers – For instance robustness, imperceptibility, capacity, and blindness.

1.2.1. **Application Motivation Fact**

The huge amount and motivation for research study in past and recent years on DWM are merely proven as due to its great efficiency at the face of many achievements in digital copyrights management and protection [4] [12] [15][17].

1.2.1.2 Digital WM (DWM) Use

Examples of common use or implementations of these techniques are just many and some of them include:

- ✓ Ownership identifying: DWM makes it easier to differentiate between and mainly to avoid involvement into copyright infringement disputes by burying it into digital material.
- ✓ **Broadcast** monitoring: useful for tracking video use (i.e. Advertisement application) and free play (i.e. Entertainment) on radio or TV broadcast program. Both video and music's owners and business services appreciate this DWM feature applied respectively to control the use of the media and the execution of contract by agencies to which are outsourced business' products advertisements.
- ✓ Piracy acts' control: implemented watermarks into picture/video/song/music digital data are detectable by watermarking- compatible CD/DVD writer through a warning message to its fraudulent users.
- ✓ Transaction tracking this feature enables recording every recipient over all legal transactions involved onto a digital art's history, making easier to trace the originator of any leak.

2. DWM IMPLEMENTATION

2.1 Life-Cycle Phases for DWM Implementation

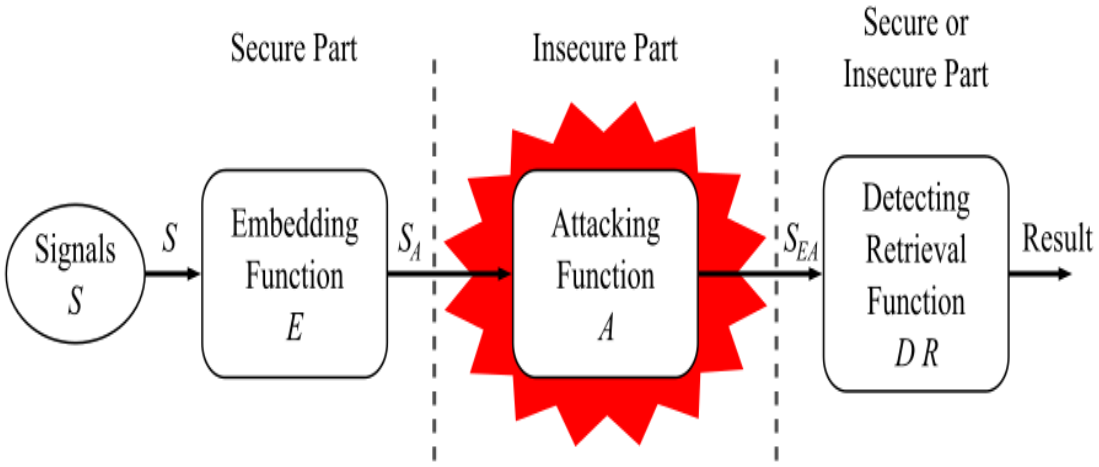


Figure 2.1 General digital watermark life-cycles

© 2015, IJCSMC All Rights Reserved

3. DWM PERFORMANCE QUALITIES AND EVALUATION

3.1 Metrics and Evaluation

DWM technique's performance evaluation/assessment is basically carried out according to the level of security it can provide against possible attacks. The well-known DWM attacks include noise addition, rotation, cropping, scaling, resizing and compression [17]. However, there are two specific metrics for this evaluation, which consist of Perceptual transparency (i.e. image observed quality)

Practically, PSNR (Peak signal to Noise Ratio), measures the image quality and, the Mean Square Error *(MSE)* between original & watermarked image, respectively determined for a picture of size (M) as:

$$PSNR = 10\, log_{10} \frac{(255 \times 255)}{MSE}$$

with:
$X\,i,j$: Original image,
$X'\,i,j$: Watermarked image, and
Nt: Size of image

$$MSE = \frac{1}{Nt} \sum_{i,j} \left(X(i,j) - X^{'}(i,j)\right)^2$$

With f (i, j) being pixel grey values of original image.

- **Image Fidelity (IF)**

It is a measure of imperceptibility or transparency of watermarked image [13]; functionally this encompasses its Robustness and calculated as follows

$$IF = 1 - \frac{\sum_{i,j}(X(i,j) - X'(i,j))^2}{\sum_{i,j}(X(i,j))^2}$$

Other commonly used metrics for robustness verifications include: Mean Average Error (MAE), Signal to Noise Ratio (SNR), Bit Error Ratio (BER), Universal Image Quality Index (UIQI), Mutual Information (MAE) and Structural Content (SC), and Normalized Absolute Error (NAE) [21].

The main goal of watermarking is to resist both geometric distortion and signal processing attacks [21].

3.2 Important Fact about Performance Assessment

In overall cases, attackers' effort is always about either 'nullifying, modifying the structural design, or changing watermark data covering technique; etc. Therefore, performance considerations must more look into how much robust is a watermarking technique against such threats. This has confirmed once again why robustness is the most important of parameters with respect to DWM quality.

4. DWM Scheme Classification & Comparison

A critical observation from different studies shows strong hold and consistent outcome for DWM. For instance [4] and [12] lightly differ only on wording about its properties' analysis, but for a same meaning.

4.1. Scheme Classification

In matter of scheme classes, they are defined according to the nature of signal (i.e. data) available on the terminal to be watermarked. Hence, based on [1], there are almost four groups in classification namely, digital image watermark, digital video watermark, digital audio watermark, and '3D' multimedia based watermark. However, other study like [17] has gone further for this by accounting various criteria underlining each of the above four groups – though [17] still categorizing all into broadly four groups (Figure 4.2-a)

© 2015, IJCSMC All Rights Reserved

4.1.1 Brief Overview

4.1.1.1 Digital image Watermark

Digital image watermark can be made visible or invisible [1]. The popularity of Watermarking image technique goes back to its closer look alike with human counterpart visual system [11].With respect to digital property's security or protection watermark is contemporary method to implement an invisible signature embedded inside a digital image/video/song for authenticity or ownership proof verification/control/monitoring.

Examples of DWM important contributive support to authorship include discouraging fraudulent duplication, use on the communication networks, including any initiatives of changing these applications' contents.

However, the growth of computer literacy based community, availability and widespread of more computer scientists can be seen as source of many attempt of intentional attacks to DWM or other digital protection methods.

4.1.1.2 Digital video Watermark

Because a video materials are made up of successive pictures moving in frames sequence manner, the principles for image WM (watermark) are then applicable by oriented reuse in video and audio DWM (digital watermarking).

- **DWM Execution./Implementation Process**

DWM implementation process is performed (Figure 2.1) in three basic steps – embedding, attack and extraction [20][21].

Respectively the first is about insertion of the referential image/video/audio signal into its intended referential host prior to use (i.e. release to public); the next activity refers to any attempts (intentionally or not) to corrupt or change the watermark data; and the last operation is about the necessary of applying relevant detection algorithm to verify the status of watermark. Additionally, this last operation is aimed at either proving the authenticity/ownership or the safe status of the of the digital material [14] [15][17][20]

4.1.1.3 Digital audio Watermark

As mentioned earlier, the principles for image WM can apply by extension for audio as well as also for video cases. Therefore, digitized and distributed medias (e.g. audio, images and videos) can be also protected similarly from networker's user attack on the copyright owner embedded watermarks. Like in image and video security process, digital audio watermarking technique follow the same three steps mentioned earlier; this remark include all other aspect of studies (e.g. performance evaluation, applications, etc.;) performed on digital data.

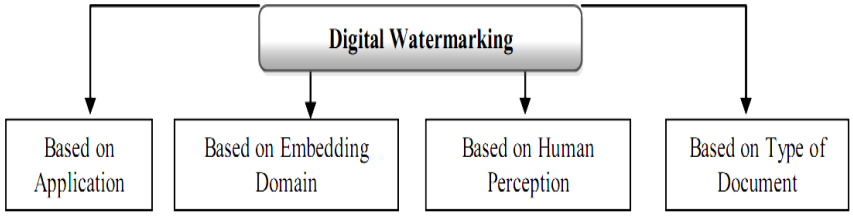
4.1.1.4 Watermarking 3D Multimedia

Watermarking "3D Multimedia", initiated and first published in 1997, has two models of algorithms: spatial domain methods and frequency domain methods. The first is implemented by altering some of its relevant factors like vertices' positions, texture point's appearance and any others. The second is done through changing some of the transformation coefficients [12].

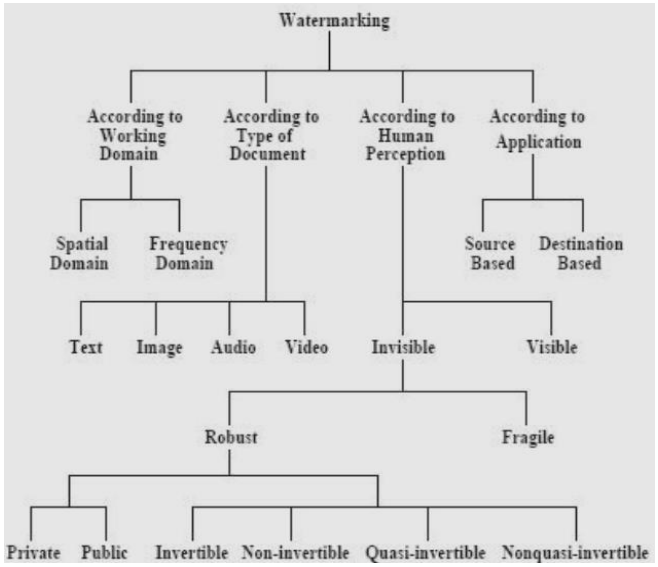
4.2 – **DWM Insertion Method Based Technique Classification**

Among existing WM (Watermarking) techniques the two following are likely the most applicable: spatial domain and transform domain watermarking [15][20]. How each basically performs /operates?

© 2015, IJCSMC All Rights Reserved



[a]



[b]

Figure 4.2 DWM domains based classification

[a] Narrowed & [b] Detailed categorization of WM techniques

4.2.1 **Spatial Domain** Watermarking

Refer to Figure 4.2 for detail on WM techniques categorization broad presentation

The design of Watermark in the spatial domain is executed by altering the intensity applied randomly to a selection of the digital picture pixels. And the process does not need the presence of the initial picture for verification, but instead a quick statistical check.—marked pixels' is evaluated against the non-marked ones relatively to their mean intensity [11].

4.2.1.1 Algorithm Example

There is a great number of WM techniques implementing spatial domain, of which many could not resists from purposely led frequency domain based attacks. However, this section based on [15] is a brief introduction, presenting how watermarking can designed to face some manipulations in the frequency domain.

© 2015, IJCSMC All Rights Reserved

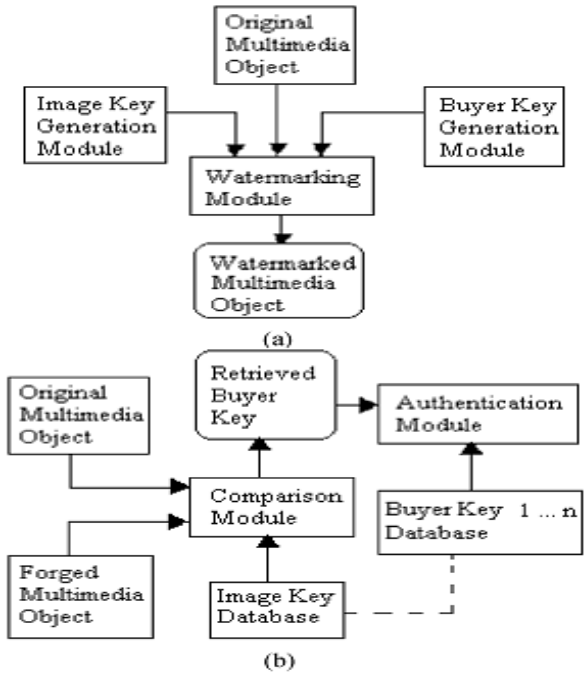


Figure4.2.1.1 Algorithm Example for Spatial Domain DWM

(a) Watermarking process; (b) Watermark retrieval process

4.2.1.2 Spatial Domain Watermarking Processes Summary

The referential image is split into small sections (Respective matrices and overall algorithm omitted). Then, when the image intensity is applied each section get modulated according to its bit value (Figure 4.2.1.2) to produce a watermarked image [15][2].

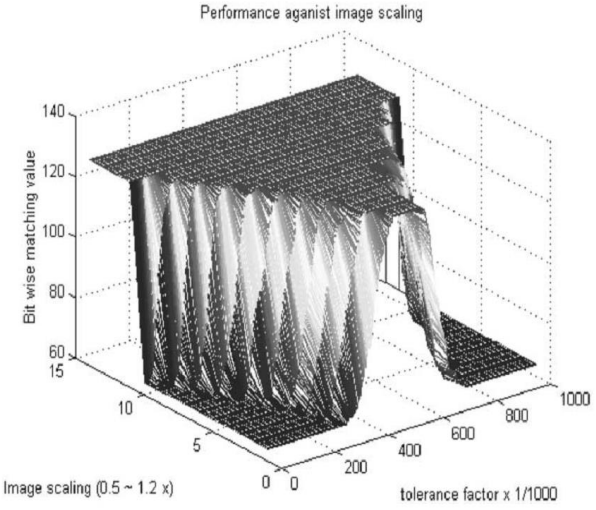


Figure 4.2.1.2 Performance against image scaling –

In spatial domain based watermarking process, the change performed on the image pixels ensures that the watermark remains infallible to the modification of the picture texture. Hence, use of low power during watermarking is one of the strategic methods [11][17].

© 2015, IJCSMC All Rights Reserved

4.2.2 Transform Domain Watermarking

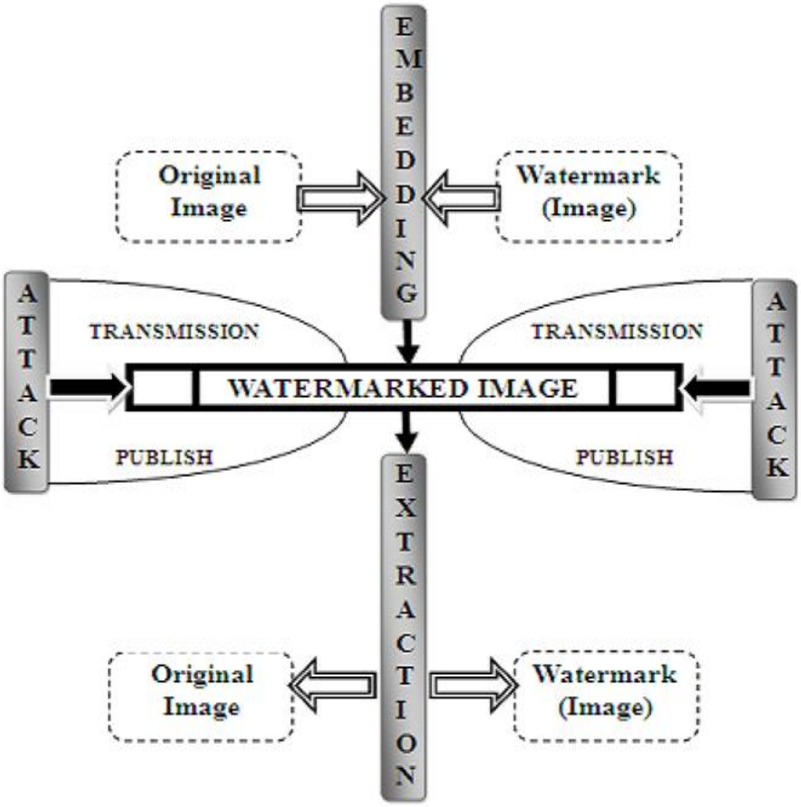
Besides existing DWM techniques, transform domain watermarking is a model that associates some mathematical model (Algorithms), whose formulae express the various factors involved in the watermarking processes (Figure 2.1 & 4.2.1.1) to either insert or extract a watermark. This technique algorithm models include DWT, CDMA based, DCT-DWT combined approach [17].

In fact, according to [17] and related works, watermark will be set onto the image/video signal transformed coefficients as to increase its capacity and robustness. And because transform domain WM is a frequency domain based model, for watermarking algorithm, the following transforms are different options: Fourier Transform (FT), Short Time Fourier Transform (STFT), and Continuous Wavelet Transform (CWT), Discrete Wavelet Transform (DWT), Discrete Cosine Transform (DCT) or Combination of DCT and DWT. In quick conclusion, the above [17] source showed a strong recommendation of this DWM techniques as proven good enough for robust watermarks.

4.3 DWM Techniques Categorization Summary

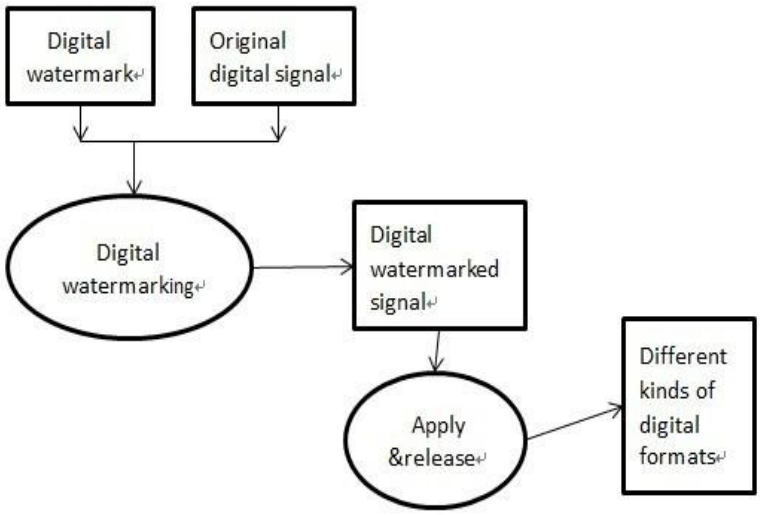
According to [17] study, WM (watermarking /watermark) techniques are classifiable broadly into four categories, and each made of subgroups, which are mapped so based on the criteria characterizing WM techniques operation or mode of implementation.

Briefly, these watermarking methods/techniques are grouped based on either WM perceptibility level (i.e. no/less or fully visibility enabled), detection/Extraction (i.e. blind /non-bling watermarking), insertion domain (i.e. spatial, transform/frequency): and WM potential to resist attack (i.e. weak/lossy/fragile, semi-strong). Even though, some studies may differ with some of the listed subgroup criteria depending of the available study facility, however this [17] & [20] proposed classification so far is the most comprehensible among contemporary accessed papers for this review.



[a]

© 2015, IJCSMC All Rights Reserved



[b]

Figure 4.3 DWM General Process

4.4 Comparisons to Digital Watermarking

Relatively to networking communications data protection, DWM potential outperforms most similar methods (e.g. stenography. encryption) as these latter fail to compete DWM in matter digital data security and control. Here is some justification under the following comparisons with some existing data security techniques.

4.4.1 DWM Proprieties & Features

`In literatures, robustness is classified the most important MW/DWM characteristic [1][3][4][12]; whereas few studies diverged on this point. However, considering the purpose, which made up the design objective of WM technique and thus its application preference against other securities methods for communications data on multimedia based networks robustness and transparency can be seen as the most important

4.4.1.1 Encrypting vs. Watermarking

Encryption is another potential protection technology for communications data, facing some challenges as to its effectiveness as according to [18][19], no single algorithm is ideal for all situations, and guidance on the merits of each is beyond the scope of SQL Server Books Online.

4.4.1.2 Stenography vs. Digital Watermarking

Relatively to the aim, DWM is a similar technology (i.e. hiding information onto its signal) to stenography despite divergence in target – Stenography is broadly about covering and rendering the whole content invisible; whereas in DWM instead hidden details are only those about the information [1][4].Therefore, watermarking can be thought of /interpreted as sinking (i.e. for marking) something (made invisible) besides an object (e.g. a ship and control-box/black-box both carried by water but only the black-box is made invisible even though attached/embedded to the ship by whatever means)altogether sharing the same water environment. Thus water-marking since only the expert knows about the existence of the mark existing around there. Furthermore, according to [1], watermark can be made either visible or invisible; and the most important fact is that the watermarked element in either case remains invulnerable from fraudulent users of the digital information carrying it from its inside.

Based on the literatures and relatively to their features' efficiency with respect to the digital materials protection concern, DWM anyhow outperforms the stenography in robustness. Stenography is known less resistant to the content of information data manipulation; whereas DWM is expected to remain more invulnerable to hidden info removal.

© 2015, IJCSMC All Rights Reserved

5. WAVELETS BASED DWM LITERATURE REVIEW

This article's section review objective: is to produce shortly a useful analysis on watermarks design techniques for digital image, video, audio protection on networks /multimedia base networks / watermarking based networks.

5.1 Wavelet DWM Applications on Data Networks

5.1.1 Objective in Networking Communication Data

An importantly particular DWM application is on the proof of ownership monitoring/tracking [1][2][6][7][17][23]. Some other internetworking communications data protection's schemes are widespread under the internet data dispatching management's convenience and not legally by world's countries consent [3]. For instance, encryption enables millions of emails messages to reach their intended recipients and this invisibly across various public and private networks. But, how much those contents remain secure once opened up on any host computer, voila the limitation. Wavelet based DWM does better from controlling to monitoring (i.e. reporting, helping track the leaking source) the movements and use of the digital data on DWM networks [1][2][3][5][9][10] [17][20]

5.1.2 Digital Watermark's Performance over Years

A creativity of Andrew Tirkel and Charles Osborne (1992) digital watermark was intended to identifying marks in paper in manufacturing process. Then, it formerly helped distinguish between papermaker. In today's applications, DWM encompasses above statements and helps under all the following areas: Copyright protection, source tracking (using various watermarks), TV Broadcasting Medias control (Televisions watermarked video for advertisements) and videos authors' authentication [1][2][3][5] [6] [9][10] [23]

5.2 Applications Preference or Convenience

Wavelet based application in DWM network is far convenience since its application conceptual target gives it more legal acceptance for usage in all applicable level without restriction [3]. This is compared to the limited legal grant of usage to cryptography [3] and stenography [3][4] .

5.2.1 Technologies Progress Problem Solved with DWM

Digitization of information on media support and its implementation on the internet protocol IP have respectively eased much its production/reproduction and the transport/transmission. However such easiness has brought about illegal use issue against the proprietorship rights. Hence, DWM development has come as solution for copyright protection to image, video and audio/song by hiding particular data inside the original image ones for originality check or rightful ownership tracking [17]. And this is the one of the most commonly applications of watermarking. It is used in business communications and mainly for over networking communications data related various security purposes ---namely in media authentication control, tamper-proofing (i.e. checking if or not a digital content is corrupted by a third party [14]. By reuse or extension of principles, other digital communications data (e.g. video, audio/voice applications) are able to receive similar protection. And, it is done with just some modifications on the set of proprieties that more relevant to each data type for watermarks embedment requirements [1][13][14].

5.2.2 Challenge with Spatial domain WM Techniques Use

As critical challenges to DWM (digital watermarking) efforts for securing data protection, threats to break spatial and frequency domains based watermarks are ranked among the most happening figures. However a study conducted by [15] has proven that watermarking scheme still can achieve great successes by implementing bit wise matching values as high as possible beyond the indicated/recommended average, whilst maintaining the image distortion bellow Weber ratio. Furthermore, considering these threats as related to DWM robustness characteristic, alternative solutions consist of applying transforms such as DFT, DCT, or DWT in frequency domain watermarking [16].

© 2015, IJCSMC All Rights Reserved

5.3 Which of DWM Models Is The Best?

5.3.1 A Convenient Alternative?

Referring to the background section, DWM based wavelet application was originally designed in imitation of stenography in both principle and purpose, but having a different target with respect to its specific features [1]. Therefore, DWM has been developed as suitable solution to switch from invisible to visible security marks embedment – even though now the two forms are applicable in DWL (See Figure 4.2). Otherwise, this condition (DWM ability) made it preferable to other competing techniques. Otherwise, it is more preferred than other related techniques firstly for this unique characteristic. And secondly follow its robustness ds another distinctive characteristic [1] [2] [4].

5.3.2 Best Fit on All Security?

On typical research works, which have involved designing and testing algorithms based DWM, it is quite hard to get consensus for the said-best as a model fit for security of all communications data as shown in the following statement. Based on such a work conducted by [12], there is no unified standard to test which algorithm is better. But, some great applications are performing wonderfully and thus considered as getting the best of protection using this method, compared to any others [12].

In digital data security matters**,** studies have proved that **no watermarking algorithm resists all the attacks. And** even so, it **is still great method for digital data publication and distribution over networks just at the cost of performing some further computations on failing points** [21].

5.3.3 Limitation Point

In general, the main goals and aims for Digital watermarks for whatever purposes (e.g. authentication control, distribution monitoring, tamper-proofing; etc.;), share almost the following characteristics as criteria for security role that they can provide undeletable by an attacker. For instance a DWM is expected to be friendly verifiable by the authors, visible but not statistically; invulnerable to content attacks and filtering including and deleting embed mark and any related harmful processing [1] [2] [3] [4] [12] [13][14][15].

However, according to [14][15] despite the complexity of the task, some great theories and thus algorithms have been developed with hopes to fairly tackle almost the majority of threats, which face digital applications; but unfortunately, for instance "research on copyright protection of images is still in its early stages and none of the existing methods is totally effective against attacks". In fact, similarly to any scientific researches and innovation works, enhancement for performance improvement is a fundamental part of such an activity.

6. CONCLUSIONS

This review has gone through various aspect of wavelets based watermarking as a great method in contemporary protection of digital images in network environment. Its most important aspects such DWM characteristics, quality parameters, realization or implementation processes have been analysed as based on recent researches literatures. An overview on wavelets mathematical perspectives in watermarking has been covered. And finally, some critical comparisons regarding watermarking various techniques' potential and limitation based on researchers' opinions. Probably, this review intends to serve its readers as quick reference in original research works or a knowledge review.

REFERENCES

1. Bibi Isac & V. Santhi, 2011 *A Study on Digital Image and Video Watermarking Schemes using Neural Networks*; International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 12– No.9; 2011
2. Cox I, Miller M, Bloom J, Fridrich J, Kalker T , 2008 *Digital Watermarking and Steganography Second Edition. Elsevier, 2008; ISBN 978-0-12-372585-1; Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, Digital watermarking and steganography/Ingemar J. Cox ... [et al.]*.
3. Techtarget.com, Margaret Rouse & Borys Pawliw, 2014 *Cryptography;* [http://searchsoftwarequality.techtarget.com/definition/cryptography]
4. Melinos Avertkiou, *Digital Watermarking*
5. I. Daubechies *Basics of Wavelets; (Ten Lectures on wavelets; Orthonormal Bases of Compactly Supported Wavelets).*

© 2015, IJCSMC All Rights Reserved

6. Bangxi Yu & Raj Jain, 2011 *A Quick Glance at Digital Watermarking*; Academic Project Report [www.cse.wustl.edu].
7. CSP Research and & Development, 2015 *Embedding Interactive Data into an Audio-visual Content by Watermarking*, [www.iitg.ernet.in]
8. Ingemar J. Cox, MatthewL.Miller, Jeffrey A. Bloom, Jessica Fridrich and Ton Kalker, *Digital Watermarking and Steganography Second Edition*; The Morgan Kaufmann Series in Multimedia Information and Systems Series Editor, Edward A. Fox, Virginia Poytechnic University; Elsevier.
9. Amara Graps, 1995 *Introduction to Wavelets*, IEEE Computational Science and Engineering, Summer 1995, vol. 2, num. 2, IEEE Computer Society, 10662 Los Vaqueros Circle, Los Alamitos, CA 90720, ©1995
10. Brani Vidakovic and Peter Mueller, 1991, *Wavelets for Kids*: A Tutorial Introduction; AMS Subject Classification: 42A06, 41A05, 65D05.
11. Vaishali S. Jabade & Dr. Sachin R. Gengaje, 2011 *Literature Review of Wavelet Based Digital Image Watermarking Techniques; International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 31– No.1; 2011.*
12. Yu-Ping Wang and Shi-Min Hu, *A new watermarking method for 3D model based on integral invariant*; Department of Computer Science and Technology, Tsinghua University.
13. Giorgos Louizis, Anastasios Tefas and Ioannis Pitas, 1999 *Copyright Protection Of 3D Images Using watermarks Of Specific Spatial Structure*; Department of Informatics, Aristotle University of Thessaloniki; Box 451, Thessaloniki 54006.
14. N. Nikolaidis!, I. Pitas, 1998 *Robust image watermarking in the spatial domain*; Elsevier, Signal Processing 66 (1998) 385Ð403; 0165-1684/98/$19.00 (1998 Elsevier Science B.V. All rights reserved. PII S0165-1684(98)00017-6
15. Dipti Prasad Mukherjee, Subhamoy Maitra, and Scott T., 2004 *Spatial Domain Digital Watermarking of Multimedia Objects for Buyer Authentication*; IEEE Transactions On Multimedia, Vol. 6, No. 1, February 2004
16. Jamal A. Hussein; 2010 *Spatial Domain Watermarking Scheme for Colored Images Based on Log-average Luminance*; Journal of Computing, Volume 2, Issue-1, 2010, ISSN 2151-9617 [Https://Sites.Google.Com/Site/Journalofcomputing/]
17. Baisa L. Gunjal & R.R. Manthalkar 2010 *An Overview Of Transform Domain Robust Digital Image Watermarking Algorithms*; Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences; Volume 2 No. 1; ISSN 2079-8407; ©2010-11 CIS Journal, All rights reserved.
18. MSDN – Microsoft, 2014 *Choose an Encryption Algorithm – SQL Server 2014;* Microsoft Developer Network; © 2015 Microsoft;
19. Gary C. Kessler, 2015 *An Overview of Cryptography;* 1999 Edition of *Handbook on Local Area Networks*, published by Auerbach in September 1998© 1998-2015
20. Pooja Dabas & Kavita Khanna, 2013 *Efficient Performance of Transform Domain Digital Image Watermarking Technique over Spatial Domain*; International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering; Volume 3, Issue 6, 2013; ISSN: 2277 128X
21. Pooja Dabas & Kavita Khanna, 2013 *A Study on Spatial and Transform Domain Watermarking Techniques;* International Journal of Computer Applications © 2013 by IJCA Journal, Volume 71 - Number 14 , Publication: 2013 Authors:, DOI: 10.5120/12429-9124
22. Kamran Hameed, Adeel Mumtaz, and S.A.M. Gilani, *2006 Digital Image Watermarking in the Wavelet Transform Domain*; World Academic of Science, Engineering and Technology 13 2006
23. Digital Watermarking – [http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_watermarking]
24. Jung-Hee Seo, and Hung-Bog Park, 2006 *Data-Hiding Method using Digital Watermark in the Public Multimedia Network*; International Journal of Information Processing Systems, Vol.2, No.2, June 2006; Copyright Ⓒ 2006 KIPS (ISSN 1738-8899)
25. Demin Wang, Liang Zhang, Robert Klepko, and André Vincent *A Wavelet-Based Video Codec And Its Performance;* Communications Research Centre, Canada

© 2015, IJCSMC All Rights Reserved

РОССИЯ

XIII Международная
научно-техническая конференция

КИБЕРНЕТИКА И ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА

Том 1

ВОРОНЕЖ
2012

КИБЕРНЕТИКА И ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА

Том 1

ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ C&T-2012

Президент конференции - Главный идеолог
Генеральный директор НПФ «Саквоее» ООО,
к.т.н. Осипов Б.Я.

Почетный Председатель Оргкомитета
Научный руководитель института системного анализа РАН,
академик РАН, д.т.н., проф. Емельянов С.В.

Председатель Оргкомитета
Проректор Воронежского Гос. Университета,
д.б.н., проф. Попов В.Н.

Члены Оргкомитета:

Абрамов Г.В.	д.т.н., проф.	Зав.каф. ВГТА
Алгазинов Э.К.	д.ф.м.н., проф.	Зав.каф. ВГУ
Артемов М.А.	д.ф.м.н., проф	Проф. ВГУ
Бурков В.Н.	д.ф.м.н., проф.	Зав.лаб. ИПУ РАН
Демьянов С.Е.	д.ф.м.н., проф.	Проф. ИФТТ и П НАНБ
Домашевская Э.П.	д.ф.м.н., проф.	Зав.каф. ВГУ
Корольков В.И.	д.т.н., проф.	Зав.каф. ВГТУ
Лозгачев Г.И.	д.т.н., проф.	Зав.каф. ВГУ
Маслов Е.П.	д.т.н., проф.	Зав.лаб. ИПУ РАН
Нахмансон Г.С.	д.т.н., проф.	Проф. ВАИУ
Охтилев М.Ю.	д.т.н., проф.	СПИИ РАН
Пугачев А.Т.	д.ф.м.н., проф.	Проф. ХПИ
Пупков К.А.	д.т.н., проф.	Проф. МГТУ им. Баумана
Сирота А.А.	д.т.н., проф.	Проф. ВГУ
Соколов Б.В.	д.т.н., проф.	СПИИ РАН
Толстобров А П	д.ф.м.н., проф.	Проф. ВГУ
Хисамов Ф.Г.	д.т.н., проф.	Проф. ИЗИ
Шведов Е.В.	д.т.н., проф.	Проф. ВГТУ

СОДЕРЖАНИЕ

Том 1

Секции 1.1–1.4,

Интеллектуальные информационные технологии мониторинга и управления состояниями сложных технических объектов в реальном масштабе времени
Майданович О.В., Охтилев М.Ю., Соколов Б.В..... 1

Учет влияния современных и перспективных информационных технологий на эффективность автоматизированных систем управления сложными объектами
Охтилев М.Ю., Б.В. Соколов Е.Г. , Юсупов Р.М. , Цивирко Е.Г. 13

Об оценках структурной устойчивости монотонной системы
Павлов А.Н., Панькин А.В., Кулаков А.Ю..... 22

Самоконфигурируемый генетический алгоритм с модифицированными операторами равномерного скрещивания
Семенкина М.Е..... 32

Семантическое сжатие в системах мониторинга движения судов
Шаров С.Н. Толмачёв С.Г..... 42

К анализу данных в задаче идентификации
Корнеева А.А., Медведев А.В..... 52

О непараметрических алгоритмах в задаче идентификации линейных динамических систем с запаздыванием
Сергеева Н.А., Цепкова М.В..... 63

О непараметрической идентификации стохастических систем с запаздыванием
Сергеева Н.А., Чжан Е.А..... 74

Матричное представление алгоритмов быстрых преобразований Фурье и Хартли в задачах “Бегущего” спектрального анализа
Зинченко Т.В..... 85

О кибернетическом подходе к управлению жизнедеятельностью человеческого сообщества. Космическое мировоззрение.
Вокин Г.Г..... 94

Живой организм как кибернетическая система
Артёмова Э.К., Бирюк Н.Д..... 102

Оптимальный многослойный персептрон для классификации образов
Новикова Н.М., Дуденков В.М..... 109

Применение генетического алгоритма для составления расписания
Астахова И.Ф., Асвад Ф. М..... 120

Подходы к решению задачи оптимального распределения ресурсов
Стародубцев И.Ю..... 125

УДК 004.8

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ

Астахова И.Ф., Асвад Ф. М.

Статья посвящена составлению расписания учебных занятий, что является одной из важнейших задач управления учебным процессом. В связи с этим проблема автоматизации составления расписаний учебных занятий в образовательных системах массового обучения по-прежнему остается одной из актуальных проблем организации учебного процесса.

THE APPLICATION OF GENETIC ALGORITHM FOR TIMETABLE COMPOSITION

Astahova I.F., Aswad F.M.

The article is devoted to timetable composition for lessons. This is the most important task in managing of educational process. In this connection as before the problem in automation of timetable composition remains one of actual problem in organization of educational process in systems of mass teaching.

Обязательные требования к расписанию могут быть описаны следующей математической моделью [1]:

$$\sum_{i=1}^{p}\sum_{j=1}^{q}\sum_{g_{j-1}<k\le g_j}\sum_{i>g_j} S_{ki} z_{ki} z_{li} \to \min$$

$$\sum_{i\in I(k)} z_{ki} = 1, \qquad z_{ki} = 0, i \notin I(k), k = \overline{1,n}$$

$$\sum_{k\in K_j(i)} z_{ki} = 1, i = \overline{1,p}, j = \overline{1,q}$$

$$z_{ki} = \begin{cases} 1, k-й\ предмет\ преподается\ на\ i-м\ уроке \\ 0,\ иначе;\ k = \overline{1,n}\ i = \overline{1,p}. \end{cases}$$

Здесь

Целевая функция минимизирует количество несовместимых предметов преподающихся на каждом уроке. Первая группа ограничений отвечает за то, что каждый предмет k поводится только один раз, причем на допустимом уроке. Вторая группа ограничений следит за тем, чтобы в каждой группе j на каждом уроке i проводится только один предмет. Заметим, что в результате получилась модель, похожая на постановку квадратичной задачи о назначениях, причем оптимальное значение целевой функции известно заранее и равно 0. Все дополнительные требования к расписанию, не учтенные в модели, выполняются алгоритмически.

Для построения генетического алгоритма необходимо выбрать способ представления данных в виде хромосом [2]. В данном случае хромосома будет матрицей. Ее элемент $y_{ik} = k$, если у i-й группы на i-ом уроке проводится предмет k ($y_{ij} = 0$, если у j-й группы нет i-го урока). Связь с переменными z_{ki} в модели: $y_{il} = k, если\ z_{ki} = 1,\ g_{l-1} < k \le g_j, i \in \overline{1,p}, j \in \overline{1,p}, k \in K_j(i)$. В качестве стратегии отбора в данной задаче используется турнирный отбор (он оказался для нее более эффективным, чем пропорциональный). Поэтому функцию приспособленности можно не

максимизировать, а уменьшать от популяции к популяции. В ее роли выступает целевая функция задачи с добавками в виде штрафов за нарушение дополнительных ограничений. (Например, вводится матрица: $l_{ij} = 1$, если предметы i,j не могут преподаваться в один день; $l_{ij} = 0$, если могут, и рассчитывается количество нежелательных ситуаций в оцениваемом расписании. и т.п.) Полученные значения добавляются в функцию приспособленности (возможно, с коэффициентами, характеризующими их значимость). При скрещивании происходит обмен фрагментами внутри одного выбранного столбца матрицы Y. В качестве оператора скрещивания используется циклический кроссовер. Он гарантирует допустимость получаемых после скрещивания хромосом, т.к. каждый ген потомка будет находится на том месте, на котором он находился в одном из родителей. Для мутации внутри одного столбца выбирается любая пара генов таких, что их обмен не нарушит допустимости хромосомы, затем эти гены меняются местами. Проведенные эксперименты показывают эффективность генетического алгоритма построения расписания. Опишем подробнее генетический алгоритм [2]:

1. [Старт] – выбирает случайную популяцию n хромосом (подходящее решение проблемы).
2. [Фитнес] – оценивает пригодность f(x) каждой хромосомы в популяции.
3. [Новая популяция] – создает новую популяцию, повторяя последующие шаги, до тех пор, пока не сформируется новая популяция.
3.1. [Селекция] – выбирает две пары хромосом из популяции в соответствии с их пригодностью (чем лучше пригодность, тем больше шансов в выборе).
3.2. [Скрещивание] – скрещивает родителей, чтобы получить нового потомка. Скрещивание происходит с определенной вероятностью. Если скрещивание не выполнилось, то потомок – это точная копия одного из родителей.
3.3. [Мутация] – изменяет несколько отличительных признаков нового потомка в локусе (участок хромосомы) с определенной вероятностью. Если мутации не произошло, потомок является прямым результатом скрещивания, или копией одного из родителей.
3.4. [Принятие решения] – ставит нового потомка в новую популяцию.
4. [Замена популяции для организации цикла] – использует новую сформированную популяцию для дальнейшего хода алгоритма.
5. [Тест] – если конечное условие выполнено, останавливает, и возвращает наилучшее решение в текущую популяцию.
6. [Повтор] – переход к шагу 2.

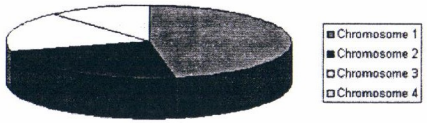
Первым шагом в генетическом алгоритме является «перевод» проблемы в «биологические термины». Формат хромосомы называется кодированием. В общем, используются 4 метода кодирования: двоичное кодирование, перестановочное кодирование, кодирование прямого значения и древовидное кодирование. В данной работе используется двоичное кодирование. Двоичное кодирование одно из самых распространенных и простых. В двоичном кодировании каждая хромосома – это строка из битов, 0 или 1. Например:

Chromosome A:0101101100010011

Chromosome B: 1011010110110101

В порядке воспроизведения потомка, необходимо выбрать родителей. Наиболее распространенными методами являются метод рулетки и метод линейного выбора.

Ключом выбора по правилам рулетки является фитнес. Чем лучше фитнес хромосомы, тем больше шансов их выбрать. Представим рулетку, где все хромосомы размещены так, что каждая имеет свою секцию в соответствии с их функциями фитнеса. У которой самый лучший фитнес занимает самую большую площадь, а у которой наихудший фитнес занимает самую маленькую площадь. Затем бросается шарик и выбирается хромосома.



Фигура 1 Выбор по правилам рулетки.

Следующий символический код – это один из способов имитации выбора по правилам рулетки:

1. [Сумма] – считает сумму всех фитнесов хромосом в популяции – сумма S.
2. [Выбор] – выбирает случайные цифры из интервала (0,S) и присваивает в это значение r.
3. [Круг] – проходит через популяцию и суммирует фитнес от 0 – сумма S. Когда сумма S больше чем r, останавливается и возвращает хромосому.

В данной работе используется метод рулетки. Выбор по правилам рулетки может применяться в проблемах, когда фитнес между хромосомами очень сильно отличается. Например, если самая подходящая хромосома занимает 90% всей рулетки, у других хромосом будет очень мало шансов быть выбранными. Ключом рангового выбора является ряд. Перед вращением рулетки, сначала нужно поставить хромосомы в порядке, основанном на их фитнесе. Самые худшие получают фитнес 1, вторые – 2 и т.д., а самые сильные получают наивысший



До ранжирования (графы фитнеса) после ранжирования (графы порядкового номера)

Фигура 2. сравнение выбора по правилам рулетки и ранжирования.

Движущей силой эволюции является воспроизведение. В зависимости от природных проблем и кодирования, выполнение скрещивания и мутации может резко отличаться. Есть несколько основных идей скрещивания и мутации для двоичного и древовидного кодирований.

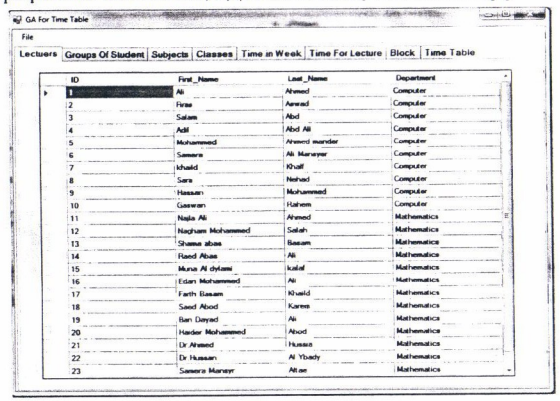
В данной работе используется одноточечное скрещивание: выбирается одна точка для скрещивания. Двоичная строка от начала родителя 1 до точки скрещивания копируется в нового потомка на такую же позицию. Остальные (от этой же точки скрещивания родителя 2 – в конец) копируются в нового потомка на такую же позицию. Смотри пример ниже.

11001|011+1101|111 = 11001111

Идея элитарности создана для сохранения самых подходящих хромосом через поколения. Элитарность может очень быстро увеличить действие ГА. Вкратце, генетический алгоритм – это случайный процесс, который выражает различные

действия. Чтобы усилить действие, анализы основываются на разных комбинациях различных параметров, таких как размер популяции, уровень/тип скрещивания, уровень/тип мутации и необходимые методы селекции.

Программный продукт написан на языке C# с применением СУБД SQL Server . Интерфейс разработан на языке C#, БД создана на SQL Server. Интерфейс имеет вид:



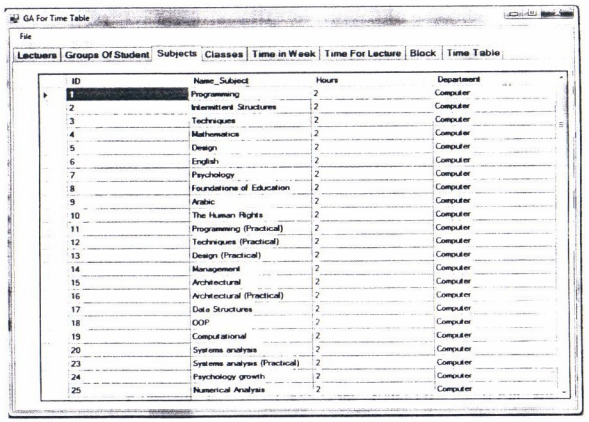


Рис. 1 Интерфейс программного продукта.

Программный продукт позволяет составить расписание вуза Ирака. Результат имеет вид.

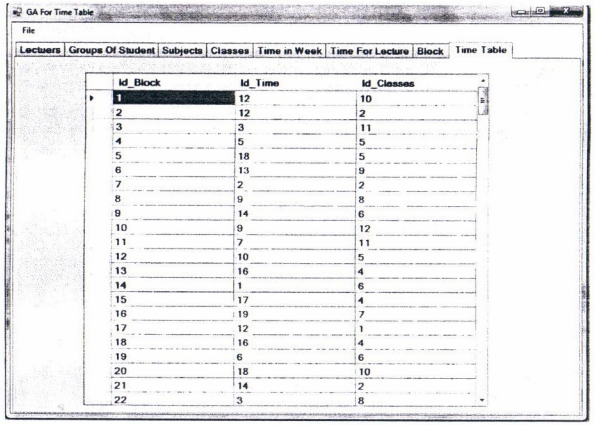


Рис.2.Результаты вычислительного эксперимента

Выводы: в результате вычислительного эксперимента показана эффективность использования генетических алгоритмов для составления расписания.

Литература:

1. Каширина И.Л. Введение в эволюционное моделирование – Воронеж: ВГУ, 2007. – 40 с.
2. Гладков Л.А. Генетические алгоритмы – М.: Физмат, 2006. – 402 с.

Асвад Ф.М., 1979 г., ВГУ в 2010 г., аспирант ВГУ, интеллектуальные технологии в информационно-вычислительных системах, эволюционные вычисления, генетические алгоритмы., 2013, altae13@mail.ru



Астахова И.Ф., окончила Воронежский госуниверситет 1972 г., проф. каф. МО ЭВМ Воронежского госуниверситета, д.т.н. с 1997 г., научные интересы: информационные технологии, математическое моделирование, искусственный интеллект , astachova@list.ru



ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ

Стародубцев И.Ю.

В статье рассматриваются различные подходы для решения задачи оптимального распределения ресурсов в условиях неполной определенности. Предлагается новый метод решения данной задачи, который позволяет получать четкие оптимальные решения при нечетких параметрах целевой функции.

Ключевые слова: задача нечеткого линейного программирования, нечеткие числа, управление рисками, интервальные ограничения

APPROACH TO SOLVING PROBLEMS OF OPTIMAL RESOURCE ALLOCATION

I.Y. Starodubtsev

The article discusses various approaches to solving the problem of optimal allocation of resources in conditions of incomplete certainty. A new method for solving this problem, which allows to obtain a clear solution for the optimal parameters of fuzzy objective function.

Key words: fuzzy linear programming problem, fuzzy numbers, risk management, interval limits

Большинство практических задач, связанных с моделированием, принятием решений и управлением на предприятии, приходится решать в условиях неполной определенности. При этом часто не удается свести такие задачи к условиям вероятностной неопределенности, а используются экспертные оценки, характеризующиеся нечеткостью или расплывчатой неопределенностью. К подобным задачам относится задача оптимального распределения ресурсов.

Пусть имеется некоторый проект, представленный сетевой моделью. Дуги сети соответствуют операциям, а вершины событиям – моментам времени t_i окончания (начала) одной или нескольких операций. Для каждой операции задано время ее выполнения - t_{ij} где i, j - номера вершин начала и окончания операции, и нормативные затраты на выполнение c_{ij}^n. Общее время выполнения проекта T зависит от времен t_{ij} выполнения отдельных операций проекта, причем эта зависимость алгоритмическая. Но в любом случае увеличение (уменьшение) времени проекта T может произойти только за счет увеличения (уменьшения) времен отдельных операций, например, в соответствии с зависимостью $t_{ij}(c_{ij}) = t_{ij} - k_{ij}\Delta c_{ij}$, где $\Delta c_{ij} = (c_{ij} - c_{ij}^n)$ - дополнительные стоимостные издержки на выполнение операции.

Во многих реальных ситуациях точная информация о времени выполнения операций t_{ij} отсутствует. Обычно рассматривают два вида неопределенности: вероятностную (известно распределение вероятностей продолжительности операций) и нечеткую (имеется экспертная, лингвистическая информация относительно продолжительности операций). Вероятностная неопределенность обычно преодолевается методами имитационного моделирования, реализованными в современных программных комплексах управления проектами [2, 3]. Для

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ, ИНФОРМАТИКИ И МЕХАНИКИ

Сборник трудов
Международной
конференции

Воронеж
26—28 ноября 2012 г.

Часть 2

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ РАСПИСАНИЯ

Асвад Фирас. М.

UML – язык для создания спецификации, конструирования, визуализации и документирования программных систем, который определенным образом визуализирует модели с помощью различных диаграмм, условных обозначений на диаграммах и различных связей между этими обозначениями.

В статье рассматриваются диаграммы классов системы.

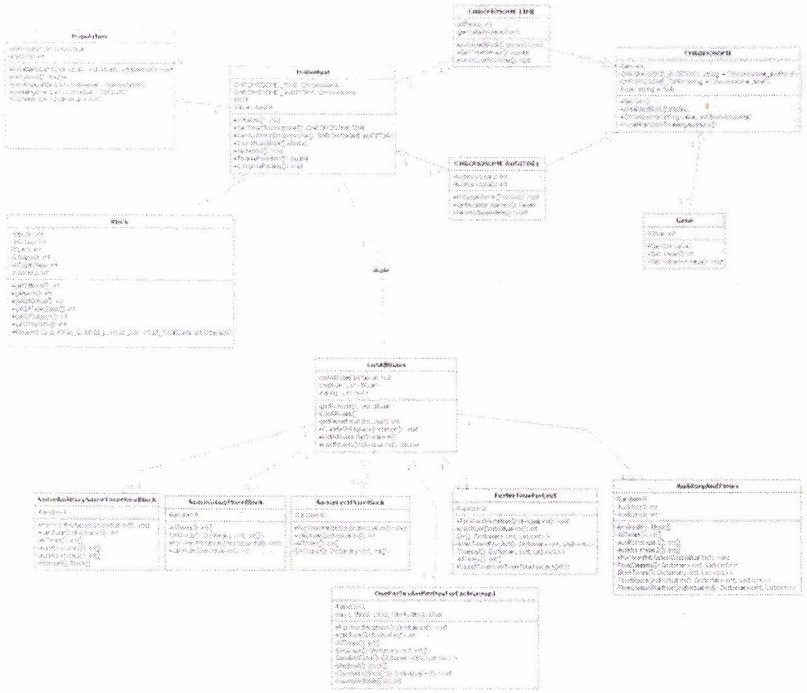


Рис. 1. Классы при реализации генетического алгоритма

Информация, используемая при составлении расписания учебных занятий, имеет большой объем и является разнородной по своему составу. В работе используется база данных, и для работы с базой данных рассматриваются следующие классы:

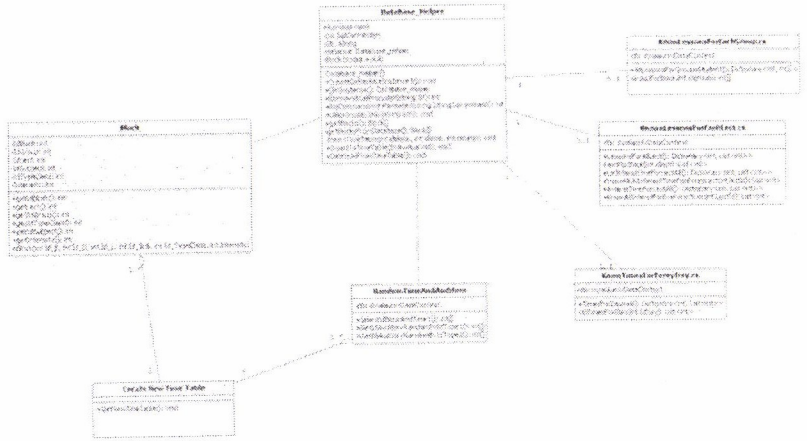


Рис. 2. Классы для работы с базой данных

Приложение предназначено для заполнения/изменения данных в базе данных системы составления расписаний, оно включает: элементы перехода к отображению результатов (панель вкладок); настройки алгоритма; элементы управление пошаговой работой алгоритма; мониторинг работы алгоритма; редактирование и добавление данных; создание нового расписания.

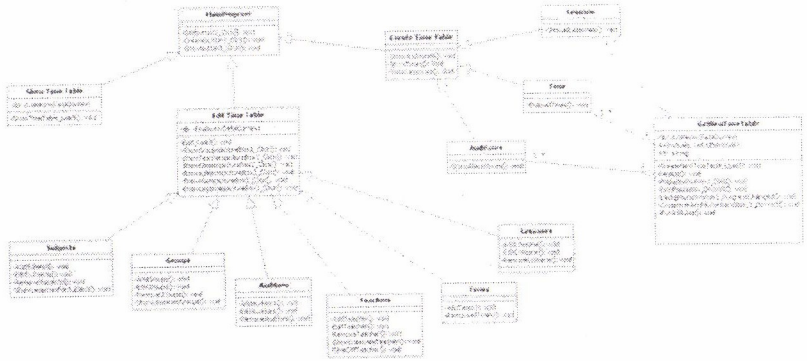


Рис. 3. Классы приложения

Разработаны диаграммы классов для создания программного продукта, он будет создан на алгоритмическом языке C#.

Литература

1. *Трофимов С.А.* Case-технологии: Практ. работа в Rational Rose / С.А. Трофимов. – 2-е изд. – М.: Бином, 2002. – 266 с.

2. *Фаулер М.* UML в кратком изложении: Применение стандартного языка объектного моделирования / М. Фаулер, К. Скотт; Пер. с англ. А.М.Вендрова; Под ред. Л.А.Калиниченко. – М.: Мир, 1999. – 191 с.

СТОХАСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

Балабанова Е.П., Гурьева Е.К. (Томск)
miho@sibmail.com, guryeva_kat@mail.ru

Для начала отметим, что основная задача производственного менеджмента заключается в достижении максимальной результативности производственного процесса. И в этой сфере запасы являются существенным и необходимым элементом производства. Их наличие и размеры оказывают существенное влияние на экономические показатели предприятия. Очевидна их связь с размерами необходимых производственных и складских помещений, с текущими затратами на их хранение и пополнение, с потерями от порчи хранящихся объектов. Таким образом, мы плавно переходим к теме нашего доклада, а именно различным моделям управления запасами.

Существует несколько моделей управления, различающихся исходными условиями и способами пополнения запаса.

Для начала рассмотрим идеальную модель. Она основана на 3 предположениях:

Во-первых, скорость потребления ресурса из запаса известна и постоянна.

Во-вторых, потребление осуществляется мелкими партиями, а пополнение запаса – крупной партией.

И в-третьих, пополнение запаса происходит мгновенно при снижении его уровня до нуля.

Обозначим партию поставки – $n_{\text{пост}}$, ритм поставки – $R_{\text{пост}}$, тогда интенсивность потребления

$$I = \frac{n_{\text{пост}}}{R_{\text{пост}}}.$$

Теперь непосредственно перейдем к детерминированным моделям, первым представителем которых является модель управления с фиксированной партией поставки.

Интенсивность потребления ресурса со склада изменяется и принимает любое значение в интервале $(I_{\min}, I_{\max})$. Время исполнения заказа $T_{\text{пост}}$ и размер партии поставки $n_{\text{пост}}$ зафиксированы. $H_{\text{тз}}$ – управляющий параметр, при котором должен быть сделан заказ очередной партии. Важным параметром является $H_{\text{скл}}$, т.е. необходимая для хранения емкость склада.

Важная особенность этого способа управления: не имеет значения, по какой траектории снижается запас до уровня $H_{\text{тз}}$. Имеет значение лишь характер расходования ресурса в течение срока поставки.

Проанализировав модель, можем сделать вывод, что партия поставки не должна быть меньше точки заказа. При необходимости размер партии поставки должен быть скорректирован. Если это невозможно, то корректируется срок поставки.

Следующая детерминированная модель – с фиксированным ритмом поставки.

Основные параметры определены как и в предыдущем случае. Но теперь зафиксирован ритм поставки $R_{\text{пост}}$, т.е. управляющим параметром является время.

В момент заказа фиксируется текущий остаток ресурса на складе $H_{\text{тек}}$. Определяется величина резервного запаса. Следует обратить внимание на то, что в отличие от предыдущей модели здесь потребление ресурса резервируется на всем цикле $R_{\text{пост}}$, а там – только на сроке поставки $T_{\text{пост}}$.

Во избежание дефицита будем резервировать емкость склада на весь цикл потребления и на срок поставки. Для этого рассчитывается $H^*_{\text{скл}}$ (условный максимальный запас, т.е. уровень, которого он достиг, если бы заказанная партия поступила на склад мгновенно.

Перейдем к 3 способу – Комбинированному.

В этом случае партия и ритм не фиксированы. При этом: как в первой модели, управляющий параметр – остаток запаса на складе;

```
  for (int i=1; i<sourceImage.Width; i++)
  {
   integrImage[i,0]=
   sourceImage.GetPixel(i,0).GetBrightness()+
   integrImage[i-1,0];
  }
  for (int i=1; i < sourceImage.Height; i++)
  {
   integrImage[0,i]=
   sourceImage.GetPixel(0,i).GetBrightness()+
   integrImage[0,i-1];
  }
  for (int j=1; j < sourceImage.Height; j++)
   for (int i=1; i < sourceImage.Width; i++)
    integrImage[i,j]=
    sourceImage.GetPixel(i,j).GetBrightness()+
    integrImage[i-1,j]+integrImage[i,j-1]-
    integrImage[i-1,j-1];
}
```

Литература

1. *Волченков М.П.* Об автоматическом распознавании лиц / М.П. Волченков, И.Ю. Самоненко // Интеллектуальные системы. – 2005. – № 2. – С. 135–156.

2. *Загоруйко Н.Г.* Прикладные методы анализа данных и знаний / Н.Г. Загоруйко. – Новосибирск: ИМ СО РАН. – 1999. – 270 с.

3. *Столниц Э.* Вейвлеты в компьютерной графике / Э. Столниц, Т. ДеРоуз, Д. Салезин. – РХД Москва-Ижевск. – 2002. – 272 с.

4. *Добеши И.* Десять лекций по вейвлетам / И. Добеши. – РХД Москва-Ижевск. – 2001. – 464 с.

5. *Махортов С.Д.* Программирование на C# : учебное пособие / С.Д. Махортов : Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж : ЛОП ВГУ, 2006. – 51 с.

6. *Биллиг В.А.* Основы программирования на C#: Учебное пособие / В.А. Биллиг: М. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 483 с.

Содержание

Аль Имам А.А. , Вервейко Н.Д. Применение вейвлет-преобразования к решению задач течения материалов с учетом микроструктуры 3

Антонова О.И., Дудукина А.Е. Марковская модель кредитно-депозитных операций 4

Артемов М.А., Сорокина В.А., Селезнев К.Е. Проблема анализа рядом стоящих слов 8

Артемов М.А., Ширяев М.М. Практическое использование DataGridView для редактирования информации в БД 14

Асвад Фирас. М. Разработка моделей проектирования для информационной системы построения расписания 18

Балабанова Е.П., Гурьева Е.К. Стохастические модели управления запасами 20

Балашникова А.В. О предельном состоянии идеальнопластического слоя, сжатого параллельными шероховатыми плитами при трансляционной анизотропии 24

Белоусова Е.П., Вязанкина М.И. О модели Розенцвейга-Макартура 31

Болодурина И.П., Иванова Ю.П. Математическое моделирование развития ВИЧ-инфекции на фоне вторичного вирусного заболевания 35

Болодурина И.П., Кулешов А.В. Применение методов искусственного интеллекта для решения задач динамики 41

Болотова С.Ю. Статистические результаты релевантного обратного вывода 45

Бондарева М.В., Иванов А.В., Коржов Е.Н. Моделирование течения рабочего тела в щелевом кольцевом канале переменного поперечного сечения с эксцентриситетом 49

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ, ИНФОРМАТИКИ И МЕХАНИКИ

Сборник трудов
Международной
конференции

Воронеж
26—28 ноября 2012 г.

Часть 2

Воронежский государственный университет
Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова
Математический институт им. В. А. Стеклова РАН

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ТЕОРИИ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ



МАТЕРИАЛЫ

Воронежской весенней математической школы
«Понтрягинские чтения — XXI»

Здесь Ω – функция вихря, Ψ – функция тока, $X = x/h_1$, $Y = y/h_2$, $\xi = h_1/h_2$, $T = (t - t_c)/(t_h - t_c)$, $\mathrm{Gr} = \beta g h_1^3 (t_h - t_c)/v^2$, t – текущая температура, v, β – кинематическая вязкость и коэффициент объемного расширения жидкости, g – ускорение силы тяжести.

В режиме теплопроводности система уравнений (1) – (3) становится несопряженной и решение уравнение (3) есть

$$T(X,Y) = 1 - X. \tag{8}$$

На основании (8) система (1) – (7) может быть переписана в виде

$$\partial^2\Omega/\partial X^2 + \xi^2\partial^2\Omega/\partial Y^2 = \mathrm{Gr}, \tag{9}$$

$$\partial^2\Psi/\partial X^2 + \xi^2\partial^2\Psi/\partial Y^2 = -\Omega, \tag{10}$$

$$\Psi(0,Y) = \Psi(1,Y) = \Psi(X,0) = \Psi(X,1) = 0, \tag{11}$$

$$\partial\Psi(0,Y)/\partial X = \partial\Psi(1,Y)/\partial X = \partial\Psi(X,0)/\partial Y = \partial\Psi(X,1)/\partial Y = 0. \tag{12}$$

Если из уравнения (10) подставить Ω в уравнение (9), то получим краевую задачу:

$$\partial^4\Psi/\partial X^4 + 2\xi^2\partial^4\Psi/(\partial X^2\partial Y^2) + \xi^4\partial^4\Psi/\partial Y^4 = -\mathrm{Gr}; \tag{13}$$

с граничными условиями (11) – (12).

Последовательным использованием конечного интегрального синус–преобразования Фурье по переменным X и Y получено решение задачи для функции тока

$$\Psi(X,Y) = \\ = -\frac{4}{\pi^6} Gr \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{(-1)^n - 1}{n} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{m} \frac{(-1)^m - 1}{(n^2 + \xi^2 m^2)^2} \sin(\pi m Y) \right] \sin(\pi n X), \tag{14}$$

которое позволяет проанализировать характер течения в прямоугольной полости при кондуктивном режиме термоконвекции и может быть использовано для отладки и тестирования разработанной программной реализации математической модели процесса свободно-конвективного течения среды.

Именной указатель

Абанина Д.А., 9
Абдурагимов Г.Э., 10
Аввакумов С.Н., 11
Авраменко Л.Г., 14
Агачев Ю.Р., 15
Аксенов Н.А., 17
Алексеева О.Ю., 18
Алексеева С.М., 18
Архипов В.П., 19
Асвад Ф.М., 20
Астахова И.Ф., 20, 22
Ахмед А.М., 22

Бадков В.М., 24
Баев А. Д., 27
Баев А.Д., 25
Батурина О.В., 29
Бахтина Ж.И., 176, 179
Баширов Н.Г., 30
Башкарёв П.Г., 31
Безрядин М.М., 134
Беленова О.В., 32
Беседина Т.В., 32
Бирючинская Т.Е., 47
Блатов И.А., 34
Богатова В.П., 36
Богомолов А.И., 38
Богомолов В.Г., 39
Богомолова Е.П., 40
Бондаренко Н.П., 42
Бравый Е.И., 43, 44
Бугаков В.М., 164
Бурлуцкая М.Ш., 45
Буховец А.Г., 47
Быков Д.С., 48
Бырков И.А., 49

Вахитова Е.В., 51
Вахитова С.Р., 52
Веберг Т.И., 55
Вервейко Н.Д., 56
Верещагин В.П., 58
Винников Е.В., 59
Владимирова Е.В., 61
Волгина В.В., 227

Гадильшина В.Р., 62
Галимянов А.Ф., 62, 63, 65
Галкина Т.Э., 175
Гальцев О.В., 66
Гарбуз Е.В., 69
Гачаев А. М., 258
Глушко Е.Г., 83
Головко Н.И., 67
Голубь А.В., 68
Гончаренко Ю.В., 14
Гончарова Г.А., 69
Гоцев Д.В., 70
Гребенникова И.В., 71
Гриценко С.А., 72

линейно-независимые решения $u_{1,2}(t) \in C^\infty(0;d]$ однородного уравнения (1) для которых при некотором значении $\delta > 0$ справедливы следующие представления:
если $b(0) < 0$, то $u_{1,2}(t) \in C^\infty(0;d]$
и $u_1(t) = \sum\limits_{i=0}^{+\infty} u_{1,i}t^i$, $u_2(t) = \exp\{\int\limits_t^\delta \frac{b(\tau)}{a(\tau)}d\tau\} \cdot \sum\limits_{i=0}^{+\infty} u_{2,i}t^i$, $\lim\limits_{t\to 0+0} u_2^{(m)}(t) = 0$
для всех $m \geqslant 0$;
если $b(0) > 0$, то $u_2(t) \in C^\infty(0;d]$
и $u_1(t) = \exp\{\int\limits_t^\delta \frac{b(\tau)}{a(\tau)}d\tau\} \cdot \sum\limits_{i=0}^{+\infty} \tilde{u}_{1,i}t^i$, $u_2(t) = \sum\limits_{i=0}^{+\infty} \tilde{u}_{2,i}t^i$,
$\lim\limits_{t\to 0+0} u_1^{(m)}(t) = \infty$ для всех $m \geqslant 0$.

Коэффициенты разложений $u_{k,i}, \tilde{u}_{k,i}$ $(k = 1,2)$ вычисляются по последовательным рекуррентным формулам.

Составлена программа расчета коэффициентов разложений в специализированном пакете символьных вычислений MATHEMATICA .

Литература

1. Архипов В.П. Точная асимптотика решений вырождающихся дифференциальных уравнений второго порядка. Современные методы теории краевых задач. - Воронеж: ВГУ, 2008-с.23-24.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ В ИРАКЕ

Астахова И.Ф., Асвад Ф.М. (Воронеж)
astachova@list.ru

С целью автоматизации работы учебного заведения требуется разработать базу данных и web-интерфейс к ней.

База данных должна хранить информацию о следующих объектах: факультете; кафедре; преподавателях; студентах; экзаменах; предметах. Web-интерфейс состоит из совокупности взаимосвязанных страниц. Одна из страниц имеет вид:

С помощью программного продукта можно получить результаты успеваемости, как диаграммы Excel.

Программный продукт выполнен с помощью PHP, MySQL, web-сервера Apache.

База данных состоит из шести связанных между собой таблиц: *College, Department, Lectures, Students, Exams, Subjects* необходимых

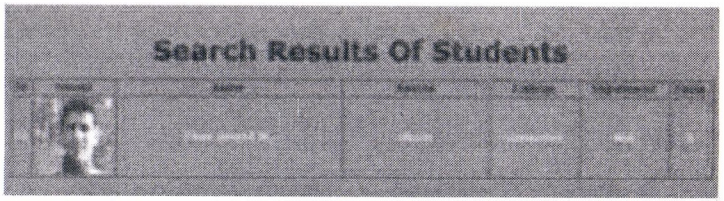


Рис. 1 Результат поиска студента

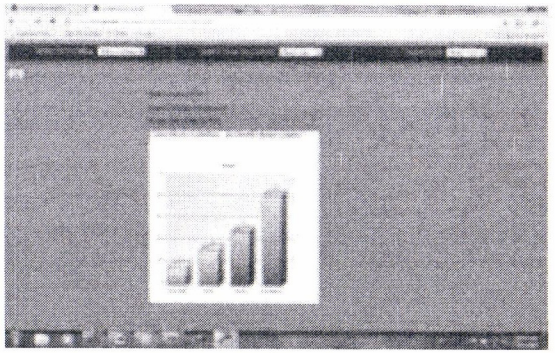


Рис. 2 Успеваемость студентов после сдачи экзаменов

для работы основной программы и таблицы User, в которой хранятся сведения о пользователях. Таблица ***College*** служит для хранения данных о факультетах университета Диала, ***Department*** служит для хранения данных о кафедрах факультетов, в таблице ***Lectures*** хранятся данные о преподавателях, работающих на определенных кафедрах, таблица ***Students*** представлены сведения о студентах, обучающихся в университете, в таблице ***Subjects*** хранятся данные о предметах, преподаваемых на кафедрах, таблица ***Exams*** содержит информацию о сданных студентами экзаменах. Структура сайта имеет следующий вид:

В Privet.php предлагается войти или как пользователь, или как администратор. В nextpage.php проверяется правильно ли введен пароль, если пароль не совпадает с ключевым словом, то предлагается попытаться ввести пароль еще раз. При правильном введении пароля отправляемся в Glavn.html. Если пароль неизвестен, то можно войти как пользователь – файл User.php, но уже с ограниченными

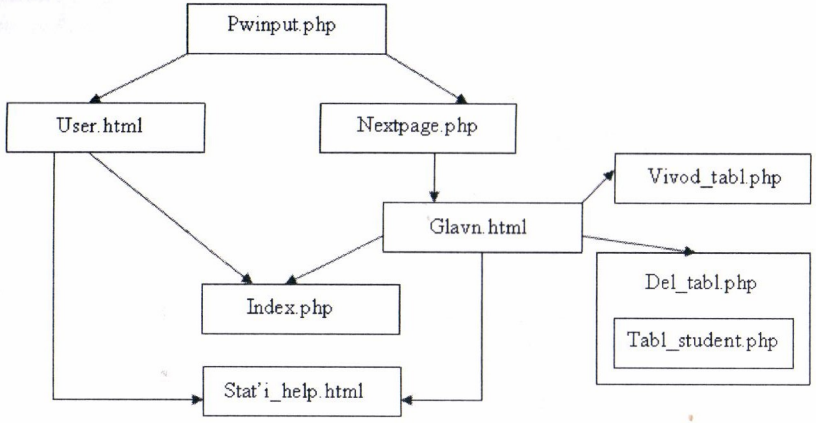


Рис. 3. Структура сайта

правами. В Glavn.html проверяется правильно ли введены фамилия, имя, введены ли номер курса, номер группы, название города. Если какое – либо поле не заполнено, то выдается соответствующее сообщение и предлагается ввести данные еще раз.

Литература

1. PHP / Дунаев В.В. ; «Питер Пресс», 2007. – 283 с.
2. JavaScript / Дунаев В.В. ; «Питер», 2005. – 393 с.
3. PHP5 / Зольников Д.С. ; М. : «NT Press», 2005. – 259 с.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ГОРОДОВ ИРАКА

Астахова И.Ф., Ахмед А.М. (Воронеж)
astachova@list.ru

Разрабатываемая информационная система состоит из базы данных, web-интерфейса, написана на языке PHP, с использованием СУБД MYSQL, сервера Apache.

Web-интерфейс состоит из совокупности взаимосвязанных страниц, стартовая страница имеет вид:

База данных состоит из шести связанных между собой таблиц *City, Monument, River, Street, Student, Study* необходимых для работы основной программы и таблицы User, в которой храняться сведения о пользователях. Таблица ***City*** служит для хранения данных о



Рис. 1. Страница авторизации

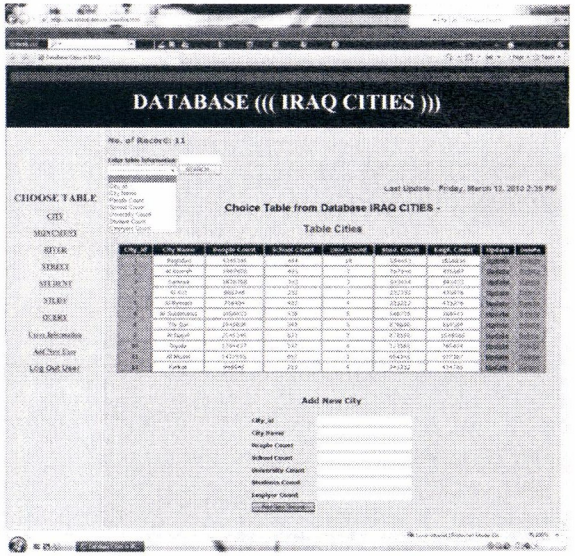


Рис. 2. Страница работы с базой данных

городах Ирака, ***Monument*** служит для хранения данных о памятниках в разных городах Ирака, в таблице ***River*** хранятся данные по существующим рекам Ирака, таблица ***Street*** хранит информацию об

Воронежский государственный университет
Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова
Математический институт им. В. А. Стеклова РАН
Российский университет дружбы народов

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ТЕОРИИ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ



МАТЕРИАЛЫ

Воронежской весенней математической школы
«Понтрягинские чтения—XXIV»

Именной указатель

А

Авраменко Л.Г., 6
Агранович Ю.Я., 8
Акишев Г., 11
Аксомитный А.А., 185
Ал Имам Адель А. Абед Ал-Вахаб, 229
Алексеева О.Ю., 12
Алексеева С.М., 12
Аль-Кхазраджи Сундус Х.М., 13
Андрианова А.А., 14
Аршава Е.А., 15
Асадулаева Т.Г., 17
Асвад Фирас М., 19
Астахова И.Ф., 19, 21
Асташова И.В., 25
Афанасенкова Ю.В., 28

Б

Бадриев И.Б., 29, 30
Баев А.Д., 31
Батаев Е.С., 33
Близняков Н.М., 34
Блинова И.В., 75
Бравый Е.И., 36
Бунеев С.С., 39, 42
Бурлуцкая М.Ш., 45
Бухтоярова К.Е., 137

В

Васильев А.В., 47
Васильев В.Б., 47
Васильев В.В., 48
Вервейко Н.Д., 229
Вервейко Н.Д., Ноаман С.А., 231
Виноградова П.В., 49

Г

Гладышев Ю.А., 28
Глазкова И.В., 50
Глушко А.В., 52
Глушко Е.Г., 52
Голованева Ф.В., 53
Головко Н.И., 55
Головко Н.И., 57, 58
Головцов А.В., 59
Гончаренко В.Ю., 60
Горшков А.А., 61
Губина С.С., 62
Гудошников И.М., 63

Д

Давыдова М.Б., 31
Дауитбек Д., 97
Демченко Д.А., 64, 66
Дж. М. Аль-Обаиди, 68
Донская Е.Ю., 69
Дуденков В.М., 71
Дулина К.М., 73
Дуплищева А.Ю., 74

Е

Евтехова И.А., 75
Екимов А.В., 77
Ермаков В.В., 78, 113, 143
Ерусалимский Я.М., 79

К

Келтикова О.О., 80
Кук Н.М., 81

З

Заборский А.В., 82
Задорожная Н.С., 104
Задорожний В.Г., 83, 116
Залыгаева М.Е., 85
Запорожцева С.В., 85
Зверева М.Б., 53
Звягин А.В., 88
Звягин В.Г., 89
Зубова С.П., 90, 199

И

Иванникова Т.А., 55
Иваньшин П.Н., 91
Изюрьева Е.С., 219
Иноземцев А.И., 92

К

Калашникова М.А., 93
Калистратова А.В., 94
Калитвин В.А., 96
Кальменов Т.Ш., 97
Канатов А.В., 98
Каплан А.В., 99
Каплиева Н.А., 201
Карпова А.П., 102
Картавая Е.Л., 233
Киселев С.С., 103
Клодина Т.В., 104
Ковалевский Р.А., 31
Колесникова И.В., 105
Кондратьев С.К., 109
Королева Т.Э., 49
Коротких А.С., 110
Костин В.А., 13
Костин Д.В., 111
Костина Т.И., 112
Кошелева Л.Г., 113
Краснов В.А., 114
Крылова Д.С., 57
Крячков М.В., 115
Кудинов А.Ф., 116
Купаковская О.В., 117
Кутищев И.Н., 118
Куценко И.Л., 120

Л

Листров Е.А., 179
Лобода А.В., 234
Ломовцев Ф.Е., 121

М

Макаров К.С., 123
Малиев А.А., 21
Малышева Л.А., 124
Маньковская А.Д., 185
Меач Мон, 125
Мельников А.В., 125
Мещеряков В.В., 127
Микка В.П., 128
Микка К.В., 128
Мокейчев В.С., 129

Н

Нахушева З.А., 130
Небольсина М.Н., 131
Негробова Е.А., 235
Немченко М.Ю., 133
Нестеров А.В., 134
Новиков Е.Н., 121

Из анализа рассмотренных этапов становится ясным, что при построении организационной структуры управления школой необходимо учитывать то обстоятельство, что все эти этапы должны быть структурно охвачены в ходе управленческой деятельности. При этом каждое структурное подразделение должно четко осознавать пределы своей компетенции при решении различных задач управления и специфику принимаемых им управленческих решений.

Определенный интерес для формирования эффективной системы управления школой представляет используемый при этом принцип организации. В общем случае могут быть использованы, как принцип организации ориентированный на "процесс так и принцип организации ориентированный на "результат". Таким образом, для формирования эффективной системы управления определенный интерес представляет сравнительный анализ между собой различных подходов организации управления образовательным процессом в школе. Результаты такого анализа показывают, что эффективное управление образовательными услугами должно быть ориентированным на результат.

Основная же цель управления, определяющая его основной результат, будет определяться повышением качества образовательных услуг, оказываемых школой. При этом следует иметь в виду, что цель и результаты образовательного процесса должны измеряться в одних и тех же единицах.

Литература

Ерошин В. Финансово-экономические отношения в образовании. М.:Педагогика,1999 - №3.

Заболотный Е.Б., Майсаков Д.Л. Некоторые аспекты распределения внебюджетных средств в учреждениях высшего профессионального образования. Университетское управление, 2001- № 2(17).

Гамдрович С.Р., Крутак А.Б. Новые информационные системы в малом бизнесе. В сб. международного конгресса "Маркетинг и системы информатизации предпринимательства". СПб.: СПбУЭФ, 1996.

Дахин А. Российское образование: модернизация или развитие?М.: Народное образование,2003- №2.

Тони Блер. Новая экономика требует новой системы образования. М.: Высшее образование в России,2000 - №2.

СХЕМА РАБОТЫ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ ЗАНЯТИЙ ВУЗА

Астахова И.Ф., Асвад Фирас М. (Воронеж)

В статье рассматривается схема работы генетического алгоритма [1-2]. Данная схема предназнвчена для составления расписания. В нее входят следующие шаги: инициализация данных, получение первой популяции, селекция, кроссовер и затем мутация (рис. 1).

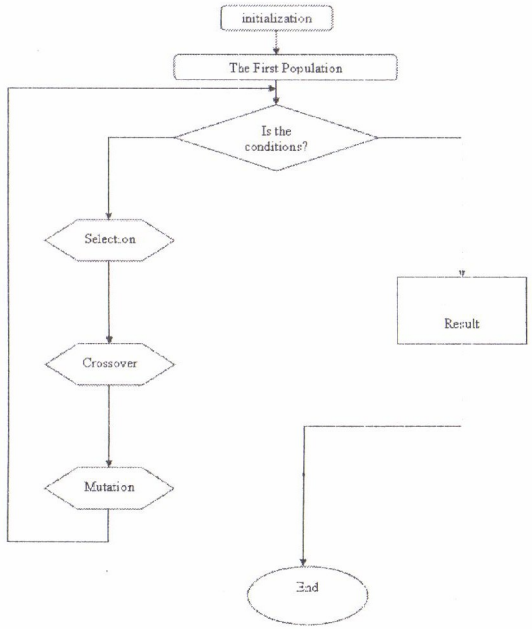


Рис. 1. Схема работы алгоритма.

Описание работы алгоритма.

1. Инициализация

Первоначальная инициализация особей проходит в 2 этапа.

1 этап - построение допустимых значений. В него входят:

- выборка из базы данных ID аудиторий по типам: лекционные, практические, (по всем уникальным значениям таблицы AudType ID);

- сохранение полученных данных в коллекции LectionAuds, PracticalAuds, Эти коллекции содержат допустимые значения для Хромосомы.Аудитории;

- выборка всех Time.ID из таблицы Times, сохранение ее в таблицу TimeData, т.е. таблица TimeData содержит все возможные пары за одну неделю;

- в массив BlockInfo[] Blocks (id_block, id_group, id_subject, id_teacher, id_Type_Lectuer} выбираются соответствующие столбцы из таблицы Block_БД. Информация массива Blocks в дальнейшем используется для записи в БД конечного результата.

Хранение данных в оперативной памяти целесообразно, поскольку они выбираются единственный раз и используются для всех особей на каждом этапе работы алгоритма (инициализация, скрещивание, мутация, селекция).

2 этап. Инициализация

- создание n экземпляров класса Особь, где n – указанный в настройках алгоритма размер популяции;

- выборка m - общего числа блоков занятий из таблицы Blocks;

- вызов конструктор класс Особь с параметром m;

- конструктор класса Особь создает экземпляр класса Хромосома. Аудитории и Хромосома.Время, каждая из которых имеет m экземпляров класса Ген;

- конструктор класса Хромосома.Аудитории создает массив из m генов. Номер гена в массиве соответствует номеру блока занятий;

- инициализация генов класса Хромосома.Аудитории – по номеру гена (номеру блока занятий) из массива BlockAudtypes – тип подходящей аудитории. Из этой таблицы случайным образом выбирается номер подходящей аудитории. Если значение соответствующего значения BlockIntencity 1, то для следующего гена из Хромосомы.Время выполняется принудительное назначение того же времени, что и у предыдущего;

- инициализация генов класса Хромосома.Время – каждому гену присваивается случайное значений из таблицы TimeData.

2- Create the First Population:- На первом этапе случайным образом формируется исходная популяция,состоящая из заданного числа M особей, где каждая особь популяции представляет собой отдельный вариант расписания (решение задачи).

3- Conditions:- Определение условия остановки генетического алгоритма, зависит от его конкретного применения.

4-Select:- Селекция особей На этапе происходит отбор (селекция) наиболее приспособленных особей (вариантов расписания), имеющих более предпочтительные значения функции пригодности по сравнению с остальными особями.

5- Crossover:- (Скрещивание) – Скрещивает родителей, чтобы получить нового потомка. Скрещивание происходит с определенной вероятностью. Если скрещивание не выполнилось, то потомок – это точная копия одного из родителей.

6- Mutation:-(Мутация) Изменяет несколько отличительных признаков нового потомка в локусе (участок хромосомы) с определенной вероятностью. Если мутации не произошло, потомок является прямым результатом скрещивания, или копией одного из родителей.

По рассмотренному алгоритму в среде C# разработан программный комплекс, выполняющий все шаги алгоритма и позволяющий построить расписание занятий в определенный интервал времени с известными ограничениями.

Литература

1. Низамова Г.Ф. Математическое обеспечение составления расписания учебных занятий на основе генетических алгоритмов // Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук – Уфа: УГАТУ, 2006, 135с.

2. Гладков Л.А. Генетические алгоритмы. / Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. – М.: "Физматлит", 2006 г., 320 стр.

ВЫБОР МЕТОДА ПОСТРОЕНИЯ ТРАНСЛЯТОРА

Астахова И.Ф., Малиев А.А. (Воронеж)

Транслятор является программой, которая способна воспринимать строку символов определенного вида (т.е. текст программы на исходном языке) и выдавать другую строку символов (объектную программу). Трансляторам присущ ряд общих черт, что упрощает их процесс создания. В состав любого транслятора входят три основных компонента [1-2]:

- лексический анализатор (блок сканирования);
- синтаксический анализатор;
- генератор кода машинных команд.

Для разработки лексического и синтаксического анализатора можно воспользоваться так называемыми компиляторами компиляторов. Компилятор компиляторов — программа, воспринимаю-

Воронежский государственный университет
Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова
Математический институт им. В. А. Стеклова РАН
Российский университет дружбы народов

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ТЕОРИИ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ



МАТЕРИАЛЫ

Воронежской весенней математической школы
«Понтрягинские чтения—XXIV»

Воронежский государственный университет
Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова
Математический институт им. В. А. Стеклова РАН

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ТЕОРИИ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ



МАТЕРИАЛЫ

Воронежской весенней математической школы
«Понтрягинские чтения—XXIII»

ОБРАТНЫЕ ОПЕРАТОРЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Ярославцева В.Я. (Липецк)
aleks49@lipetsk.ru

Рассматриваются операторы преобразования Φ_ν^{-1} для дифференциального оператора типа Лежандра-Гегенбауэра

$$P_x = \frac{1}{\mathrm{sh}^{2\nu} x} \cdot \frac{\partial}{\partial x}\Big(\mathrm{sh}^{2\nu} x \cdot \frac{\partial}{\partial x}\Big) + \nu^2 ,$$

где ν - действительный параметр. Через $C^{\infty}_{чет,0}[0,r)$ будем обозначать класс бесконечно дифференцируемых функций, которые обращаются в нуль в окрестности правого конца и в нуле все производные нечетного порядка равны нулю. На функциях $u \in C^{\infty}_{чет,0}[0,r)$ определим оператор $\Phi_\nu[1]$. Через $C^{\infty,\nu}_{чет,0}[0,r)$ будем обозначать образ оператора Φ_ν^{-1}.На множестве $C^{\infty,\nu}_{чет,0}[0,r)$ строим операторы преобразования Φ_ν^{-1}, которые в зависимости от параметра ν являются либо операторами типа операторов дробного дифференцирования, либо операторами типа операторов дробного интегрирования по гиперболическим косинусам. Показывается, что операторы Φ_ν и Φ_ν^{-1} являются взвимно обратными и осуществляют взаимно однозначное отображение пространства $C^{\infty}_{чет,0}[0,r)$ на себя.

Теорема. $P_x\Phi_\nu u = \Phi_\nu D^2 u, \quad u \in C^{\infty}_{чет,0}[0,r);$
$\Phi_\nu^{-1} P_x u = D^2 \Phi^{-1} u, \quad u \in C^{\infty,\nu}_{чет,0}[0,r).$

Построенные операторы преобразоваания дают возможность выявить и поставить ряд краевых и смешенных задач для некотрого класса вырождающихся дифференциальных уравнений в частных производных. Предложеннный метод позволяет перейти от краевой задачи с особенностью к соответствующей регулярной эллиптической краевой задаче и выразить решение сингулярной задачи через решение последней.

Литература

1. Ярославцева В.Я. Операторы преобразования на полупрямой //Современные методы в теории краевых задач: материалы Воронежской весенней математической школы "Понтрягинские чтения-XIII." Воронеж, 2002, с. 166.

Именной указатель

Авраменко Л.Г., 3, 4
Аксенов А.А., 139
Алексеева О.Ю., 5
Алексеева С.М., 5
Аль-Джоуфи С.А., 6
Андреева Е.А., 9
Андрианова А.А., 11
Антюшина И.В., 12
Аршава Е.А., 13
Асадулаева Т.Г., 16
Астахова И.Ф., 18
Асташова И.В., 21
Асвад Фирас М., 18
Ахундов А.Я., 23

Бадков В.М., 24
Баев А.Д., 25
Башкарёв П.Г., 28
Белоусов Ф.А., 29
Бирюков О.Н., 30
Большакова И.С., 9
Борисоглебская Л.Н., 31
Бравый Е.И., 33
Бугаков В.М., 139
Буховец А.Г., 121
Бухтоярова К.Е., 176
Бурлуцкая М.Ш., 34, 35

Вахитова Е.В., 37, 39
Вахитова С.Р., 37, 39
Величко В.С., 42
Вишневская Н.И., 43
Волынская М.Г., 44
Волокитин Е.П., 93

Галусарьян Р.Т., 45
Гасанова А.И., 23
Глушко А.В., 47, 49
Говорский Д.И., 73
Голебузов Д.А., 50
Голованёва Ф.В., 51
Головцов А.В., 54
Головко Н.И., 52, 53
Гончаренко Ю.В., 4
Горбенко О.Д., 183
Горшков А.А., 55
Грачиков Д.В., 56
Гулина О.В., 62
Гузь М.П., 145

Давыдова М.Б., 25, 57
Дикарева Е.В., 60
Дубровский И.О., 61
Джасим М.Д., 6

Еровенко В.А., 62
Ерусалимский Я.М., 63

Жуковская Т.В., 65

номерностей психофизиологических и психофизических процессов восприятия, памяти, мышления; слабая эффективность профориентационной работы по привлечению в педвузы одаренных и интеллектуально развитых абитуриентов (в основном по социально-политическим и экономическим причинам); субъективные факторы (зависящие от воли и умений преподавателей и студентов) - это чрезмерная интенсивность и недостаточная эффективность структурирования информационного потока знаний; недостаточная развитость функциональных и операционных механизмов восприятия и переработки математической информации обучаемым; слабая мотивация и прикладная направленность воспринимаемых знаний; недостатки организационно-методического обеспечения учебной деятельности; недостаточное внимание педагогов к вопросу организации рефлексии обучаемых и формированию творческой активности в процессе обучения математике.

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ ВУЗА ИРАКА

Астахова И.Ф., Асвад Фирас М. (Воронеж)

В статье рассматриваются вопросы проектирования и разработки информационной системы с базой данных вуза Ирака, система содержит отдельный блок разработки расписания.

Целью данного проекта является разработка базы данных для составления расписания.

Составление расписания учебных занятий является одной из важнейших задач управления учебным процессом. Расписание занятий представляет собой пространственно-временной график их проведения с "привязкой" к конкретным учебным группам и дисциплинам обучения. В данной статье будет описано применение генетического алгоритма для решения поставленной задачи.

Получилась задача, которую условно можно разбить на части:

- спроектировать и реализовать базу данных;
- реализовать web приложение, работающее с базой данных с удобным пользовательским интерфейсом;
- разработать математическую модель, позволяющую оптимально составлять расписание.

Для решения задачи необходимо на сервере иметь операционную систему Windows или Linux, СУБД SQL Server 2008.

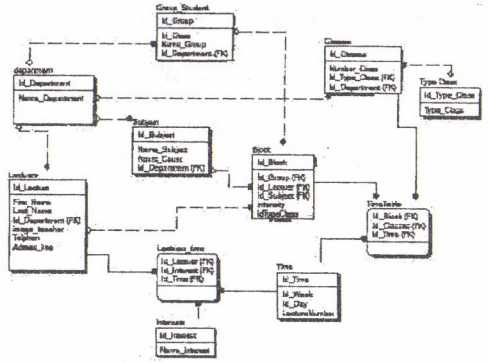


Рис. 1: Таблицы расписания

База данных состоит из следующих таблиц (рис. 1):

1. **Department – таблица кафедры:**
   - Id_Department - идентификуционный номер кафедры;
   - Name_Department – название кафедры;
2. **Group_student –таблица "Группа_Студент":**
   - Id_Group – идентификуционный номер группы;
   - Id_Class – номер курса;
   - Name _Group – название группы;
   - Id_Department номер кафедры;
3. **Lectures – таблица "Преподаватель":**
   - Id_Lecturer – идентификационный номер преподавателя;
   - Name _Lecturer – ФИО преподавателя;
   - Id_Department номер кафедры;
4. **Subject – таблица "Предмет":**

- Id _Subject идентификационный номер предмета;
- Name_ Subject– название предмета;
- Hours_Count – количество часов для предмета;
- Id_Department номер кафедры;

5. **Classes – таблица "Аудитории"**:
   - Id_Class – идентификационный номер аудитории;
   - Number_Class – номер аудитории;
   - Id_Type_Class – вид аудитории;
   - Id_Department номер кафедры.
6. **Type_Classes – таблица "Виды аудитории"**
   - Id_Type_Classes - – идентификационный номер вида аудитории;
   - Name_Type_Classes – название вида аудитории.
7. **Time – таблица "Время занятий":**
   - Id_Time – идентификационный номер времени;
   - Id_Week–номер недели;
   - Id_Day –номер дня;
   - Lecturer_Count – количество лекций в день;
8. **Interests – таблица "Предпочтительное время для преподавателей":**
   - Id_Interest – идентификационный номер времени;
   - Name_Interests – название времени
9. **Lecturers_Time – таблица "Время лекций для преподавателя"**;
   - Id_Lecturer – номер преподавателя.;
   - Id_Time – номер времени лекций;
   - Id_Interest – номер предпочтительного времени для преподавателя.
10. **Block – таблица "Блок занятий":**

- Id_block – идентификационный номер блока занятий;
- Id_Group – номер группы студентов;
- Id_Subject – номер предмета;
- Id_lecturer – номер преподавателя;
- Intensity – частота лекций;
- Id_Type_Class – вид аудитории.

11. **Time Table – таблица "Расписание":**
    - Id_Block –номер блока;
    - Id_Time – номер времени;
    - Id_Classes – номер аудитории.

Литература

1. Астахова И.Ф., Толстобров А.П., Мельников В.М. SQL в примерах и задачах: учеб. пособие: 2-е изд. испр., доп. Воронеж: Изд-во Воронеж. Ун-та, 2000. – 161с.

2. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных: Учеб. пособие: Пер. с англ. – 6-е изд. М.; СПб.; Киев: Вильямс, 2000. – 846 с.

3. Молина Г.Г. Системы баз данных / Г.Г. Молина Ульман Д.Д., Уидом Д. – М.? Вильямс, 2003. – 1088 с.

4. Конноли Т. Базы данных. Проектирование. реализация. Сопровождение/ Т.Конноли, К.Бегг. – М.: Вильямс, 2003 . – 864

О КНЕЗЕРОВСКИХ РЕШЕНИЯХ НЕЛИНЕЙНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО И ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА[1]

Асташова И.В. (Москва)

ast@diffiety.ac.ru

Для $0 < \lambda < 1$, $(-1)^{(n)} p(x) \geqslant 0$ и $x \geqslant 0$ рассмотрим дифференциальное уравнение

$$y^{(n)}(x) = p(x)\,|y(x)|^{\lambda}\,\operatorname{sign} y(x). \qquad (1)$$

Определение ([1]). Решение $y(x)$ уравнения (1) называется *убывающим на бесконечности князеровским решением*, если

$$(-1)^{(i)}\, y^{(i)}(x) > 0 \quad \text{и} \quad |y^{(i-1)}(x)| \downarrow 0, \quad x \to \infty, \quad i = 1, 2, ..., n. \qquad (2)$$

[1]Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 11-01-00989)

ISSN 0869-8325

ТОМ 18 Выпуск 4

1 – 8 X • 2011

ОБОЗРЕНИЕ ПРИКЛАДНОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ МАТЕМАТИКИ

В выпуске:

Статья лауреата конкурса **«ОРМИ–ОПиПМ'2011»**
Секция **«Нечеткие системы, мягкие вычисления и интеллектуальные технологии»**

ДВЕНАДЦАТЫЙ ВСЕРОССИЙСКИЙ СИМПОЗИУМ
ПО ПРИКЛАДНОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ МАТЕМАТИКЕ

Осенняя открытая сессия.
Научные доклады. Часть II

Редакция журнала «ОПиПМ» • МОСКВА
2011

ОБОЗРЕНИЕ
ПРИКЛАДНОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ
МАТЕМАТИКИ
Том 18 Выпуск 4
2011

Двенадцатый Всероссийский симпозиум *по прикладной и промышленной математике*

(осенняя открытая сессия)

г. Сочи-Адлер, 1 – 8 октября 2011 г.

Научные доклады

Часть II

Под редакцией *Ю. В. Прохорова*, *А. Р. Симоняна*, *В. И. Хохлова*

МОСКВА • «ОПиПМ» • 2011

XII ВСЕРОССИЙСКИЙ СИМПОЗИУМ ПО ПРИКЛАДНОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ МАТЕМАТИКЕ

(осенняя открытая сессия, 1 – 8 октября 2011 г.)

ОРГАНИЗАТОРЫ СИМПОЗИУМА

Сочинский государственный университет
Сочинский научно-исследовательский центр РАН
Академия криптографии Российской Федерации
Институт проблем информатики РАН
Ред. журналов: «Информатика и ее применения»,
«Обозрение прикладной и промышленной математики», «Прикладная информатика»,
«Теория вероятностей и ее применения» (Научное издательство «ТВП»)
«Lobachevskii Journal of Mathematics»

Объединенный Оргкомитет

Академик Ю. В. Прохоров (председатель),
академик В. А. Бабешко, академик А. А. Боровков, кадемик С. С. Григорян,
академик И. А. Ибрагимов, академик В. И. Колесников, академик А. Б. Куржанский,
академик В. П. Маслов, академик И. А. Соколов, академик В. П. Шорин,
член-корр. А. Б. Жижченко, член-корр. С. В. Кисляков, член-корр. В. В. Русанов,
член-корр. Б. А. Севастьянов, член-корр. В. А. Сойфер, член-корр. А. Н. Ширяев,
И. П. Бойко, А. А. Емельянов, А. М. Зубков, В. Ф. Колчин, А. С. Максимов, О. Н. Медведева,
Г. М. Романова, В. В. Сапожников, А. Р. Симонян, Г. А. Симонян, В. И. Хохлов, С. Я. Шоргин.

Спонсоры

Российский фонд фундаментальных исследований
Академия криптографии Российской Федерации
Сочинский государственнй университет
Редакции журналов «Обозрение прикладной и промышленной математики»,
«Теория вероятностей и ее применения»

Оргбюро Всероссийских симпозиумов по прикладной и промышленной математике

Академик Ю. В. Прохоров (председатель),
В. Ф. Колчин (зам. председателя), В. И. Хохлов (зам. председателя),
В. И. Астафьев, Г. И. Белявский, Л. И. Герасимова (секретарь),
В. В. Мазалов, М. Л. Николаев, А. Р. Симонян.

Локальный Оргкомитет

А. Р. Симонян (председатель), Е. И. Улитина (ученый секретарь),
С. А. Киян, И. Л. Макарова, С. Ж. Симаворян, М. А. Сунцова, О. А. Шуляк

НАУЧНАЯ ПРОГРАММА СИМПОЗИУМА (список минисимпозиумов)

1. Безопасность компьютерных систем
2. Геометрическая нелинейная оптика
3. Инженерно-технологическая математика
4. Информационные технологии и задачи связи
5. Квантовые вычисления
6. Математические методы биологических и экологических систем
7. Математические модели в жидких кристаллах
8. Математические методы в педагогических исследованиях
9. Математические модели в теории оболочек
10. Математическое моделирование процессов рассеяния примесей в турбулентной атмосфере
11. Математическое моделирование свойств материалов и конструкций
12. Математическое образование
13. Медицина
14. Метод конечных элементов
15. Механика жидкости и газа
16. Механика природных процессов
17. Механика разрушения
18. Модели горения и взрыва
19. Нанотехнологии: математические модели
20. Науки о Земле, геология, геофизика
21. Неклассические задачи для уравнений математической физики
22. Некорректные, обратные и условно корректные задачи
23. Нелинейное моделирование и управление
24. Обработка данных, анализ и обработка изображений
25. Прикладная вероятность и статистика
26. Прикладная геометрия. Обработка и распознавание образов
27. Прикладная дискретная математика. Обработка и защита информации
28. Системы поддержки принятия решений для регионального управления
29. Социология. Психология
30. Специальные функции и ортогональные многочлены
31. Супер-, нейро-, биокомпьютеры. Эволюционные и мембранные вычисления
32. Теория управления и системные исследования. Процессы принятия решений
33. Тепло- и массоперенос
34. Физика океана и атмосферы
35. Фракталы и масштабный эффект
36. Экономика, страховая и финансовая математика
37. Энергетика и передача энергии
38. Юриспруденция. Криминалистика.
39. История российской прикладной математки

XII ВСЕРОССИЙСКИЙ СИМПОЗИУМ ПО ПРИКЛАДНОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ МАТЕМАТИКЕ

(осенняя открытая сессия, 1 – 8 октября 2011 г.)

СОДЕРЖАНИЕ

Агаларов М. Я., Агаларов Я. М. Аналитическая модель специализированной многопроцессорной системы со слабосвязанной архитектурой 615

Алешин В. С., Алешин А. В., Муртазина Л. Г. Сорбция ионов тяжелых металлов активным илом аэротенков 616

Аркин В. И., Сластников А. Д. Компенсация процентных ставок по кредиту с помощью механизма амортизации 617

Асвад Фирас М. Разработка системы составления расписания ВУЗа 621

Бабаш А. В. Период выходной последовательности обобщенного узла выборки при заданной входной периодической последовательности 621

Бежаева З. И., Оселедец В. И. Вычисление энтропии скрытой марковской цепи с одним «немарковским» состоянием 622

Бестужева А. Н. Краевые волны над наклонным дном 623

Бондарева Е. В., Дрейзис Ю. И., Кантаржи И. Г. Прогнозирование деформаций неоднородного по составу пляжа вблизи поперечных сооружений в береговой зоне моря 624

Былков Д. Н. Усложнения линейных рекуррент над кольцом Галуа, не приводящие к потере информации 625

Вдовина Е. К. Уравнение Гарри Дума приводится к линейному ОДУ 626

Веретенников Д. О. Определение условия оптимума для гребного винта с помощью RANSE-методов при проектировании комплекса корпус–движитель 627

Галкина А. С., Мантуров А. И., Пыринов Н. И., Юрин В. Е. Использование вычислительных методов при параметризации программы управления угловым движением в бортовых комплексах управления КА ДЗЗ 629

Галушко Ю. В. О задаче максимизации полезности в некоторой общей модели неполного рынка 630

Голубин А. Ю., Гридин В. Н. Построение оптимальных стратегий страхования и перестрахования в процессе риска с дополнительными ограничениями на риски страховщика 631

Горшков С. П., Двинянинов А. В. Нижняя и верхняя оценки порядка аффинности отображений $V_n \to V_n$ 633

Григорян С. С. О решении современных проблем астрофизики и космологии . 634

Губайдуллин Д. А. Некоторые особенности и эффекты механики многофазных сред 636

Гуревич Б. М. Асимптотические свойства равновесных мер, отвечающих последовательностям конечных подматриц бесконечной неотрицательной матрицы 637

Дрейзис Ю. И., Григорьян И. В., Коваленко В. В. СППР для управления природными ресурсами прибрежных регионов 638

Ерофеев И. В., Москвичев А. В., Иванов А. В., Коржов Е. Н. Моделирование турбулентных течений в кольцевых каналах переменного сечения 639

Заика Ю. В. Интегро-дифференциальное уравнение Риккати, моделирующее ТДС-дегазацию 640

Зотов В. А., Сорокин И. В. Оценка времени истечения жидкости из цилиндра через два разноуровневых отверстия 642

Иванов А. В. Полумарковская модель управления запасом непрерывного продукта 642

Асвад Фирас М. (Воронеж, ВГУ). **Разработка системы составления расписания ВУЗа.**

Составление расписания учебных занятий является одной из важнейших задач управления учебным процессом. В связи с этим проблема автоматизации составления расписаний учебных занятий в образовательных системах массового обучения попрежнему остается одной из актуальных проблем организации учебного процесса. Для составления расписания применялся генетический алгоритм.

Эффективность работы генетического алгоритма во многом определяется способом представления варьируемых параметров оптимизационной задачи и выбором генетических операторов. Определение структуры особей и хромосом, их числа зависит от специфики рассматриваемой задачи, от количества варьируемых параметров решаемой оптимизационной задачи. Каждая отдельная особь генетического алгоритма может состоять из одной хромосомы или же представлять собой набор определенного количества хромосом. При этом каждая особь является одним из возможных решений оптимизационной задачи.

При решении задачи составления расписания учебных занятий каждая такая особь генетического алгоритма представляет собой готовый вариант расписания занятий. Совокупность всех особей (вариантов расписаний) является множеством возможных решений данной задачи.

С целью автоматизации работы учебного заведения необходимо разработать базу данных и web-интерфейс к ней. База данных должна хранить информацию о следующих объектах: факультеты; кафедры; преподаватели; студенты; экзамены; предметы.

Web-интерфейс должен обеспечивать выполнение следующих действий: добавление и редактирование основных данных; отображение статистических данных по учебному заведению; авторизация и многоуровневое разделение пользователей; генетический алгоритм составления расписания. В качестве средств реализации поставленных задач была выбрана связка PHP+MySQL+HTML.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Коробкин А. А., Астахова И. Ф.* Разработка моделей информационной системы построения расписания. — Материалы III Международной научной конференции «Современные проблемы математики и математического моделирования». Ч. 2. Воронеж: Научная книга, 2009, с. 156–158.
2. *Гладков Л. А., Курейчик В. В., Курейчик В. М.* Генетические алгоритмы./ Под ред. В. М. Курейчика. М.: Физматлит, 2006, 320 с.

А. В. Бабаш (Москва, МЭСИ). **Период выходной последовательности обобщенного узла выборки при заданной входной периодической последовательности.**

Торетико-автоматный подход к синтезу управляющих блоков шифрсистем предполагает построение автоматов с гарантированными периодами выходных последовательностей. Классы таких автоматов представлены в работах [1–8]. Потребности криптографии многогранны. В данном докладе речь идет о построении обобщенных узлов выборки с гарантированныи периодами выходных последовательностей.

Обозначим X некий алфавит, $x \in X$, а X^∞ — множество всех бесконечных последовательностей алфавита X. Нас будут интересовать периодические последовательности из X^∞. Множество всех чисто периодических последовательностей из X^∞ обозначим $X^\infty_\text{п}$.

Определение. *Обобщенным узлом выборки шага* H (ОУВ *шага* H), $H \in \{1, 2, \ldots\}$, с параметрами $(k_1, k_2, \ldots, k_m; H)$, $m \leqslant H$, $k_j \in \{1, 2, \ldots, H\}$, $k_1 < k_2 < \cdots < k_m$, назовем устройство, реализующее отображение φ: $X^\infty \to X^\infty$ вида

$\varphi(x_1, x_2, \ldots) = x(k_1), x(k_2), \ldots, x(k_m), x(H+k_1), x(H+k_2), \ldots, x(H+k_m), \ldots, x(jH+k_1), x(jH+k_2), \ldots, x(jH+k_m), \ldots$

Далее мы сохраняем обозначение φ для его ограничения на начальных словах $x(1), x(2), \ldots, x(L)$ бесконечной последовательности $x(1), x(2), \ldots$

Для введенного устройства ОУВ рассмотрим вектор $(\varepsilon(1), \varepsilon(2), \ldots, \varepsilon(H))$ из F_2^H, $F_2 = \{0, 1\}$, где $\varepsilon_j = 1$, $j \in \{1, 2, \ldots, H\}$, тогда и только тогда, когда $j \in \{k_1, k_2, \ldots, k_m\}$. Очевидно, такой вектор однозначно определяет ОУВ с параметрами $(k_1, k_2, \ldots, k_m; H)$. Рассмотрим вспомогательную двоичную последовательность

$$\varepsilon(1), \varepsilon(2), \ldots, \varepsilon(H), \varepsilon(1), \varepsilon(2), \ldots, \varepsilon(H), \varepsilon(1), \varepsilon(2), \ldots, \varepsilon(H), \ldots, \qquad (1)$$

элементы данной последовательности повторяются через H шагов. Поэтому период этой последовательности является делителем величины H. Далее мы рассматриваем только так называемые «приведенные» ОУВ шага H, т. е. ОУВ, для которых период последовательности (1) совпадает с H.

Теорема. *Пусть $x(1), x(2), \ldots$ — периодическая входная последовательность периода ω устройства ОУВ с параметрами. Тогда период W выходной последовательности ОУВ $\varphi((x(1), x(2), \ldots) = x'(1), x'(2), \ldots$ является делителем величины $(\mathrm{НОК}(\omega, H)/H)m$. Если дополнительно $(H, \omega) = 1$, то период W кратен ω, $W = c\omega$, где c делит m. Если выполнено еще одно дополнительное условие $\omega > 3H - 2$, то $W = m\omega$.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бабаш А. В.* О периодичности последовательности состояний автомата, отвечающей его начальному состоянию и входной периодической последовательности. — Дискретн. матем., 2002, т. 14, в. 2, с. 54–64.
2. *Babash A. V.* Isoperiods of output sequences of automata. — Probabilistic Methods in Discrete Mathematics. Utrecht: VCP, 2002, p. 147–158.
3. *Бабаш А. В.* Внешне периодические автоматы. — Дискретн. матем., 2005, т. 17, в. 1.
4. *Бабаш А. В.* G-изопериод выходной последовательности автономного последовательного соединения автоматов. — Обозрение прикл. и промышл. матем., 2000, т. 7, в. 1, с. 87–88.
5. *Бабаш А. В.* Локальные периоды выходных последовательностей некоторых классов автоматов. — Обозрение прикл. и промышл. матем., 2000, т. 7, в. 1, с. 88–89.
6. *Бабаш А. В.* Приближенные периоды выходных последовательностей одного класса автономных автоматов. СПб.: 2000, с. 91–93.
7. *Бабаш А. В.* О периодах выходных последовательностей автоматов без потери информации при заданных периодических входных последовательностях. — Дискретн. матем., 2009, т. 21, в. 4.
8. *Бабаш А. В.* О периодичности выходных последовательностей автомата с потерей информации. — Ученые записки, 2010, № 3, с. 26–34.

З. И. Бежаева, В. И. Оселедец (Москва, МИЭМ, АБИК и МГУ). **Вычисление энтропии скрытой марковской цепи с одним «немарковским» состоянием.**

Рассмотрим стационарный марковский источник $\{X_n\}$ с алфавитом $\{0, 1, \ldots, L-1\}$, переходной матрицей P и стационарным распределением l ($lP = l$). Скрытая марковская цепь $\{Y_n\}$ с алфавитом $\{0, 1, \ldots, Q-1\}$ возникает из марковской цепи при передаче через канал. Канал определяется переходными вероятностями $p_a(b) = \mathrm{Prob}\{Y_n = a \,|\, X_n = b\}$, $a \in \{0, 1, \ldots, Q-1\}$, $b \in \{0, 1, \ldots, L-1\}$.

ISSN 0234-5439
ISSN 1995-5499

Основан в 1993 г.

ВЕСТНИК

ВГУ

Воронежского государственного университета

Посвящается 95-летию Воронежского государственного университета

СЕРИЯ

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ 2 / 2013

Вестник Воронежского государственного университета

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

СЕРИЯ: СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
Выходит 2 раза в год

Серия: Системный анализ и информационные технологии, 2013, № 2, июль — декабрь

К ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВОРОНЕЖСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ 5

К ЮБИЛЕЮ Э. К. АЛГАЗИНОВА 7

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ

Алгазинов Э. К., Дрюченко М. А., Минаков Д. А., Сирота А. А., Шульгин В. А. МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЗЕРНОВЫХ СМЕСЕЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В СИСТЕМАХ СЕПАРАЦИИ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ 9

Девкин В. И. МЕТОДЫ ВЫБОРА НАИБОЛЕЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНОГО ВАРИАНТА РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ 20

Десятирикова Е. Н., Белоусов В. Е. ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ЛОКАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ 23

Лакрисенко П. А. ОБ АСИМПТОТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ СИСТЕМЫ ЛОТКИ-ВОЛЬТЕРРЫ С ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯМИ 28

Марценюк В. П., Багрий-Заяц О. А. О ЗАДАЧЕ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В МОДЕЛЯХ РОСТА ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ НА ОСНОВЕ ДИНАМИКИ РИХАРДА 32

Медведева О. А., Медведев С. Н., Чернышова Г. Д. ДВОЙСТВЕННЫЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ О НАЗНАЧЕНИЯХ 38

Подборский П. Э., Подборский Э. Н. АНАЛИТИЧЕСКОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ОДНОМАССОВОЙ СИСТЕМЫ ГЕНЕРАТОР-ДВИГАТЕЛЬ 42

Терновых И. И. ОБ УСТОЙЧИВОСТИ НЕПРЕРЫВНЫХ НЕЧЕТКИХ СИСТЕМ 48

ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ, УПРАВЛЯЮЩИЕ И СЕТЕВЫЕ СИСТЕМЫ

Блатов И. А., Карташевский В. Г., Киреева Н. В., Чупахина Л. Р. АППРОКСИМАЦИЯ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СУММАМИ ЭКСПОНЕНТ 53

Бойко А. А., Гриценко С. А. МОДЕЛЬ ПРИМЕНЕНИЯ АВИАЦИОННОГО МОДУЛЯ НАРУШЕНИЯ ДОСТУПНОСТИ АБОНЕНТСКИХ ТЕРМИНАЛОВ СОТОВОЙ СВЯЗИ ДЛЯ КРУГОВОЙ ТРАЕКТОРИИ ПОЛЕТА 58

Гаршина В. В., Павловский М. В. ИГРОВАЯ МОДЕЛЬ ВЫБОРА ВАРИАНТА СПЕЦИАЛЬНОЙ СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ, УЧАСТВУЮЩЕЙ В РАДИОЭЛЕКТРОННОМ КОНФЛИКТЕ 66

Деундяк В. М., Жданова М. А. ПОЛИНОМИАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СКРЫТОЙ ПОЛУМАРКОВСКОЙ МОДЕЛИ ФЕРГЮСОНОВСКОГО ТИПА 71

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Азарнова Т. В., Попова Т. В., Леонтьев А. Н. АЛГОРИТМ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РЫНКА ТРУДА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ СТРАТЕГИЙ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ 79

Аснина А. Я., Аснина Н. Г., Чупахина Т. Н. КАЛЕНДАРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ НА ОСНОВЕ ДУБЛЬТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ 87

Астахова И. Ф., Фирас А. М. СОСТАВЛЕНИЕ РАСПИСАНИЯ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА 93

Власов А. П., Бобков С. П., Солон Б. Я. ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОДСИСТЕМЫ ОСНОВНОГО ПРОИЗВОДСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ 100

Огаркова Н. В. ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ ПРИЗНАКОВ В ЗАДАЧЕ ДИАГНОСТИКИ ВИДА ТРАВМИРУЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДТП 107

Сочнев А. Н. НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДИСКРЕТНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ 112

Шакиров В. А., Панкратьев П. С. МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ ДВУХУРОВНЕВЫЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ ЛУЧШЕЙ АЛЬТЕРНАТИВЫ В РАМКАХ СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННОЙ ПРОБЛЕМЫ 118

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Артемов М. А., Беляев Р. В., Чиченин А. А. МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНТЕКСТНО-ЗАВИСИМЫХ АДАПТИВНЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ В СОСТАВЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ 128

Астахова И. Ф., Малиев А. А. РАЗРАБОТКА ТРАНСЛЯТОРА, ПЕРЕВОДЯЩЕГО ПРЕДЛОЖЕНИЯ РАСШИРЕНИЯ РЕЛЯЦИОННОЙ АЛГЕБРЫ И РЕЛЯЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ В ЯЗЫК SQL 134

Вялых А. С., Вялых С. А., Сирота А. А. НЕЙРОСЕТЕВОЙ АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИИЯ 140

Соломатин Д. И. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА НИСХОДЯЩЕГО РАЗБОРА С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗВРАТАМИ ДЛЯ PEG-ГРАММАТИК 144

Тюкачев Н. А. ОБ АЛГОРИТМЕ ПОСТРОЕНИЯ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ ДЛЯ ТРИАНГУЛИРОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗЕМНЫХ СЛОЕВ 153

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Оболенцев В. А., Леденева Т. М. О ФОРМАЛИЗАЦИИ КРИТЕРИЕВ ОПТИМАЛЬНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ПРЕДИКАТОВ 158

Рафанович А. А. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИНЖЕНЕРИИ ЗНАНИЙ В КЛАССИЧЕСКОМ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОМ ПРОГРАММИРОВАНИИ 165

Семенов М. Е., Соловьев А. М., Матвеев М. Г., Канищева О. И. ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ С ГИСТЕРЕЗИСНОЙ ФУНКЦИЕЙ АКТИВАЦИИ НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПРЕЙСАХА 171

Шеенок Д. А., Терсков В. А. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОЙ АРХИТЕКТУРЫ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА С АЛЛЕЛЯМИ В ШКАЛЕ ПОРЯДКА 179

Артемов М. А., Владимиров А. Н., Селезнев К. Е. ОБЗОР СИСТЕМ АНАЛИЗА ЕСТЕСТВЕННОГО ТЕКСТА НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ 189

Владимиров А. Н. ПРОБЛЕМЫ ПЕРВИЧНОГО АНАЛИЗА ЕСТЕСТВЕННЫХ ТЕКСТОВ 195

Воронина И. Е., Леденева Т. М. СОЧЕТАЕМОСТЬ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В ПРОБЛЕМЕ ОБРАБОТКИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА 198

ПАМЯТИ ВАДИМА ВАСИЛЬЕВИЧА СТРЫГИНА (15.08.1030 – 06.04.2013) 202

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ 206

Proceedings of Voronezh State University

SCIENTIFIC MAGAZINE

SERIES: SYSTEMS ANALYSIS AND INFORMATION TECHNOLOGIES
Twice a year

Series: Systems Analysis and Information Technologies, 2013, № 2, July — December

FOREWORD TO NINETY-FIVE ANNIVERSARY OF VORONEZH STATE UNIVERSITY..... 5

THE ANNIVERSARY OF E. K. ALGAZINOVA..... 7

THE MATHEMATICAL METHODS OF SYSTEM ANALYSES AND CONTROL

Algazinov E. K., Dryuchenko M.A., Minakov D.A., Sirota A. A., Shulgin V.A. METHODS PATTERN RECOGNITION ELEMENTS OF CEREAL MIXES OF RESULTS SPECTRAL CHARACTERISTICS IN THE SEPARATION SYSTEM REAL TIME 9

Devkin V. I. THE METHOD OF CHOICE MOST PREFERRED EMBODIMENT OF THE VARIOUS SYSTEMS 20

Desyatirikova E. N., Belousov V. E. AN INFORMATION MODEL OF THE LOCAL CONTROL SYSTEM..... 23

Lakrisenko P. A. ON ASYMPTOTIC STABILITY OF EQUILIBRIUM POSITION OF SWITCHED LOTKA-VOLTERRA SYSTEM..... 28

Marceniuk V. P., Bagrij-Zayats O. A. ON THE OPTIMAL CONTROL PROBLEM IN THE MODELS OF PATHOLOGICAL FORMATION GROWTH BASED ON RICHARD DYNAMICS..... 32

Medvedeva O. A., Medvedev S. N., Tchernyshova G. D. DUAL SOLUTION ALGORITHM OF THE MULTICRITERIA ASSIGNMENT PROBLEM..... 38

Podborski P. E, Podborski E. N. ANALYTICAL DESIGN OF CONTROLLERS FOR ELECTRIC DRIVE OF ONE-MASS ENGINE-GENERATOR SYSTEM..... 42

Ternovykh I. I. ABOUT THE STABILITY OF CONTINUOUS FUZZY SYSTEMS..... 48

THE INFORMATION-CALCULATION, CONTROL AND NET SYSTEMS

Blatov I. A., Kartashevskiy V. G., Kireeva N. V., Chupakhina L. R. APPROXIMATION OF ARBITRARY DENSITY OF DISTRIBUTION OF SUMS OF EXPONENTIALS..... 53

Boyko A. A., Gricenko S. A. THE USAGE MODEL OF AIRCRAFT'S MOBILE COMMUNICATION BLOCKING MODULE FOR CIRCLE PATROL TRACK 58

Garshina V. V., Pavlovsky M. V. GAME MODEL SELECTION OF SPECIAL VARIANT OF COMPLEX SYSTEMS, PARTICIPATE IN RADIO ELECTRONIC CONFLICT..... 66

Deundyak V. M., Zhdanova M. A. POLYNOMIAL REPRESENTATION OF HIDDEN SEMI-MARKOV MODEL OF THE FERGUSON'S TYPE 71

THE SYSTEM ANALYSES OF SOCIAL-ECONOMIC PROCESSES

Azarnova T.V. Popova T.V. Leontyev A.N. ANALYSIS ALGORITHM OF DYNAMICS OF CHANGE OF QUALITY OF FUNCTIONING OF THE LABOUR MARKET AT REALIZATION OF VARIOUS STRATEGY OF QUALITY MANAGEMENT 79

Asnina A. Y., Asnina N. G., Chupakhina T. N. SCHEDULING FOR ENTERPRISE BASED ON DUBLTRANSPOTNAYA TASK 87

Astakhova I. F., Firas A. M. DRAWING UP THE SCHEDULE OF STUDIES ON THE BASIS OF GENETIC ALGORITHM..... 93

УДК 004.8

СОСТАВЛЕНИЕ РАСПИСАНИЯ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

И. Ф. Астахова, А. М. Фирас

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 14.06.2013 г.

Аннотация. В статье рассматривается модель построения оптимального расписания занятий, эволюционная модель, программный комплекс, реализующий генетический алгоритм, результаты вычислительного эксперимента.

Ключевые слова: оптимальное решение, генетический алгоритм, эволюционная модель, интерфейс пользователя, C#.

Annotation. In article the model of creation of optimum lesson schedule, evolutionary model, the program complex realizing genetic algorithm, results of computing experiment is considered.

Keywords: optimum decision, genetic algorithm, evolutionary model, interface of the user, C#.

ВВЕДЕНИЕ

Современные технические средства позволяют организовывать и планировать учебный процесс с использованием моделей, методов и алгоритмов искусственного интеллекта. В системе качества образования одним из основных критериев выступает оптимальность расписаний занятий и других составляющих учебного процесса. Для возможности применения моделей, методов и алгоритмов систем искусственного интеллекта необходимо формализовать учебный процесс. В настоящее время для решения задачи составления расписания применяется ещё один новый подход – нейронные сети (Пилиньский М. Рутковская Д.). Важнейшим недостатком применения этого подхода является сложность выбора начального состояния нейронной сети. В последние годы особое распространение получили исследования методов эволюционного поиска (Ерунов В.П., Морковин И.И. Каширина И.Л., Низамова Г.Ф.). Применение методов эволюционного поиска приводит к получению хороших результатов, однако имеет место высокая вычислительная трудоёмкость и относительная неэффективность на заключительных этапах эволюции. В работе Низамовой Г.Ф. используются методы системного анализа, что позволяет упростить решаемую задачу, но это приводит к жесткой привязке составленного расписания к преподавательскому составу.

© Астахова И. Ф., Фирас А. М., 2013

ЭВОЛЮЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СОСТАВЛЕНИЯ

расписания занятий учебного заведения

Рассматривается учебное заведение, в котором выделяются следующие группы объектов:

a) Множество обучающихся групп G.
b) Множество аудиторий A.
c) Множество дисциплин D.
d) Множество преподавателей P.
e) Множество учебных пар T (временных интервалов проведения занятий).

Если в указанной группе проводятся G занятия в аудитории A по дисциплине D, преподавателем P, во время учебной пары T , то функция принимает значение равное 1, в противном случае – 0.

Пусть необходимо определить

$$\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, ..., \alpha_i, ..., \alpha_{N_{\text{блоков}}})$$
$$t = (t_1, t_2, ..., t_i, ..., t_{N_{\text{блоков}}}) \quad (1)$$
$$\rho = (\rho_1, \rho_2, ..., \rho_i, ..., \rho_{N_{\text{блоков}}}),$$

где $\alpha_i \in A$ – код аудитории, назначенный блоку занятий $z_i \in Z$; $t_i \in T$ – код учебной пары, назначенный первому занятию из блока занятий $z_i \in Z$. $\rho_i \in P$ – код преподавателя, назначенный блоку занятий $z_i \in Z$.

К расписанию предъявляется множество требований, и ограничений. Условно, весь ряд ограничений разбивается на обязательные ограничения и желательные. К обязательным относятся [3,4]:

– отсутствие накладок различного характера;

– отсутствие окон;

– соответствие типа проводимого занятия аудитории проведения;

– ограничение на объем ежедневно – проводимых занятий;

– обязательное проведение всех занятий, запланированных рабочим учебным планом.

Желательные (неосновные) требования представляются в следующем виде:

– обеспечение комфортности условий обучения, а именно минимизация переходов между аудиториями или корпусами, подбор аудитории, максимально приближенных к типу проводимых занятий и т.д.;

– пожелания преподавательского состава;

– равномерность нагрузки студентов в течение всего семестра, а также конкретного учебного дня.

Ограничения, налагаемые на расписание, описываются следующим образом [3-4]:

$$1.\quad \forall(a_i,t_j): a_i \in A, t_j \in \in T(\exists! z_k : (a_i = a_k) \wedge (z_k \in Z^{t_j})) \vee \vee(\neg\exists z_k : (a_i = a_k) \wedge (z_k \in Z^{t_j})), \qquad (2)$$

где Z^{t_k} – множество блоков занятий, проводимых во время пары t_k.

Это ограничение гарантирует отсутствие накладок для аудиторий. Для каждой упорядоченной двойки элементов: аудитория и пара, аудитории существует либо единственный блок занятий из множества Z, что означает проведение занятия этого блока в этой аудитории в момент данной пары, либо отсутствие блока занятия, указывающее на то, что аудитория свободна.

$$2.\quad \forall(p_i,t_j): p_i \in P, t_j \in \in T(\exists! z_k : (p_i = p_k) \wedge (z_k \in Z^{t_j})) \vee \vee(\neg\exists z_k : (p_i = p_k) \wedge (z_k \in Z^{t_j})), \qquad (3)$$

где Z^{t_j} – множество блоков занятий, проводимых во время пары t_k.

Это ограничение гарантирует отсутствие накладок для преподавателей: существует либо единственный блок занятий, которые ведет данный преподаватель во время заданной пары, либо этого блока не существует вообще.

$$3.\quad \forall(g_n,t_j): g_n \in G, t_k \in \in T\sum z_i^e \le 1, i \in Z^{g_n} \cap Z^{t_j}, \qquad (4)$$

где Z^{g_n} – множество блоков занятий, в которых присутствует группа g_n, а Z^{t_j} – множество блоков занятий, проводящихся во время пары t_k.

Это ограничение обеспечивает отсутствие накладок для учебных групп, т.е. для каждой пары элементов: группа и пара, сумма компонент z_i^e вектора z_i блоков из множества $Z^{g_j} \cap Z^{t_k}$ не превышает единицы.

Во время конкретной пары группа находится на одном занятии, или проводится занятие только у одной из подгрупп, либо у обеих, либо занятий нет вообще.

$$4.\quad \forall z_i \in Z\ a_i \in A^{z_i^a}, \qquad (5)$$

это есть соответствие типа аудитории проводимому занятию, т.е. для каждого блока занятия $z_i, z_i \in Z$ аудитория выбирается из допустимого подмножества аудиторий, код этого подмножества хранит компонента z_i^a.

$$5.\quad \forall(b_\tau,g_n): b_\tau \in B, g_n \in \in G\sum z_i^e \le N_{\max}, i \in I_{g_n}^{b_\tau}, \qquad (6)$$

где $B = \{b_1, b_2, ..., b_N\}$ – множество учебных дней. Каждый элемент описанного множества, определяется следующим образом:

$$b_\tau = \{t_j \in T : t_j^d = b_\tau\}.$$

Таким образом выглядит ограничение, налагаемое на количество учебных пар, проводимых в течение одного учебного дня, означает, что для каждой пары элементов: группа и день, число проводимых пар не превышает максимально допустимого – $N_{\max}$.

$$6.\quad \forall(b_\tau,g_n): b_\tau \in B, g_n \in G (\sum_{i \in I_{g_n}^{b_\tau}} z_i^e = t_\max_number_{g_n}^{b_\tau} - -t_\min_number_{g_n}^{b_\tau} + 1) \wedge(\forall t : t_\min l_{g_n}^{b_\tau} \le t \le \le t_\max l_{g_n}^{b_\tau} \sum_{i: z_i \in Z^{g_n} \wedge t_j^p = t} z_i^e = 1) \qquad (7)$$

$t_\max_number_{g_n}^{b_\tau} - t_\min_number_{g_n}^{b_\tau} + 1$, а также отсутствие окон у групп.

$t_\max_number_{g_n}^{b_\tau}$ – максимальный номер пары в течение дня b_τ для группы g_n,

$t_\min_number_{g_n}^{b_\tau}$ – минимальный номер пары в течение дня b_τ ,для группы g_n,

$I_{g_n}^{b_\tau} = \{i : (z_i \in Z^{g_n}) \wedge (t_j^d = b\tau)\}$ – множество номеров блоков занятий, проводимых для группы g_n во время дня b_τ.

Таким образом, записывается ограничение отсутствия окон для учебных групп, т.е. для

каждой пары элементов: день и группа, количество пар, проводимых в этой группе в текущий день должно равняться величине:

Требуется найти такой вариант выбора векторов α, t, ρ, удовлетворяющее ограничениям (2)–(7), а также минимизирующее значение критерия потери качества K. Критерий качества основывается на желательных требованиях и имеет следующий вид;

$$K = \varphi(\alpha, t, \rho) = \sum_{i=1}^{N} c_i w_i(\alpha, t, \rho),$$

где w_i – значение штрафного коэффициента за невыполнение i-го требования, а w_i – оценка степени невыполнения i-го желательного требования.

К наиболее значимым желательным требованиям относятся:

1. пожелания преподавательского состава: Для формулировки данного требования рассматриваются две матрицы. Первая матрица называется матрицей запретов и выглядит следующим образом:

$$M_{\text{запретов}} = \begin{cases} 1, \text{ запрет проведения занятия} \\ \text{для } i \text{ - го преподавателя} \\ \text{во время } k \text{ - ой пары} \\ 0, \text{ отсутствие запрета} \end{cases}$$

Вторая матрица – матрица занятости формируется следующим образом:

$$M_{\text{занятости}} = \begin{cases} 1, \text{ проведение занятия} \\ \text{для } i \text{ - го преподавателя} \\ \text{во время } k \text{ - ой пары} \\ 0, \text{ отсутствие занятий} \end{cases}$$

$$\sum_{p_i \in P} \sum_{t_j \in T} \overline{(M_{\text{запретов}} \wedge M_{\text{занятости}})} \to \min$$

Есть требование учета пожеланий.

2. $\sum\sum (t_\max_{p_i}^{b_\tau} - t_\min_{p_i}^{b_\tau}) - N_{\text{блоков}} \to \min,$

где $t_\max_{p_i}^{b_\tau}$ – максимальный номер пары в день b_τ у преподавателя p_j, а $t_\min_{p_i}^{b_\tau}$ – минимальный номер пары в день b_τ у преподавателя p_j.

Это ограничение означает минимизацию количества окон у преподавателей.

3. $D_n^{\text{ср}} = \dfrac{1}{N_{\text{дней}}} \sum_{b_\tau} (M_n^{\text{ср}} - \left| I_{g_n}^{b_\tau} \right|)^2$ – желательное требование равномерности занятий.

Если среднее отклонение количества занятий для группы g_n

$$M_n^{\text{ср}} = \frac{1}{N_{\text{дней}}} \sum_{b_\tau \in B} \left| I_{g_n}^{b_\tau} \right|,$$

Отсюда, требование выглядит так:

$$\sum_{n=1..N_{\text{групп}}} D_n^{\text{ср}} \to \min$$

На основании описанных требований строится целевая функция на основе минимизации штрафных показателей. Каждое нарушение ограничения или желательного требование увеличивает значение целевой функции в соответствии с коэффициентом значимости требования. В результате целевая функция в общем виде описывается формулой:

$$F_{\text{ц}} = \sum_{i=1..N_{\text{количество ограничений}}} og_i \cdot k_og_i) + K$$

На основании построенной математической модели (1–7) расписания производится реализация эволюционного поиска оптимального расписания с использованием генетического алгоритма.

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ И ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС РЕАЛИЗАЦИИ ПОСТРОЕННОЙ МОДЕЛИ

Разработанный алгоритм состоит из следующих шагов:

1. формирование начальной популяции;
2. селекция особей;
3. скрещивание особей случайными значениями функции пригодности;
4. операция мутации над потомством;
5. *отбор особей в новую популяцию;*
6. проверка критерия остановки алгоритма;
7. выбор наилучшей особи.

1. ФОРМИРОВАНИЕ НАЧАЛЬНОЙ ПОПУЛЯЦИИ

На первом этапе случайным образом формируется исходная популяция, состоящая из заданного числа N особей, где каждая особь популяции представляет собой отдельный вариант расписания (решение задачи).

2. СЕЛЕКЦИЯ ОСОБЕЙ

На этапе происходит отбор (селекция) наиболее приспособленных особей (вариантов расписания), имеющих более предпочтительные значения функции пригодности по сравнению с остальными особями.

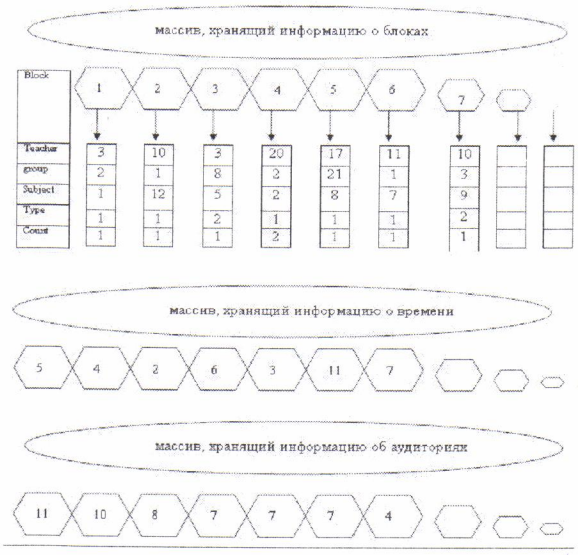


Рис. 1. Схема особи

3. КРОССИНГОВЕР

Третьим этапом генетического алгоритма является скрещивание. На этом этапе основную функцию выполняет оператор кроссинговера. Это языковая конструкция, позволяющая на основе скрещивания хромосом родителей создавать хромосомы потомков.

4. ОПЕРАЦИЯ МУТАЦИИ

К некоторым из особей получившимся после скрещивания применяется оператор мутации. Мутация играет достаточно важную роль в работе генетического алгоритма: вносит дополнительное разнообразие в текущую популяцию и тем самым расширяет пространство поиска оптимального решения.

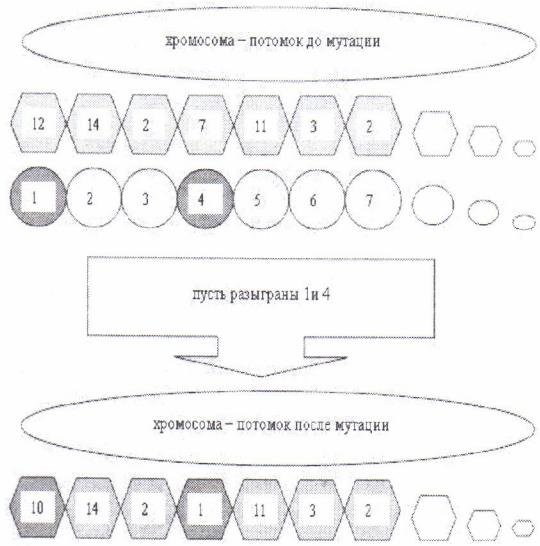


Рис. 2. Двухточечный оператор мутации

5. ОПЕРАТОР ОТБОРА

Оператор отбора выполняет функции фильтрующего инструмента, который выделяет в составе популяции особи, имеющие низкое значение функции пригодности. Выделенные найденные слабые особи удаляются из популяции до тех пор, пока численность не становится исходной.

6. ПРОВЕРКА УСЛОВИЯ ПРЕКРАЩЕНИЯ РАБОТЫ АЛГОРИТМА

Новое поколение, сформированное в результате применения операторов отбора, скрещивания, мутации, называемое популяцией потомков, заменяет родительскую популяцию, после чего выполняется проверка условия прекращения работы алгоритма. Она основана на использовании приращения функции пригодности, т.е. если в течение нескольких поколений особей приращение значения функции пригодности наиболее "лучшего" индивидуума оказывается незначительным, то работу алгоритма завершается. При выполнении заданного в алгоритме условия останова осуществляется переход к следующему этапу, в противном случае происходит переход к этапу селекции и процесс поиска оптимального решения продолжается.

7. ВЫБОР «ЛУЧШЕГО» РЕШЕНИЯ

На этом этапе среди полученных особей выбирается наилучшая особь, которая и будет являться решением задачи. Под лучшей особью понимается та, у которой значение функции пригодности является минимальным.

Описанный алгоритм был реализован с использованием языка C #.[1–2] Для отладки данного алгоритма использовались экспериментальные данные по факультету компьютерной науки вуза Ирака. В испытаниях принимало участие порядка ста предметов. Между описанными дисциплинами были определены связи, которые характеризуют очередность следования предметов друг за другом. Информация о дисциплинах и связях между ними хранится в базе данных, работа с которой реализуется через интерфейс. На рис. 3 представлена форма обработки дисциплин, соответствующих специальности «компьютерной науки», где каждая строка является блоком.

Id	Stage	Group	Teacher	Subject	Type
1	The First	1A	Dr.Jassam	Intermittent Structures	Theoretical
2	The First	1B	Dr.Jassam	Intermittent Structures	Theoretical
3	The First	1A	Gassan	Structured Programming	Theoretical
4	The First	1B	Gassan	Structured Programming	Theoretical
5	The First	1A	Gassan	Structured Programming	Laboratory
6	The First	1B	Gassan	Structured Programming	Laboratory
7	The First	1A	Faeza Abd	Mathematics	Theoretical
8	The First	1B	Faeza Abd	Mathematics	Theoretical
9	The First	1A	Intesar K.	Digital Design	Theoretical
10	The First	1B	Intesar K.	Digital Design	Theoretical
11	The First	1A	Dhiya	Arabic	Theoretical
12	The First	1B	Dhiya	Arabic	Theoretical
13	The First	1A	Dr.Jabar	The Human Rights	Theoretical
14	The First	1B	Dr.Jabar	The Human Rights	Theoretical
15	The First	1A	Mohammed S.	Computer Techniques	Laboratory
16	The First	1B	Mohammed S.	Computer Techniques	Laboratory
17	The First	1A	Intesar K.	Digital Design	Laboratory
18	The First	1B	Intesar K.	Digital Design	Laboratory
19	The First	1A	Mohammed S.	Computer Techniques	Theoretical
20	The First	1B	Mohammed S.	Computer Techniques	Theoretical
21	The First	1A	Majad A.	Psychology	Theoretical

Рис. 3. Список дисциплин по специальности «компьютерная наука»

Рисунок показывает работу генетического алгоритма, которая состоит из следующих шагов:

1. необходимо выбрать нужные условия из пяти возможных;

2. установить размер популяции (на рис. Это значение равно 1000);

3. определить количество повторов алгоритма (на рис. Данное значение равно 120, но получен результат раньше);

4. определить размер мутации (на рис. Это значение равно 0.01).

После заполнения всех данных алгоритм начинает работать. По истечении нескольких минут появляется результат составления расписания факультета. Для получения результата, представленного на рисунке, потребовалось 5 минут [1 - 2].

Скорость сходимости данного алгоритма регулируется несколькими важными характеристиками. Одна из самых важных – численность популяции. На протяжении работы алгоритма («жизни популяции») ее численность не меняется. Это связано с операциями селекции,

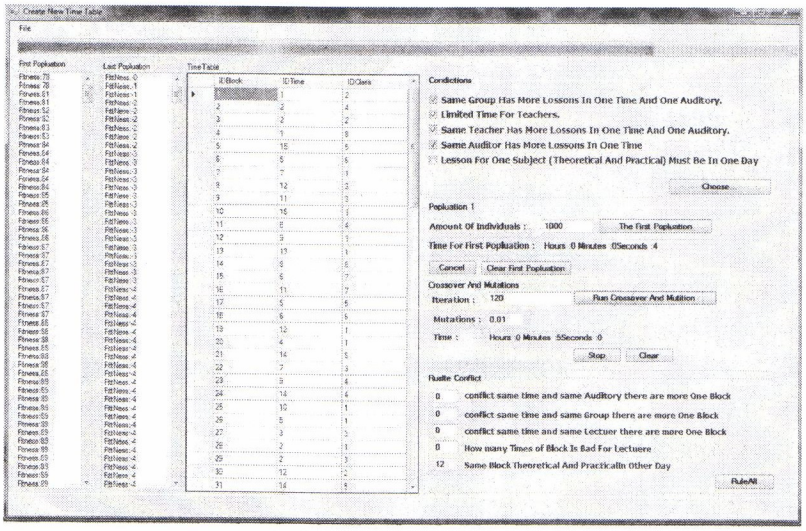


Рис. 4. Интерфейс работы алгоритма

кроссинговера, мутации и естественного отбора. Это можно проследить на рис. 5, с учетом того, что численность популяции должна оставаться равной ста.

На рис. 6 представлен результат работы алгоритма – расписание. Оно состоит из даты, времени, групп, преподавателей, предметов, аудиторий и типа занятий. Это расписание со-

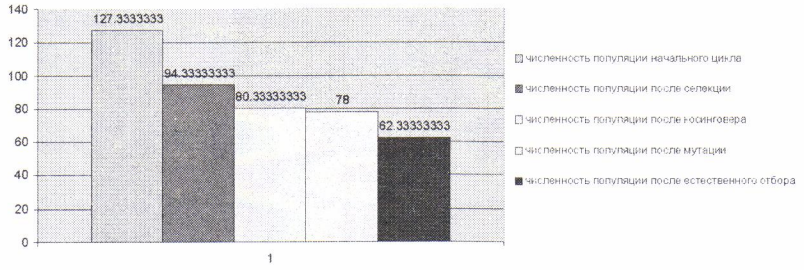


Рис. 5. Динамика изменения генов

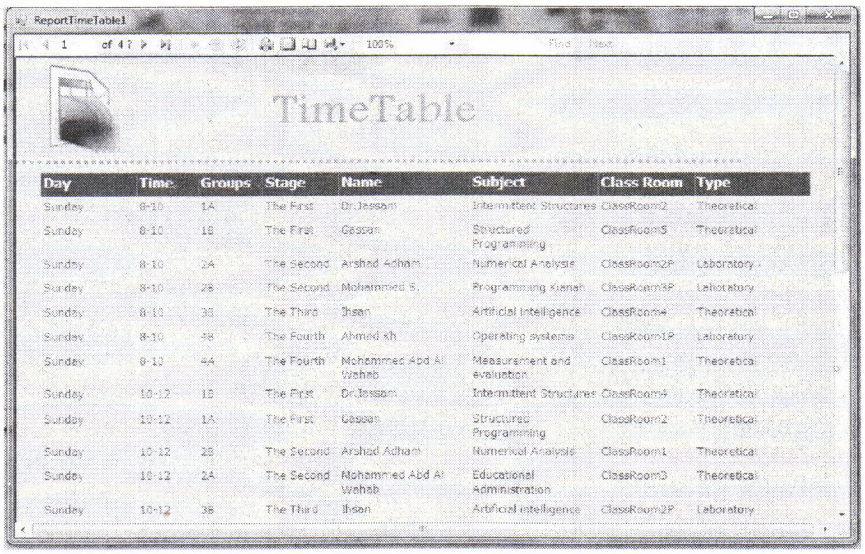


Рис. 6. Результаты работы алгоритма

ставлено для одного факультета на один семестр, где каждая учебная неделя состояла из пяти дней по 3 пары в день. Для его составления были задействованы 8 групп, 18 преподавателей, 53 предмета, 7 аудиторий. На основе предложенной математической модели предложена эволюционная модель для составления расписания вуза, разработан программный комплекс на языке C# и проведен вычислительный эксперимент в конкретной ситуации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе на основе сформулированных требований к виду и качеству учебного расписания построена эволюционная модель, генетический алгоритм ее реализации. Результаты экспериментальных расчетов показали, что разработанный комплекс может быть успешно реализован для составления расписаний учебных занятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Microsoft Corporation. Разработка Windows-приложений на Visual Basic .NET и Visual C# .NET. Учебный курс MCAD/MCSD. / – Пер. с англ. – М.: Русская редакция, 2003 – 512 с.

2. *Робинсон С., Корнес О.* и др. C# для профессионалов, в 2-х томах / – Пер. с англ. – М.: Лори. , 2005. – С. 1002.

3. *Коробкин А.А.* Использование агрегативного генетического алгоритма для составления расписа-

ния / Коробкин А.А. //Вестник Воронежского государственного технического университета, том 5, № 11,2009. –С. 184–186.

4. *Астахова И.Ф.* Разработка информационной системы построения расписания / И.Ф. Астахова, Т.В. Курченкова // Математика. Образование. Экология. Гендерные проблемы. : Материалы межд. конф. – Т. 2.– М.: Прогресс-Традиция, 2001. – С. 287–290.

Астахова И. Ф. – доктор технических наук, профессор кафедры математического обеспечения ЭВМ факультета прикладной математики, информатики и механики Воронежского государственного университета, профессор. Телефон: (473) 2-208-638-314. E-mail: astachova@list.ru.

Фирас А. М. – аспирант кафедры прикладного и математического анализа факультета прикладной математики, информатики и механики Воронежского государственного университета. Тел.: (473) 2-208-638-314. E-mail: astachova@list.ru

Astachova I. F. – Doctor of Technical Science, Professor of the chair mathematical software, Voronezh State University. Phone: (473) 2-208-638-314. E-mail: astachova@list.ru

Firas A. M. – Postgraduate student of the chair applied and mathematical analyses, Voronezh State University. Phone: (473) 2-208-638-314. E-mail: astachova@list.ru

CERTIFICATE

SOLOLEARN
DISCOVER YOUR POTENTIAL

Issued 06 July, 2016

This is to certify that

Dr.Firas Mohammed Aswad

has successfully completed the

SQL Fundamentals course



Yeva Hyusyan
Chief Executive Officer

Certificate #1060-1278450

Certified Professional

appstuff SYSTEMS

Certificate of Attendance

This is Certfiy that

Firas Mohammed Aswad

Has Successfully completed

Online Oracle ADF Courses

Including

OOP-Web Apps, J2SE, J2EE

And Completed The Application Workshop

Conducted by Appastuff Training "30-JUN-201

Director

Muhammad Yassein

www.apps-stuff.com

Online Training

CERTIFICATE

SOLOLEARN
DISCOVER YOUR POTENTIAL

Issued 06 July, 2016

This is to certify that

Dr.Firas Mohammed Aswad

has successfully completed the

SQL Fundamentals course



Yeva Hyusyan
Chief Executive Officer

Certificate #1060-1278450

DOI 10.12737/issn.2308-8877 ISSN 2308-8877

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ XXI ВЕКА: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции

2015 г. № 5 часть 2 (16-2)

(Volume 3, issue 5, part 2)

Учредитель – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова» (ВГЛТУ)

Главный редактор
В.М. Бугаков
Заместитель главного редактора
И.М. Бартенев
Члены редакционной коллегии
Д.Н. Афоничев
Т.Л. Безрукова
М.В. Драпалюк
В.К. Зольников
Н.Н. Матвеев
С.М. Матвеев
В.С. Петровский
А.Д. Платонов
А.И. Сиволапов
А.В. Скрыпников
С.И. Сушков
О.В. Трегубов
Н.А. Харченко
М.П. Чернышов
Ответственный секретарь
И.И. Шанин
Компьютерная верстка
И.И. Шанин

Сборник зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-54416 от 10.06.2013 г.

Материалы настоящего сборника могут быть воспроизведены только с письменного разрешения редакционной коллегии

Сборник включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). Сборник реферируется в ВИНИТИ РАН. Включен в «Ulrich's Periodicals directory».

ФГБОУ ВО «ВГЛТУ»
394087, г. Воронеж,ул. Тимирязева, 8,
телефон (473) 253-72-51,
факс (473) 253-76-51,
e-mail: conf_vglta@mail.ru
www.conf.vglta.vrn.ru
© ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», 2015

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МАТЕМАТИКИ. МЕТОДЫ, МОДЕЛИ, ПРИЛОЖЕНИЯ

CURRENT PROBLEMS IN MATHEMATICS. METHODS, MODELS, APPLICATIONS

17 - 20 ноября 2015 года, ВОРОНЕЖ

November 17 - 20, 2015, Voronezh

Второй международный молодежный симпозиум

«Современные проблемы математики.

Методы, модели, приложения»

проведен при финансовой поддержке

Российского фонда фундаментальных исследований

(грант № 15-31-10224 мол_г)

17-20 ноября 2015 года.

В настоящий сборник включены материалы международного молодежного симпозиума «Современные проблемы математики. Методы, модели, приложения», освещающие актуальные вопросы в области изучения качественной теории динамических систем, применения в прикладной сфере эффективных способов моделирования механизмов, систем, процессов и состояний, а также вопросы освоения естественнонаучных дисциплин.

Сборник предназначен для преподавателей, аспирантов и студентов.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «КАЧЕСТВЕННАЯ ТЕОРИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

Кыонг Фам Туан, Зубова С.П., Раецкая Е.В. The control of the observable system with the conditions on the state function 9
Урывская Т.Ю., Петшауэр М.Ю., Канищев В.Н. The system of differential equations with positive matrix 11
Горлов В.А., Мелешенко П.А., Паршин Д.С., Смирнов М.А. Моделирование тепловых процессов в пространствах с надэкспоненциально растущими весами 15
Дадашева И.Б. Об ограниченности сингулярного интеграла Бесселя 19
Дьяченко А.А., Кулманакова М.М. Периодическая задача для дифференциальных включений с бесконечным запаздыванием 24
Литвинов Д.А. Об ограниченности функции управления, являющейся решением линейной стационарной динамической системы 27
Нестеров И.Н., Клочков С.В., Чурсанова А.С. Жорданова форма сопровождающих матриц для дифференциальных уравнений 29
Петросян Г.Г. Об индексе множества решений задачи Коши для дифференциального включения дробного порядка в банаховом пространстве 32
Сафаров Д.С., Гаюров А.Т. Квазипериодические решения второго рода уравнения обобщённых аналитических функций 36
Раецкий К.А. К методу неопределенных коэффициентов решения задач управления 39
Ситник С.М. Операторы преобразования Бушмана - Эрдейи 41
Ситник С.М., Тимашов А.С. Конечномерные приближения в задачах квадратичной экспоненциальной интерполяции 44
Чехов С.А., Костин В.А., Фирсов В.Г. Численная реализация одной нестационарной задачи для уравнения тепломассопереноса 48
Шамсудинов Ф.М., Абдулвохиди О. Об исследовании одной специальной системе дифференциальных уравнений второго порядка со сверхсингулярными коэффициентами 51

СЕКЦИЯ «ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ И МЕХАНИЗМОВ»

Батурин К.В., Стариков А.В., Малышев В.В. Совершенствование методики и средств учета заготовленной древесины 56

Бахтина Ж.И. О реологическом моделировании 60
Безрукова Т.Л., Кириллова С.С., Русанов Н.В., Рябикина А.В., Базиева А.М. Оптимизация системы управления эффективным развитием предприятия 64
Губанова И.А. О применении методов оптимизации 67
Зозуля М.М., Зозуля М.М. Натурное моделирование взаимодействия беспилотных летательных аппаратов с использованием аппаратно-программного комплекса «Скворец» 70
Иванов Д.В. Численный алгоритм идентификации параметров авторегрессии Гегенбаура с помехой наблюдения 74
Канищева О.И., Пристинский К.В. Применение муравьиных алгоритмов для решения задачи коммивояжера 79
Котов П.А. Энергетические аспекты содержательных задач общей астрономии 84
Кулманакова М.М. Краевая задача для дифференциальных включений с бесконечным запаздыванием 88
Михин В.И., Михина Е.А., Михин Д.В. Особенности роста древесных пород в полезащитных насаждениях в условиях среднерусской возвышенности 91
Новикова Т.П. Применение метода количественной интерпретации суждений к оценке достаточности и реализуемости требований 95
Перловская Т.В., Егенов Ж.К. Математическая модель одной упругой системы 98
Перловская Т.В., Кыдырбаев Т.Ж. Применение дифференциальных неравенств для простейшей упругой модели 102
Платонова М.А., Драпалюк М.В., Платонов А.А. К исследованию кинематических схем манипуляторов машин для удаления нежелательной растительности 106
Сандлер И.Л. Алгоритм рекуррентного оценивания параметров авторегрессии многомерной линейной динамической системы разного порядка при наличии автокоррелированной помехи в выходных сигналах 110
Сандлер И.Л. Тестирование рекуррентного алгоритма оценивания параметров многомерной линейной динамической системы с помехами 115
Стариков А.В., Малышев В.В., Батурин К.В. Об использовании беспилотных летательных аппаратов в технологиях лесного хозяйства 119
Стариков А.В., Малышев В.В., Батурин К.В. Современные требования к автоматизированному учёту заготовленной древесины, отражённые в лесном кодексе Российской Федерации 123

Старикова А.А. Метод контролируемого доступа к параметрам прототипной модели мебельного изделия при выполнении процедуры реструктуризации 128
Фролова О.А. Влияние микроструктуры сыпучего материала на поле скоростей перемещения в осесимметричной задаче 132
Чернышевич В.Е. Взаимодействие струйных течений жидкости с преградами 135
Юфанова А.Л. Синтез оптимальных электромагнитов систем магнитной левитации наземного транспорта на основе решений обратных задач 139
Шашкина С.А., Самсонов А.Н. Роль теории вероятностей в военном прогнозировании 144

СЕКЦИЯ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССАХ УПРАВЛЕНИЯ»

Алексеев А.В., Кургалин С.Д., Туровский Я.А. Разработка компьютерной системы мониторинга движения глаз 148
Андреева К.Ю. Построение баз данных на основе EAV-технологий 152
Белых В.А., Щербаков М.О., Шипилова Е.А. Анализ и постановка задачи снабжения объектов различного назначения необходимыми расходными материалами 155
Боровик А.А. , Пацей Н.В. Разработка системы контроля и управления лесными ресурсами 159
Гладских Н.А., Судаков О.В., Алексеев Н.Ю., Богачева Е.В. Алгоритмическое и программное обеспечение расчета вероятности рецидива инсульта у больных с артериальной гипертензией 164
Гладских Н.А., Судаков О.В., Алексеев Н.Ю., Богачева Е.В. Математическая модель и алгоритм постановки диагноза у больных сахарным диабетом 168
Головко Н.И., Фатьянов А.С., Шкрыкин И.Р. Позиционные игры с неполной информацией на примере теоретико-игровой модели боевых действий 171
Золотухин С.И., Синёв М.Ю. Многомерная оптимизация. Современный этап 176
Остапенко А.А. Моделирование течений вязкой жидкости в кавернах методом решеточных уравнений Больцмана 181
Парт А.А., Жеребятьев А.Н., Косниковский Н.Е. Численный метод решения систем линейных алгебраических уравнений без выбора главного элемента 184

Стариков А.В., Малышев В.В., Батурин К.В. Особенности разработки автоматизированной информационной системы инвентаризации древесных ресурсов лесных насаждений 186
Таболин И.И. Разработка алгоритма управления подвижной платформой с тремя колесами 190
Туровский Я.А., Кургалин С.Д., Адаменко А.А. Автоматизирование моделирования обучения нейрочипов 193
Урывская Т.Ю., Петшауэр М.Ю., Щеглеватых Н.Н. Educational information flows and them measurement 197
Чернышов М.К., Чернышова Е.В. Особенности установки и настройки операционных систем MAC OS X на PC 201
Щербаков М.О., Белых В.А., Шипилова Е.А. Выбор метода решения многокритериальной задачи снабжения объектов различного назначения необходимыми расходными материалами 210

СЕКЦИЯ «ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ, ПРОЦЕССОВ, СОСТОЯНИЙ»

Борис О.А., Шанин И.И. Моделирование инновационной деятельности социально ориентированных предприятий 214
Безрукова Т.Л., Шанин И.И., Володина Е.А. Моделирование процессов эффективного развития в целях стимулирования инвестиционной деятельности предприятия 217
Гервасьев М.А., Михаилов С.Б., Латипов И.Ф. Системы компьютерного моделирования и инженерного анализа в материаловедений 224
Гнусов М.А., Малюков С.В. Имитационное моделирование работы грунтометательной машины 226
Голикова Е.В. Применение унифицированного языка моделирования при разработке системы для гидравлических расчетов 230
Горлов В.А., Мелешенко П.А., Паршин Д.С., Смирнов М.А. Моделирование магнитных свойств неоднородной системы квантовых колец 233
Грибанов А.А., Мохаммед Хайдер А. Аббас, Плетнев Р.И. Математическое моделирование взаимодействия фрезы с древесиной 237
Гриднев С.Е., Кургалин С.Д., Туровский Я.А. Моделирование поведения человека и его ошибок с использованием искусственных нейронных сетей 242
Демин Ю.И., Коньков В.А., Чернокнижников В.Д. Организация учета коммутаций ключей в имитационной модели системы электроснабжения 247

Дорохов А.Н., Внуков А.Н., Лазукин В.В. Оптимизация процесса восстановления взлетно-посадочной полосы аэродрома 251
Дорохов А.Н., Внуков А.Н., Лазукин В.В. Оптимизация расчетов в условиях боевых действий авиации 255
Зиновьев И.Н., Чеботарев А.С., Спорыхин А.Н. К вопросу о боковом выдавливании через прямую матрицу 259
Зиновьев И.Н., Чеботарев А.С., Спорыхин А.Н. К вопросу об обратном выдавливании через прямую матрицу 261
Иванов В.В., Иванов С.В., Иванов В.В. Имитационное моделирование процесса гидроабразивного резания 263
Камалова Н.С., Евсикова Н.Ю., Журавлев А.Н. Формализованный подход для математического моделирования давления в пневмоцилиндрах систем рекуперации энергии 268
Кириченко М.С. Применение программного пакета Wien2k для изучения электронной структуры одностенных нанотрубок типа «Armchair» 272
Корнеев В.С., Корнеев С.А., Ильичев В.А., Васькова М.В. Расчет напряженно-деформированного состояния плоской оболочки 276
Косых Е.А., Пытькина Л.С. Определение уровня финансового риска предприятия методом экспертно-балльной оценки 280
Котомкин А.В., Русакова Н.П., Туровцев В.В., Орлов Ю.Д. Изучение внутреннего вращения в молекуле 1,1 дифторгексана 285
Кузнецова Л.Д., Колчанов С.А., Мхитарян А.Г. Моделирование задач эконометрики на основе системы взаимосвязанных уравнений 288
Лихачев Д.В, Писарева С.В., Денисов Г.А. Управление транспортными потоками на пересечении дорог и УДС городов 292
Мартынов С.В., Шаталов М.А. Моделирование синергетических эффектов интеграционного взаимодействия предприятий АПК 296
Нургалиев Е.Р. Возможность использования средств имитационного моделирования для оптимизации работы маршрутных такси по предварительным заказам 301
Осетров А.В. Математические модели влияния основных технологических факторов на прочностные свойства древесных плит, изготовленных с использованием модифицированных клеевых составов 305
Посметьев В.В. Универсальные методы моделирования техники и технологий лесного комплекса 309
Соловьев А.Н., Оганесян П.А., Скалицх А.С. Сравнительный анализ результатов моделирования неоднородно поляризованных пьезоустройств с помощью комплекса Acelan и прикладной теории 313

Стородубцева Т.Н., Аксомитный А.А. Зависимость прочностных параметров древесного композита от процентного соотношения компонентов 318
Сушко Т.И., Пашнева Т.В., Руковицына А.А. Проектирование технологии и оснастки изготовления стальной корпусной отливки «корпус» методом ЛВМ посредством Cad-Систем Solid-Lvmflow-Solidcam 322
Сушко Т.И., Пашнева Т.В., Холмовой А.В. Инновационные методы подхода при проектно-технологической разработке технологии изготовления стальной отливки «крышка» 326
Шаталов М.А., Мычка С.Ю. Управление стратегией диверсификации предприятия на основе экономико-математического моделирования 330
Чучупал В.В. Математические методы и модели в социальных науках 335

СЕКЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОСВОЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН, КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД»

Богатырев С.А., Виноградов Н.П. Использование мультимедиа-технологий в учебном процессе 339
Корельская М.А. Реализация образовательных модулей естественнонаучной направленности при обучении молодых мам в рамках эксперимента, проводимого правительством РФ, с использованием дистанционных образовательных технологий 343
Лысыч М.Н., Шабанов М.Л., Боровенский В.Р. Перспективы использования виртуальной метрологической лаборатории в учебном процессе 347
Попова А.С., Бутерус Н.С. Нестандартный подход к изучению теории функции комплексной переменной 351
Попова А.С., Греков Д.А. Рационализаторская работа курсантов и усовершенствование учебного процесса в военном вузе 355
Семенова Е.В. Компетнтностный подход в преподавании естественных наук 359
Супонева А.В., Галактионов М.В. Инверсия как пример нелинейного преобразования плоскости 363
Супонева А.В., Пастарнак К.В. Преобразования плоскости, меняющие форму фигуры, и их приложение в задачах 367

СЕКЦИЯ «КАЧЕСТВЕННАЯ ТЕОРИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

УДК 517.93

THE CONTROL OF THE OBSERVABLE SYSTEM WITH THE CONDITIONS ON THE STATE FUNCTION

УПРАВЛЕНИЕ НАБЛЮДАЕМОЙ СИСТЕМОЙ С УСЛОВИЯМИ НА ФУНКЦИЮ СОСТОЯНИЯ

Кыонг Фам Туан,
Ханойский горно-геологический университет, г. Ханой, Вьетнам
tuancuong@yahoo.com
Зубова С.П.,
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный универсистет»,
г. Воронеж, Россия
spzubova@mail.ru
Раецкая Е.В.
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия
raetskaya@inbox.ru
DOI: 10.12737/15955

Summary: The differential-algebraic system is considered. Here is considered the case of a rectangular matrix in the algebraic equation. The system is assumed to be completely observed. The state of the system must satisfy the additional conditions. The problem of constructing such control that provides an output initially desired result is solved. In the finite number of steps decomposition process is finished. The formula for the control, the use of which corresponds to the desired output function, is constructed.

Аннотация: Рассматривается полностью наблюдаемая дифференциально алгебраическая система с необратимой матрицей в алгебраическом уравнении, с условиями на функцию состояния. Решается задача построения управления, соответствующего изначально заданной выходной функции. Применяется метод каскадного расщепления. Строится функция состояния.

Keywords: descriptor system, a dynamic process, the complete observability, input-output functions.

Ключевые слова: дескрипторная система, динамический процесс, полная наблюдаемость, функция управления, функции входа-выхода.

The realizing dynamic process is described by the system

$$\frac{dx(t)}{dt} = Ax(t) + Du(t) + f(t), \qquad (1)$$

$$F(t) = Bx(t). \qquad (2)$$

The differential-algebraic system (1), (2) is called ***the observing system***, the vector function $x(t) \in R^n$ is called ***the state*** of the system, the vector function $u(t) \in R^\kappa$ - ***the control function*** (the control), matrix coefficients $A \in L(R^n, R^n)$, $D \in L(R^k, R^n)$, $B \in L(R^n, R^m)$; $t \in [0, T]$, T - is finite.

The state of the system $x(t)$ is not available to the directly measuring, the observer can measure the only input function $f(t) \in R^n$. Output function $F(t) \in R^m$ is given apriori.

The system (1), (2) "is controlled" by using $u(t)$ and is assumed to be completely observed: for a given $f(t)$ - input and $F(t)$ - output functions there is a control, at realization of which the state of the system is exists and unique.

The problem of constructing such control $u(t)$ that provides an output initially desired result $F(t)$, the state of the system must satisfy the additional conditions $x(t_1) = x^1, \quad x(t_2) = x^2$.

For linear stationary observation systems, as a rule, is considered the case of a regular matrix pencil $(B - \lambda I)$. Here we consider the the case of a rectangular matrix $B \in L(R^n, R^m)$, therefore the property of the regularity of the operator pencil can not be used.

The method of cascade splitting original space into subspaces is used. The transition to a systems that quite similar to the original system , but with respect to the elements of the subspaces is realized.

This method previously used to the study of different properties stationary and nonstationary dynamical systems, nonlinear systems, for example [1] – [3].

The list of the literature

1. Фам Туан Кыонг. Полная наблюдаемость нестационарной дифференциально-алгебраической системы / Фам Туан Кыонг, Раецкая Е.В.,

Зубова С.П.// Вестник Воронежского государственного технического университета. Воронеж. – 2010. Том 6. № 8. 2010 г. – С 82–86.

2. S.P. Zubova. The Comparizon of the Two Criteria of Complete Observability / Zubova S.P., Raetskaya E.V.// Progress in Analysis. Proceeding of the 8–th Congress of the ISAAC (22–27 August 2011). Vol. 2, – M. Peoples Friendship University of Russia, 2012. P. 248 – 256.

3. S.P. Zubova. Solution of the CaushyProblem for Two Descriptive Equations with Fredholm Operator / Zubova S.P., Raetskaya E.V.// Doklady Mathematics, 2014, Vol. 90, No. 3, pp. 528–532. ISSN 1064–5624.

УДК 004.357

THE SYSTEM OF DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH POSITIVE MATRIX

СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ПОЛОЖИТЕЛЬНО ОПРЕДЕЛЕННОЙ МАТРИЦЕЙ

Урывская Т.Ю., к.ф.-м.н., **Петшауэр М.Ю., Канищев В.Н.**
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
г. Воронеж, Россия
u_tanya2002@mail.ru

DOI: 10.12737/15956

Аннотация: в статье рассматривается уравнения с положительно определенной матрицей и внешними возмущениями.

Summary: the article discusses the equations with a positive definite matrix and external disturbances.

Ключевые слова: положительно определенная матрица, дифференциальные уравнения, внешние возмущения, условие Ляпунова.

Keywords: positive definite matrix, differential equation, external perturbation, the Lyapunov condition.

Systems with a positive definite matrix occurs in many problems of applied nature, in the sense of where the problem variables are non-negative (physics - gravity, chemistry - concentration, biology - the size of the population, the economy - the volume of production, etc.). For such systems, the whole theory (stability,

robustness, stabilization, optimization, etc.) takes on a specific form, and used technique varies appreciably (linear instead of quadratic Lyapunov function, linear vector of inequality instead of LMI, linear programming instead SDP) [4].

A system

$$x' = Ax \tag{1}$$

with constant matrix A is positive if from $x(0) > 0$ implies $x(t) > 0$ for all $t > 0$ [1-2].

Linear displacement law agents in space

Consider an application problem, namely the linear law of motion five agents for their uniform arrangement on the plane during $T = 20$.

$$x' = Ax + b; \tag{2}$$

where the matrix

$$A = \begin{pmatrix} -1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0.5 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \cdots & \\ 0 & 0 & \cdots & -1 \end{pmatrix}$$

and the vector

$$b = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix},$$

respectively, are set.

Obviously, a solution of (2) becomes:

$$x^* = -A^{-1}b; \tag{3}$$

For the linearization of the system, we introduce a new variable z is the formula:

$$z = x - x^*; \tag{4}$$

then the system (1) with external perturbations will be:

$$x' = Ax + Dw; \tag{5}$$

As an external perturbation w choose

$$w = \begin{pmatrix} \sin(10T) \\ \cos(2T) \\ c\cos(T) \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix},$$

matrix D is given:

$$D = \begin{pmatrix} 0.025 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0.025 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \cdots & \\ 0 & 0 & \cdots & 0.025 \end{pmatrix}.$$

Thus, the following conditions:

$$A \in M, \quad D \geq 0, \quad 0 \leq w \leq e.$$

For such problems, it has been proved [1] that the solution is a set of

$$Q = \left\{ x : 0 \leq x \leq -A^{-1} De \right\}$$

and this set is a minimal invariant extremely attainable and attractive set. The length of the edge of of the parallelepiped has changed and is equal to H = 0.17. It is calculated by the formula

$$H = (-A^{-1}) De.$$

Solved this system of differential equations in MATLAB 7.7.0. using the function for solving differential equations ode15s.

Figure 1 shows a parallelepiped with self-contained therein trajectory agents:

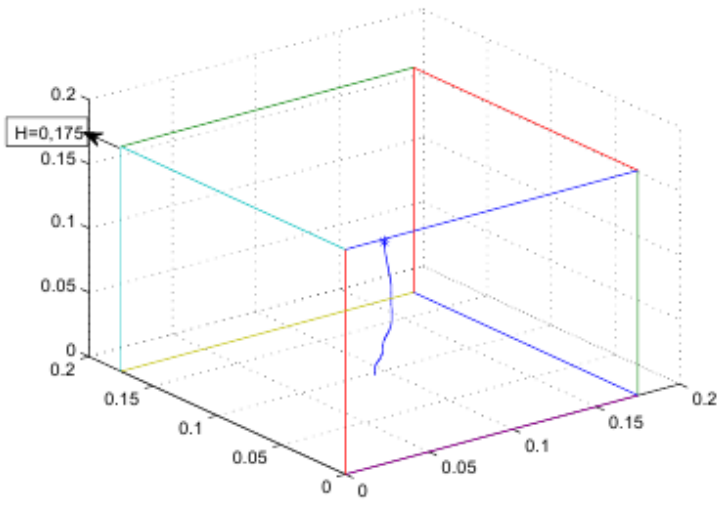


Figure 1 - The trajectories of the agents in an attractive parallelepiped

As seen in Figure 1, the trajectory agents arrangement emerges from the initial point, indicated on the graph, "*", and does not extend beyond the attracting parallelepiped. That is, it is shown that attracting parallelepiped extremely attainable and attractive set.

Location agents on the plane shown in Figure 2:

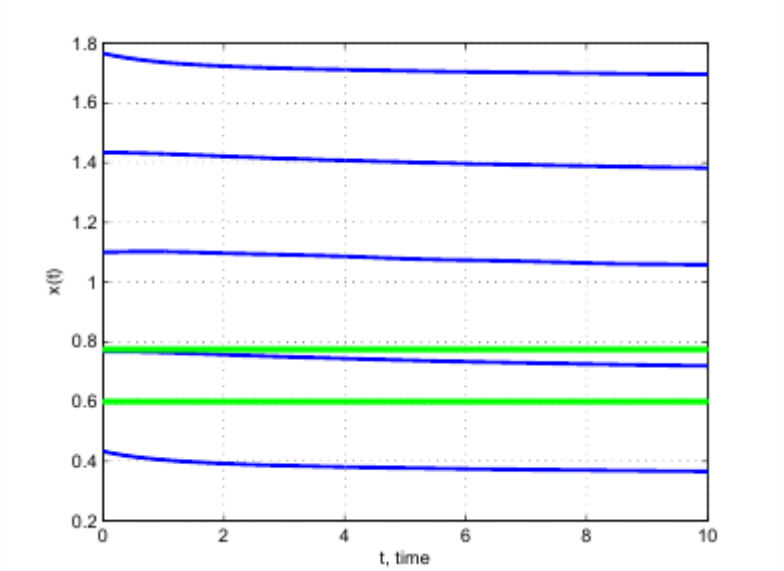


Figure 2 - Location of agents on the plane

Agents are located in the plane equidistant from each other and the distance between the trajectories of agents is less than the length of the edges of the parallelepiped.

And at last, Figure 3 shows a Lyapunov function for the equation

$$V(z) = \max_i \frac{z_i}{(-A^{-1}De)_i}. \qquad (6)$$

Should satisfy the condition

$$Q = \{x : V(x) < 1\}.$$

As *h* choose the following vector

$$h = -(A^T)^{-1} e_i, \quad e_i = (0,...,1,...0).$$

Then the conditions are satisfies

$$h > 0, \quad A^T h < 0$$

and

$$\dot{V}(x) = (h, Ax + Dw) \le -(e_i, x) + (e_i, A^{-1}De) = -(x_i + (-A^{-1}De)_i) < 0,$$

ie the trajectory is drawn to Q.

Conclusion

This article analyzes the positive systems research survey their stability behavior under external perturbations, considered the stabilization of such systems, we consider the problem of robust stability of interval matrices. A method for finding invariant attracting set. The proposed method has been successfully illustrated by the example of the multi-agent system. The running time is increased as compared to [3], the solution is complicated. Therefore it is logical to choose the time interval [5,15] units.

Bibliography

1. Поляк Б.Т., Щербаков П.С. Робастная устойчивость и управление. М.: Наука, 2002. -500 с.

2. Красносельский М.А. Положительные решения операторных уравнений. М.: Наук, 1962. - 394 с.

3. Урывская Т.Ю., Кретинин В.В. Сборник статей по материалам конференции XXIII межвузовской научно-практической конференции Перспектива-2013. Воронеж: ВУНЦ ВВС ВВА, 2013.

УДК 517.9

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРОСТРАНСТВАХ С НАДЭКСПОНЕНЦИАЛЬНО РАСТУЩИМИ ВЕСАМИ

SIMULATION OF HEAT TRANSFER IN SPACES WITH THE UNDER-EXPONENTIAL GROWING WEIGHTS

Горлов В.А., Мелешенко П.А., Паршин Д.С., Смирнов М.А.

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

г. Воронеж, Россия

gorlov_v_a@mail.ru

DOI: 10.12737/15957

Аннотация: Изучается нестационарная задача тепломассопереноса в обобщенных пространствах Степанова, исследуется дробных интеграл Римана-Лиувилля в данных пространствах и формулируется теорема о равномерной корректной разрешимости нестационарной задачи.

Summary: We construct the transient problem of heat and mass transfer in Stepanov spaces with the under-exponential growing weights, research the Riemann–

Liouville fractional integral in this spaces and formulate the theorem about problems of solvability of the transient problem.

Ключевые слова: пространства с надэкспоненциально растущими весами, дробный интеграл Римана-Лиувилля, нестационарная задача тепломассапереноса, корректная разрешимость.

Keywords: spaces with the under-exponential growing weights, Riemann–Liouville fractional integral, transient problem of heat and mass transfer, problems of solvability.

Задачи тепломассопереноса имеют практическую ценность, в связи с чем их исследование является важным элементом прикладных исследований в математике.

Рассмотрим при $t \geq 0, x \geq 0$ уравнение:

$$\frac{\partial^2 u(t,x)}{\partial x^2} = a(t)\frac{\partial u(t,x)}{\partial t}, \tag{1}$$

где $a(t)$ непрерывная при $t > 0$ положительная функция, которая может стремится к нулю или бесконечности как при $t \to 0$, так и при $t \to \infty, x \geq 0$ [1].

В связи с этим рассматриваются случаи:

1) Конечного при $t > 0$ интеграла $I_a^+ = \int_0^t \frac{ds}{a(s)}$.

2)Конечного при $t > 0$ интеграла $I_a^- = \int_t^\infty \frac{ds}{a(s)}$.

Ставится задача о нахождении значения решения уравнения (1) на границы раздела сред $x = 0$, т.е. $u(t,0)$, при выполнении следующих условий:

$$u(0,x) = 0;$$

$$\lim_{x\to\infty} u(t,x) = 0; \tag{2}$$

$$\frac{\partial u}{\partial x}_{x=0} = q(t); \tag{3}$$

$$0 < x < \infty, t > 0, a(t) > 0. \tag{4}$$

И каким условиям должна удовлетворять функция $q(t)$, чтобы эта задача была равномерно корректна в смысле, что она однозначно на $[0,\infty)$ разрешима для начальных условий и решение непрерывно зависит от начальных условий.

Для ответа на эти вопросы, в связи с применением подхода С.Г. Крейна, необходимо выяснить в каких пространствах оператор A заданный дифференциальным выражением $l = a(t)\dfrac{d}{dt}$ является позитивным [2].

Определение 1.1. Через $S^{+}_{p,\omega,\rho}$ будем обозначать множество локально интегрируемых по Лебегу функций $f(t)$ на $[0,\infty)$, для которых конечна норма:

$$\| f \|_{S^{+}_{p,\omega,\rho}} = \sup_{t>0}\left[\int_0^t e^{\omega(s-t)} \frac{1}{\rho_+(s)} \left| f(s) \right|^p ds\right]^{\frac{1}{p}}, \tag{5}$$

где $\rho_+ \in \Phi^+, p \in [1,\infty)$.

Полагая, $f(t) \equiv 0$ при $t<0$ норму (5) можно записать в форме:

$$\| f \|_{S^{+}_{p,\omega,\rho}} = \sup_{t\in R}\left[\int_0^\infty e^{-\omega\tau} \frac{1}{\rho_+(t-\tau)} \left| f(t-\tau) \right|^p d\tau\right]^{\frac{1}{p}}.$$

Очевидно, что пространства $S^{+}_{p,\omega,\rho}$ содержат надэкспоненциально растущие функции.

Отметим, что при $\omega = 0$ пространства $S^{+}_{p,\omega,\rho}$ переходят в $L^{+}_{p,\rho}$ пространство с нормой:

$$\| f \|_{L^{+}_{p,\rho}} = \left[\int_0^\infty \frac{1}{\rho_+(s)} \left| f(s) \right|^p ds\right]^{\frac{1}{p}}.$$

Такие пространства L_p будем называть пространствами с надэкспоненциально растущими весами.

Для введенных таким образом пространств справедлива следующая теорема.

Теорема 1.1. Оператор дробного интегрирования I^{α}_{+} заданные выражениями:

$$(I^{\alpha}_{+} f)(t) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^t (t-s)^{\alpha-1} f(s) ds$$

является линейным и ограниченным в пространстве $S^{+}_{p,\omega,\rho}$.

При этом имеет место оценка:

$$\left\| \left(I^{\alpha}_{+} f\right) \right\|_{S^{+}_{p,\omega,\rho}} \le \frac{\| f \|_{S^{+}_{p,\omega,\rho}}}{\left|\rho'_+(0)\right|^{\alpha}}. \tag{6}$$

Следствие 1.1. При $\omega = 0$ неравенства (6) переходят в неравенства для весовых L_p – классов:

$$\left\| \left(I_+^{\alpha} f \right) \right\|_{L_{p,\rho}^+} \le \frac{\| f \|_{L_{p,\rho}^+}}{\left| \rho_+^{'}(0) \right|^{\alpha}}$$

Далее введем следующий класс функций.

Определение 1.2. Через $S_{p,\psi,\rho}^+$ будем обозначать множество локально интегрируемых по Лебегу функций $f(t)$ на $(0,\infty),$ для которых конечна норма:

$$\| f \|_{S_{p,\psi,\rho}^+} = \sup_{\mu>0} \left[\int_{\psi^{-1}(\mu)}^{\psi^{-1}(\mu+1)} \frac{\psi^{'}(s)}{\rho_+(\psi(s))} \left| f(s) \right|^p ds \right]^{\frac{1}{p}}$$

где $\rho_+ \in \Phi^+, p \in [1,\infty), \psi(s) = \tau^{-1}(s).$

Сформулируем теорему о равномерно корректной разрешимости задачи (1), (2)-(4) в классе функций, определенном выше.

Теорема 1.2. Если $q(t) \in S_{p,\psi,\rho}^+$, то задача:

$$\frac{\partial^2 u(t,x)}{\partial x^2} = a(t) \frac{\partial u(t,x)}{\partial t},$$
$$u(0,x) = 0;$$
$$\lim_{x\to\infty} u(t,x) = 0;$$
$$\frac{\partial u}{\partial x}_{x=0} = q(t);$$
$$0 < x < \infty, t > 0, a(t) > 0.$$

равномерно корректна и ее решение представимо в виде:

$$u(\tau,0) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\tau} (\tau - s)^{\frac{1}{2}} \varphi(s)\, ds,$$

где $\tau(t) = \int_0^t \frac{d\xi}{a(\xi)}, \varphi(s) = q(t(\tau)).$

При этом справедлива оценка:

$$\| u \|_{S_{p,\psi,\rho}^+} \le \sqrt{\left| \rho_+^{'}(0) \right|}\ \| q \|_{S_{p,\psi,\rho}^+}$$

Таким образом, в статье рассматривается нестационарная задача тепломассопереноса во введенных здесь же обобщенных пространствах Степанова, исследуется дробных интеграл Римана-Лиувилля в данных пространствах и формулируется теорема о равномерной корректной разрешимости нестационарной задачи.

Список литературы

1. Иосида К. Функциональный анализ: Учебник/ К. Иосида, пер. с анг. В.М. Волосова.-- М.: Мир, 1967---624 с.

2. Костин А.В. К теории функциональных пространств Степанова/ А.В. Костин, В.А. Костин.--- Воронеж: Издательско полиграфический центр ВГУ, 2007.--- 259 с.

УДК 517.518

ОБ ОГРАНИЧЕННОСТИ СИНГУЛЯРНОГО ИНТЕГРАЛА БЕССЕЛЯ

ON BOUNDEDNESS OF BESSEL SINGULAR INTEGRALS

Дадашева И.Б.

Бакинский Государственный Университет, г. Баку, Азербайджан

irada-dadashova@rambler.ru

DOI: 10.12737/15958

Аннотация: В пространствах локально суммируемых функций вводятся метрические характеристики типа С.К.Абдуллаева, А.А.Бабаева $\Omega_{p,\gamma}(f,r)$ и $\Omega^{*}_{p,\gamma}(f,r)$ и устанавливаются оценки, связывающие характеристики образа и прообраза соответствующего сингулярного интеграла.

Summary: In the spaces of locally integrable functions introduced metric characteristics $\Omega_{p,\gamma}(f,r)$ и $\Omega^{*}_{p,\gamma}(f,r)$ of type S.K.Abdullaev and A.A.Babaev establish estimates connecting the characteristics of the image and preimage of the singular integral.

Ключевые слова: Банахово пространства, сингулярный интеграл, дифференциальный оператор Бесселя, интегральный оператор.

Keywords: Banach's spaces, singular integral, differential operator of Bessel, integral operator.

Пусть $R_+ = (0,\infty)$, $\gamma > 0$, $L_{p,\omega,\gamma}(R_+)$- пространство измеримых в R_+^n функций с конечной нормой

$$\|f\|_{L_{p,\omega,\gamma}(R_{+,\omega})} = \left(\int_0^{\infty} |f(x)|^p \omega(x) x^{\gamma} dx \right)^{\frac{1}{p}}, \quad 1 \le p < \infty.$$

Положим $L_{p,\gamma}(R_+) = L_{p,\omega,\gamma}(R_+)$ при $\omega = 1$. Норму будем обозначать $\|\cdot\|_{L_{p,\gamma}}$. Такие функциональные пространства приспособлены для работы с обобщенным сдвигом вида [1]

$$T^y f(x) = C_\gamma \int_0^\pi f\left(\sqrt{x^2 + y^2 - 2xy\cos\alpha}\right)\sin^{\gamma-1}\alpha\, d\alpha\ .$$

Отметим, что этот сдвиг тесно связан с дифференциальным оператором Бесселя $B = \frac{d^2}{dx^2} + \frac{\gamma}{x}\frac{d}{dx}$ и потому будем его называть B - характеристик сдвигом [1]

$$A_\gamma f(x) = \int_0^\infty T^y\left(\frac{1}{x}\right) f(y) y^\gamma\, dy\ . \qquad (1)$$

Использование локальных характеристик для числовых функций берет начало с работы С.К.Абдуллаева, А.А.Бабаева [2], где изучается одномерный сингулярный интеграл с суммируемой плотностью по интервалу (a,b), а идея применения локальных характеристик типа $\Omega_\infty(f,\tau)$ к изучению структурных свойств и первые исследования принадлежат А.А.Бабаеву [3].

Определение 1. Пусть функция $f \in L_{p,\gamma}(r,\infty)$ при любом $r,\ 0 < r < \infty.$

Положим

$$\Omega_{p,\gamma}(f,r) = \left(\int_r^\infty |f(x)|^p x^\gamma dx\right)^{1/p},\quad r > 0.$$

Определение 2. Пусть функция $f \in L_{p,\gamma}(0,r)$ при любом $r,\ 0 < r < \infty.$

Положим

$$\Omega^*_{p,\gamma}(f,r) = \left(\int_0^r |f(x)|^p x^\gamma dx\right)^{1/p},\quad r > 0.$$

Очевидно, что $\Omega_{p,\gamma}(f,r)$ и $\Omega^*_{p,\gamma}(f,r)$ неотрицательны; $\Omega_{p,\gamma}(f,r)$ не возрастает, а $\Omega^*_{p,\gamma}(f,r)$ не убывает на $(0,\infty)$; $\Omega_{p,\gamma}(f,r)$ неограниченна, если $f \in L^{p,\gamma}_{loc}(R_+)\setminus L_{p,\gamma}(R_+)$; $\Omega^*_{p,\gamma}(f,r) \to 0$ при $r \to 0$, если $f \in L^{p,\gamma}_{loc}(R_+).$

Теорема 1. Пусть $1 < p < \infty,\ 1/p + 1/p' = 1,\ f \in L_{p,\gamma}(r,\infty)$ при любом $r > 0$.

Тогда при сходимости интеграла

$$\int_0^1 t^{\frac{1+\gamma}{p'}-1}\Omega_{p,\gamma}(f,t)dt$$

сингулярный интеграл (1) существует в R_+ и имеет место неравенство

$$\Omega_{p,\gamma}(A_\gamma f, r) \le C r^{-\frac{1+\gamma}{p''}} \int_0^r t^{\frac{1+\gamma}{p'}-1}\Omega_{p,\gamma}(f,t)dt,$$

где постоянная C не зависит от f.

Теорема 2. Пусть $1< p<\infty,\ \ f\in L_{p,\gamma}(0,r)$ при любом $r>0$.

Тогда при сходимости интеграла

$$\int_1^{\infty} t^{-\frac{1+\gamma}{p'}-1}\Omega^*_{p,\gamma}(f,t)dt$$

сингулярный интеграл (1) существует всюду в R_+ и имеет место неравенство

$$\Omega^*_{p,\gamma}\left(A_\gamma f,r\right)\le Cr^{\frac{1+\gamma}{p}}\int_r^{\infty} t^{-\frac{1+\gamma}{p}-1}\Omega^*_{p,\gamma}(f,t)dt,$$

где постоянная C не зависит от f.

В терминах локальных характеристик $\Omega_{p,\gamma}(f,r),\ \Omega^*_{p,\gamma}(f,r)$, рассмотрим пространства $\Gamma_{p\theta,\gamma}(R_+,\varphi),\ \Gamma^*_{p\theta,\gamma}(R_+,\varphi)$ (см. [4]), которые как мы докажем, при $\theta=p$ совпадают с некоторыми весовыми пространствами $L_{p,\omega,\gamma}(R_+)$.

Пусть φ положительная измеримая на $(0,\infty)$ функция. Обозначим $\Gamma_{p\theta,\gamma}(R_+,\varphi),\ \Gamma^*_{p\theta,}(R_+,\varphi),\ 1\le p<\infty,\ 1\le\theta\le\infty$, множество измеримых в R_+ функций f с конечной нормой

$$\|f\|_{\Gamma_{p\theta,\gamma}(R_+,\varphi)}=\left(\int_0^{\infty}\left(\Omega_{p,\gamma}(f,t)\right)^{\theta}\varphi(t)dt\right)^{\frac{1}{\theta}},\quad 1\le\theta<\infty,\ \|f\|_{\Gamma_{p\theta,\gamma}(R_+,\varphi)}=\sup_{t>0}\Omega_{p,\gamma}(f,t)\varphi(t),\ \theta=\infty.$$

$$\|f\|_{\Gamma^*_{p\theta,\gamma}(R_+,\varphi)}=\left(\int_0^{\infty}\left(\Omega^*_{p,\gamma}(f,t)\right)^{\theta}\varphi(t)dt\right)^{\frac{1}{\theta}},\quad 1\le\theta<\infty,\ \|f\|_{\Gamma^*_{p\theta,\gamma}(R_+,\varphi)}=\sup_{t>0}\Omega^*_{p,\gamma}(f,t)\varphi(t),\ \theta=\infty.$$

Отметим, что $\Gamma_{p\theta,\gamma}\left(R_+,\varphi\right),\ \Gamma^*_{p\theta,\gamma}(R_+,\varphi)$, банаховы пространства.

Заметим, что пространства $\Gamma_{p,\theta}(G,\varphi),\ \Gamma^*_{p,\theta}(G,\varphi)$ в случае, когда вместо R_+ берется однородная группа в смысле Фолланда-Стейна, введены и изучены относительно интегрального оператора типа потенциала и сингулярного интегрального оператора В.С.Гулиевым [4], а при $\theta=\infty$ и $\theta=p$ введены и изучены относительно одномерного сингулярного интегрального оператора по интервалу вещественной оси в работе В.В.Салаева, Е.Г.Гусейнова [5].

Теорема 3. Пусть $\varphi(t),\ t\in(0,\infty)$ положительная функция, суммируемая на каждом промежутке $(0,r)\subset(0,\infty)\ \ ((r,\infty)\subset(0,\infty)),\ \ 1\le p<\infty$

$$\omega(t)=\int_0^t\varphi(r)dr\qquad\left(\omega(t)=\int_t^{\infty}\varphi(r)dr\right)$$

Тогда $L_{p,\omega,\gamma}(R_+)=\Gamma_{pp,\gamma}\left(R_+,\varphi\right)\ \left(L_{p,\omega,\gamma}(R_+)=\Gamma^*_{pp,\gamma}(R_+,\varphi)\right)$ и нормы эквивалентны.

Теорема 4. Пусть $1<p<\infty$, $1\le\theta\le\theta_1<\infty$, $\varphi(t),\psi(t)$-положительные измеримые функции на $(0,\infty)$. Пусть также $f\in\Gamma_{p\theta,\gamma}(R_+,\varphi)$.

Если

$$\sup_{t>0}\left(\int_t^\infty \psi(r)r^{-\frac{(1+\gamma)\theta_1}{p'}}dr\right)^{\theta/\theta_1}\left(\int_0^t\varphi(r)^{1-\theta'}r^{-\frac{\theta'}{p'}(1+\gamma-p')}dr\right)^{\theta-1}<\infty,$$

то $\|A_\gamma f\|_{\Gamma_{p\theta_1,\gamma}(R_+,\psi)}\le C\|f\|_{\Gamma_{p\theta,\gamma}(R_+,\varphi)}$ где постоянная C не зависит от f.

Доказательство. Пусть $f\in\Gamma_{p\theta,\gamma}(R_+,\varphi)$. В силу теоремы 1 имеем

$$\|A_\gamma f\|_{\Gamma_{p\theta_1,\gamma}(R_+,\psi)}=\left\{\int_0^\infty\left(\Omega_{p,\gamma}(A_\gamma f,r)\right)^{\theta_1}\psi(r)dr\right\}^{1/\theta_1}\le C\left\{\int_0^\infty\psi(r)r^{-\frac{(1+\gamma)\theta_1}{p'}}\left(\int_0^r t^{\frac{1+\gamma}{p'}-1}\Omega_{p,\gamma}(f,t)dt\right)^{\theta_1}dr\right\}^{1/\theta_1}\le$$

$$\le C\left\{\int_0^\infty t^{\left(\frac{1+\gamma}{p'}-1\right)\theta}\left(\Omega_{p,\gamma}(f,t)\right)^{\theta}\varphi(t)t^{-\frac{\theta(1+\gamma)}{p'}+\theta}dt\right\}^{1/\theta}=C\left\{\int_0^\infty\left(\Omega_{p,\gamma}(f,t)\right)^{\theta}\varphi(t)dt\right\}=C\|f\|_{\Gamma_{p\theta,\gamma}(R_+,\varphi)}.$$

Теорема 4 доказана.

Следствие 1. Пусть $1<p<\infty$, положительные функции $\varphi(t),\psi(t)$ суммируемы на каждом промежутке $(0,r)\subset(0,\infty)$.

Если

$$\sup_{t>0}\left(\int_t^\infty\psi(r)r^{-1(1+\gamma)(p-1)}dr\right)\left(\int_0^t\varphi(r)^{1-p'}r^{1+\gamma-p'}dr\right)^{p-1}<\infty.$$

то

$$\|A_\gamma f\|_{L_{p,\omega_1,\gamma}(R_+)}\le C\|f\|_{L_{p,\omega,\gamma}(R_+)}$$

с постоянной C, не зависящей от f, где $\omega_1(t)=\int_0^t\psi(r)dr$, $\omega(t)=\int_0^t\varphi(r)dr$.

Утверждения следствия 1 получается из теорем 3 и 4.

Теорема 5. Пусть $1<p<\infty$, $1\le\theta\le\theta_1<\infty$, $\varphi(t),\psi(t)$-положительные измеримые функции на $(0,\infty)$. Пусть также $f\in\Gamma^*_{p\theta,\gamma}(R_+,\varphi)$.

Если

$$\sup_{t>0}\left(\int_0^t\psi(r)r^{\frac{(1+\gamma)\theta_1}{p}}dr\right)^{\theta/\theta_1}\left(\int_t^\infty\varphi(r)^{1-\theta'}r^{-\left(1+\frac{\theta'}{p'}\right)(1+\gamma)}dr\right)^{\theta-1}<\infty,$$

то $\|A_\gamma f\|_{\Gamma^*_{p,\theta_1,\gamma}(R_+,\psi)}\le C\|f\|_{\Gamma^*_{p,\theta_1,\gamma}(R_+,\varphi)}$ с постоянной C, не зависящей от f.

Доказательство. Пусть $f \in \Gamma^*_{p\theta,\gamma}(R_+,\varphi)$. В силу теорем 2 имеем

$$\|A_\gamma f\|_{\Gamma^*_{p\theta_1,\gamma}(R_+,\psi)} = \left\{\int_0^\infty \left(\Omega^*_{p,\gamma}(A_\gamma f,r)\right)^{\theta_1}\psi(r)dr\right\}^{1/\theta_1} \le C\left\{\int_0^\infty \psi(r) r^{-\frac{(1+|\gamma|)\theta_1}{p'}}\left(\int_r^\infty t^{-\frac{1+|\gamma|}{q}-1}\Omega^*_{p,\gamma}(f,t)dt\right)^{\theta_1} dr\right\}^{1/\theta_1} \le$$

$$\le C\left\{\int_0^\infty t^{-\frac{(1+|\gamma|)\theta}{q}-\theta}\left(\Omega^*_{p,\gamma}(f,t)\right)^{\theta}\varphi(t)t^{\frac{(1+|\gamma|)\theta}{q}+\theta}\,dt\right\}^{1/\theta} = C\left\{\int_0^\infty \left(\Omega^*_{p,\gamma}(f,t)\right)^{\theta}\varphi(t)dt\right\}^{1/\theta} = C\|f\|_{\Gamma^*_{p\theta,\gamma}(R_+,\varphi)}.$$

Теорема 5 доказана.

Следствие 2. Пусть $1<p<\infty$, положительные функции $\varphi(t),\psi(t)$ суммируемы на каждом промежутке $(r,\infty)\subset(0,\infty)$.

Если

$$\sup_{t>0}\left(\int_0^t \psi(r)r^{1+\gamma}\,dr\right)\left(\int_t^\infty \varphi(r)^{1-p'}r^{-p'-(1+\gamma)(p'-1)}dr\right)^{p-1} < \infty,$$

то

$$\|A_\gamma f\|_{L_{p,\omega_1,\gamma}(R_+)} \le C\|f\|_{L_{p,\omega,\gamma}(R_+)}$$

с постоянной C, не зависящей от f, где $\omega_1(t)=\int_t^\infty \psi(r)dr$, $\omega(t)=\int_t^\infty \varphi(r)dr$.

Теорема 6. Пусть $1<p<\infty$, $\varphi(t),\psi(t)$-положительные измеримые функции на $(0,\infty)$.

Если

$$r^{-\frac{1+\gamma}{p'}}\int_0^r t^{-\frac{1+\gamma}{p'}-1}\frac{dt}{\varphi(t)} \le \frac{C}{\psi(r)}$$

то для интеграла (1) имеет место неравенство $\|A_\gamma f\|_{\Gamma_{p\infty,\gamma}(R_+,\psi)} \le C_1\|f\|_{\Gamma_{p\infty,\gamma}(R_+,\varphi)}$ с постоянной C_1, не зависящей от f.

Теорема 7. Пусть $1<p<\infty$, $\varphi(t),\psi(t)$ – положительные измеримые функции на $(0,\infty)$.

Если

$$r^{\frac{1+\gamma}{q}}\int_0^r t^{-\frac{1+\gamma}{q}-1}\frac{dt}{\varphi(t)} \le \frac{C}{\psi(r)},$$

то для интеграла (1) имеет место неравенство $\|A_\gamma f\|_{\Gamma^*_{p\infty,\gamma}(R_+,\psi)} \le C_2\|f\|_{\Gamma^*_{p\infty,\gamma}(R_+,\varphi)}$ с постоянной C_2, не зависящей от f.

Список литературы

1. Левитан Б.М. Разложение по функциям Бесселя в ряды и интегралы Фурье. УМН. 1951, т.6, 2, с.102-143.
2. Абдуллаев С.К., Бабаев А.А. Некоторые оценки для особого интеграла с суммируемой плотностью. ДАН СССР, 1969, т.188, №2, с.263-265.
3. Бабаев А.А. Некоторые оценки для особого интеграла. ДАН СССР, 1966, т.170, №5, с.1003-1005.
4. Гулиев В.С. Интегральные операторы в пространствах функций на однородных группах и на областях R^n. Дисс. докт. физ-мат.наук. Москва, Математический институт им.В.А.Стеклова, 1994, с.1-324.
5. Гусейнов Е.Г., Салаев В.В. Особый интеграл по отрезку прямой в пространствах суммируемых функций. Научные труды МВ и ССО Азерб. ССР, сер.физ.-мат.наук, 1979, №1, с.81-87.

УДК: 517.911.5

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ С БЕСКОНЕЧНЫМ ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

PERIODIC PROBLEM FOR DIFFERENTIAL INCLUSIONS WITH INFINITE DELAY

Дьяченко А.А., Кулманакова М.М., к.ф.-м.н.
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
г. Воронеж, Россия
m-kulmanakova@yandex.ru

DOI: 10.12737/15959

Аннотация: Рассматривается периодическая задача для полулинейных функционально-дифференциальных включений с бесконечным запаздыванием. Строится многозначный интегральный оператор, неподвижные точки которого являются ослабленными решениями задачи. Применяя методы топологической степени, получаем теорему существования.

Summary: We consider the periodic problem for a semilinear functional differential inclusions with infinite delay. We construct the multivalued integral operator whose fixed points are mild solutions of the above problem. We apply the topological degree method to obtain the existence theorem.

Ключевые слова: дифференциальное включение, ослабленное решение, бесконечное запаздывание, неподвижная точка.

Keywords: differential inclusion, mild solution, infinite delay, fixed point.

Пусть E – сепарабельное банахово пространство. Обозначим $C = C([-\infty;T];E)$ и B – фазовое пространство, удовлетворяющее аксиоматике Хейла-Като [2] и являющееся линейным топологическим пространством функций, заданных на $(-\infty;0]$ со значениями в E, наделенное полунормой. Для $x \in C$ и $t \in [-\infty;T]$ определена функция $x_t \in B$, $x_t(\theta) = x(t+\theta)$, $\theta \in [-\infty;0]$.

Рассмотрим задачу Коши для дифференциального включения:

$$x'(t) \in Ax(t) + F(t, x_t),\ t \in [0;T] \tag{1}$$

$$Qx = 0, \tag{2}$$

где $Qx = x_T - x_0$ – непрерывный линейный оператор.

Предположим, что линейный оператор $A: D(A) \subseteq E \to E$ является производящим оператором C_0-полугруппы $\exp\{tA\}$ и линейный оператор $\exp\{TA\} - I$ является обратимым.

Обозначим $P(Y)$ совокупность всех непустых подмножеств произвольного множества Y и $Kv(Y)$ - совокупность непустых, компактных выпуклых подмножеств топологического векторного пространства Y.

Мультиотображение $F: [0;T] \times B \to Kv(E)$ удовлетворяет верхним условиям Каратеодори и условию χ-регулярности. При указанных условиях корректно определен оператор суперпозиции ([1], [3])

$$P_F : C((-\infty;T];E) \to P(L^1([0,T];E)),$$

$$P_F(x) = \{ f \in L^1([0,T];E) \mid f(t) \in F(t, x_t) \text{ п.в. } t \in [0,T] \}.$$

Определение: *Ослабленным решением* задачи (1)-(2) называется функция $x \in C((-\infty;T];E)$ такая, что

$$Qx = 0,$$

$$x(t) = \exp\{tA\}x(0) + \int_0^t \exp\{(t-s)A\} f(s)ds,\ t \in [0;T],\ f \in P_F x.$$

Определение: Назовем *оператором Коши* линейный оператор $G: L^1([0:T];E) \to C((-\infty;T];E)$ определенный как

$$Gf(t)=\begin{cases}\int_0^t \exp\{(t-s)A\}f(s)ds, & t\in[0:T];\\ 0, & t\in[-\infty;0].\end{cases}$$

Рассмотрим линейный ограниченный оператор следующего вида

$$(\Lambda\psi)(t)=\begin{cases}[\exp\{(T+t)A\}(\exp\{TA\}-I)^{-1}\psi(0)-\psi(t)]_T, & t\in[-\infty;0];\\ \exp\{tA\}(\exp\{TA\}-I)^{-1}\psi(0), & t\in[0;T].\end{cases}$$

Для исследования разрешимости задачи (1)-(2) построим интегральный мультиоператор

$$\Gamma: C((-\infty;T];E)\to Kv(C((-\infty;T];E)),$$

$$\Gamma x=(I-\Lambda Q)GP_F x.$$

Из свойств оператора Коши следует, что мультиоператор Γ полунепрерывен сверху, имеет выпуклые компактные значения и переводит ограниченные множества в ограниченные [1], [3].

Теорема: Пусть дополнительно выполнены следующие условия:

(1) $\left\|\exp\{tA\}\right\|^{\chi}\le h(t)$, где $h(t)\in L^1_+([0;T];E)$;

(2) $[1+R(\sup\limits_{0\le t\le T}h(t)\cdot\left\|(\exp\{TA\}-I)^{-1}\right\|^{(\chi)}+1)\cdot\sup\limits_{0\le t\le T}\int_0^t h(t-s)k(s)ds<1,$

где $k(\cdot)$ из условия χ-регулярности оператора F;

(3) найдется последовательность функций $w_n(t)\in L^1_+([0;T];E),\ n=1,2,\ldots$

такая, что $\lim\limits_{n\to\infty}\frac{1}{n}\int_0^T w_n(t)dt=0$.

Тогда задача (1)-(2) имеет ослабленное решение.

Список литературы

1. Басова М.М. Топологические методы в краевых задачах для дифференциальных включений. Введение в элементы нелинейного анализа / М.М. Басова, В.В. Обуховский – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. – 96 с.

2. Борисович Ю.Г. Введение в теорию многозначных отображений и дифференциальных включений / Ю.Г. Борисович, Б.Д. Гельман, А.Д. Мышкис, В.В. Обуховский - М.: КомКнига, 2005. – 216 с.

2. Hito Y. Functional differential equations with infinite delay. Lecture notes in mathematics / Y. Hito, S. Murakami, T. Naito. – Berlin-Heidelberg-New York: Sprimger-Verlag, 1991. – Vol. 1473.

3. Kamenskii M. Condensing maltivalued maps and semilinear differential inclusions in banach spaces / M. Kamenskii, V. Obukhovskii, P. Zecca. - Berlin-New York: Walter de Gruyter, 2001. – 231 p.

УДК 517.9

ОБ ОГРАНИЧЕННОСТИ ФУНКЦИИ УПРАВЛЕНИЯ, ЯВЛЯЮЩЕЙСЯ РЕШЕНИЕМ ЛИНЕЙНОЙ СТАЦИОНАРНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

ABOUT THE BOUNDING OF CONTROL FUNCTION WHICH ARE SOLUTION OF LINEAR STATIONARY DYNAMIC SYSTEM

Литвинов Д.А., аспирант
ФГБОУ ВО«Воронежский Государственный Университет»
г. Воронеж, Россия
d77013378@yandex.ru

DOI: 10.12737/15960

Аннотация: В данной статье показывается одна из технологий поиска функций управления и состояния, являющихся решениями дифференциального уравнения и удовлетворяющих особым условиям. Эта технология называется методом каскадной декомпозиции. Причем функции ищутся таким образом, чтобы функции правления оказались ограниченными.

Summary: This article shows one of the technologies of searching control functions and the state functions, which are the solutions of the differential equation and which satisfy the special conditions. This technology is called the cascade method of decomposition. And the functions are found to be bounded.

Ключевые слова: динамическая система, функция управления, функция состояния, метод каскадной декомпозиции, ограниченность.

Keywords: dynamic system control function, state function, the method of cascade decomposition, bounding.

Имеется динамическая система

$$\frac{dx(t)}{dt} = Ax(t) + Bu(t), \quad (1)$$

где $x(t) \in \mathbb{R}^n; u(t) \in \mathbb{R}^k$; A, B матрицы соответствующих размеров: $t \in [0,1]$.

Данная динамическая система должна быть полностью управляемой, то есть должна существовать векторная функция $u(t)$, с использованием которой, состояние $x(t)$ системы переводится из произвольного начального состояния $x(0) = x_0$ в произвольное конечное состояние $x(1) = x_1$ [1].

Ставится задача построения ограниченной управляющей вектор-функции $u(t)$, которая является ограниченной, такой что $|u(t)| < 1$.

Построение $x(t)$ и $u(t)$ делается методом каскадной декомпозиции, разработанным в работе [2].

Метод каскадной декомпозиции состоит в переходе от начального уравнения к уравнению

$$\frac{dy_k(t)}{dt} = A_k y_k(t) + B_k v_k(t), \quad (2)$$

в подпространствах уменьшающихся размерностей и пересчитывания условий для новых функций. Проводится исследование условий, при выполнении которых, решается задача об ограниченности функции управления.

Предлагается частичная автоматизация решения данной задачи с помощью программы , написанной на языке программирования Java . Конечные результаты иллюстрируются графиками функций состояния и управления.

Список литературы

1. Дорф Р. Современные системы управления / Р.Дорф, Р.Бишоп. М.: Лаборатория базовых знаний, 2002. 832 с.

2. Зубова С.П. О критериях полной управляемости дескрипторной системы. Полиномиальное решение задачи управления при наличии контрольных точек. Автоматика и Телемеханика. 2011.

УДК: 517.926

ЖОРДАНОВА ФОРМА СОПРОВОЖДАЮЩИХ МАТРИЦ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

A JORDAN CANONICAL FORM OF COMPANION MATRIX FOR DIFFERENTIAL EQUATIONS

Нестеров И.Н., Клочков С.В., Чурсанова А.С.
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»
г. Воронеж, Россия
nesterovilyan@gmail.com, klochkov_s.v@mail.ru, anastasyachursanova@gmail.com

DOI: 10.12737/15961

Аннотация: В статье рассматривается формулировка и доказательство теоремы о виде жордановой формы для сопровождающей матрицы линейного дифференциального уравнения.

Summary: The article deals with statement and proof of theorem about Jordan canonical form of companion matrix for linear differential equations.

Ключевые слова: линейное дифференциальное уравнение, Жорданова форма, сопровождающая матрица, собственные значения, собственные векторы, присоединенные векторы.

Keywords: linear differential equation, Jordan canonical form, companion matrix, eigenvalues, eigenvectors, generalized eigenvectors.

Рассматривается линейное однородное дифференциальное уравнение:

$$x^{(n)} = \alpha_1 x^{(n-1)} + \ldots + \alpha_n x, \qquad (1)$$

где $\alpha_k \in \mathbb{C}$, $k = 1, \ldots, n$. Данное уравнение обычным способом (см. [1]) сводится к системе линейных дифференциальных уравнений вида

$$\dot{y} = A\,y,$$

где матрица оператора $A = \mathbb{C}^n \to \mathbb{C}^n$ имеет вид

$$\mathcal{A} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & \ldots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \ldots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots \\ 0 & 0 & 0 & \ldots & 1 \\ \alpha_n & \alpha_{n-1} & \alpha_{n-2} & \ldots & \alpha_1 \end{pmatrix},$$

а $P(\lambda) = \lambda^n - \alpha_1\lambda^{n-1} - \ldots - \alpha_n$, $\lambda \in \mathbb{C}$ - характеристический многочлен этой матрицы.

Теорема 1. *Пусть* $\lambda_1, \dots, \lambda_m$- *собственные значения матрицы* $\mathcal{A}$ *кратностей* $k_1, \dots, k_m$ *соответственно, где* $\sum_{i=1}^{m} k_i = n$. *Тогда жорданова форма для матрицы* $\mathcal{A}$ *имеет вид*

$$\mathcal{J} = \begin{pmatrix} \mathcal{J}_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \mathcal{J}_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \mathcal{J}_n \end{pmatrix}, \text{ где } \mathcal{J}_i = \begin{pmatrix} \lambda_i & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \lambda_i & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & \lambda_i \end{pmatrix}.$$

Матрица перехода $\mathcal{U}$ *имеет вид*

$$\mathcal{U} = (\mathcal{U}_1, \mathcal{U}_2, \dots, \mathcal{U}_m),$$

где матрицы $\mathcal{U}_i \in \mathcal{M}atr_{n,k_i}(\mathbb{C}),\ i = 1, \dots, m$, *имеют вид*

$$\mathcal{U}_i = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ \lambda_i & 1 & \dots & 0 \\ \lambda_i^2 & 2\,\lambda_i & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \lambda_i^{n-1} & (n-1)\lambda_i^{n-2} & \cdots & \prod_{k=1}^{k_i-1}(n-k)\lambda_i^{n-k_i} \end{pmatrix}.$$

Доказательство. Пусть λ_i – собственное значение матрицы $\mathcal{A}$ кратности k_i. Найдем соответствующие ему собственный и присоединенные векторы. Рассмотрим матрицу вида

$$\mathcal{A} - \lambda_i I = \begin{pmatrix} -\lambda_i & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & -\lambda_i & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 1 \\ \alpha_n & \alpha_{n-1} & \alpha_{n-2} & \cdots & \alpha_1 - \lambda_i \end{pmatrix},$$

где I – единичная матрица.

Пусть $x_i \in \mathbb{C}^n$ – собственный вектор, отвечающий собственному значению λ_i. Тогда справедливо равенство

$$(\mathcal{A} - \lambda_i I)x_i = 0, \tag{2}$$

где $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$. Очевидно, что $x_{i1} \neq 0$ (иначе вектор x_i был бы нулевым). Без ограничения общности можно считать, что $x_{i1} = 1$. Тогда равенство (2) эквивалентно следующей системе уравнений:

$$\begin{cases} -\lambda_i + x_{i2} = 0, \\ -\lambda_i x_{i2} + x_{i3} = 0, \\ \dots \\ -\lambda_i x_{i\,n-2} + x_{i\,n-1} = 0, \\ \alpha_n + \alpha_{n-1}x_{i2} + \cdots + (\alpha_1 - \lambda_i)x_{in} = 0. \end{cases} \tag{3}$$

Решив систему (3), получим, что

$$x_i = (1, \lambda_i, \lambda_i^2, \dots, \lambda_i^{n-1}).$$

Пусть $k_i \neq 1$. Найдем присоединенные векторы к вектору x_i. Пусть $x_{i,j} \in \mathbb{C}^n, 1 \leq j \leq k_i - 1$ – присоединенные векторы, отвечающие собственному значению λ_i. Первый присоединенный вектор есть решение уравнения

$$(\mathcal{A} - \lambda_i I)x_{i,1} = x_i, \tag{4}$$

где $x_{i,1} = (x_{1,1}, x_{2,1}, \dots, x_{n,1})$ - подлежащий определению присоединенный вектор, x_i – собственный вектор, отвечающий собственному значению λ_i.

Пусть $x_{1,1} = 0$. Тогда равенство (4) эквивалентно системе уравнений:

$$\begin{cases} x_{2,1} = 1, \\ -\lambda_i x_{2,1} + x_{3,1} = \lambda_i, \\ \dots \\ -\lambda_i x_{n-2,1} + x_{n-1,1} = \lambda_i^{n-1}, \\ \alpha_{n-1}x_{2,1} + a_{n-2}x_{3,1} + \dots + \left(\alpha_1 - \lambda_i^{n-1}\right)x_{n,1} = \lambda_i^{n-1}. \end{cases} \tag{5}$$

Поскольку $P'(\lambda_i) = 0$, тогда, решив систему (5), получим вектор

$$x_{i,1} = \left(0,1,2\lambda_i, 3\lambda_i^2, \dots, (n-1)\lambda_i^{n-2}\right),$$

который является присоединенным к собственному вектору x_i.

Аналогичным образом устанавливается, что векторы

$$x_{i,p} = (\underbrace{0, \dots, 0}_{p}, p!, (p+1)!, \dots, \prod_{k=1}^{p}(n-k)\lambda_i^{n-p-1}),$$

где $1 \leq p \leq k_i - 1$, - являются присоединенными к вектору x_i.

Таким образом, доказано, что матрица $\mathcal{U}$ составлена из собственных и присоединенных векторов. Поэтому $\det(\mathcal{U}) \neq 0$, и, следовательно, матрица $\mathcal{U}$ является матрицей перехода к жордановой форме и имеет вид

$$\mathcal{U} = (\mathcal{U}_1, \mathcal{U}_2, \dots, \mathcal{U}_m),$$

где $\mathcal{U}_i \in \mathcal{M}atr_{n,k_i}(\mathbb{C}),\ i = 1, \dots, m$ имеют вид

$$\mathcal{U}_i = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ \lambda_i & 1 & \dots & 0 \\ \lambda_i^2 & 2\lambda_i & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \lambda_i^{n-1} & (n-1)\lambda_i^{n-2} & \cdots & \prod_{k=1}^{k_i-1}(n-k)\lambda_i^{n-k_i} \end{pmatrix}.$$

Теорема доказана.

Список литературы

1. Боровских А.В. Перов А.И. Лекции по обыкновенным дифференциальным уравнениям // Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2004, 540 стр.

2. Баскаков А.Г. Лекции по алгебре // Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013, 159 стр.

УДК 517.929

ОБ ИНДЕКСЕ МНОЖЕСТВА РЕШЕНИЙ ЗАДАЧИ КОШИ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ВКЛЮЧЕНИЯ ДРОБНОГО ПОРЯДКА В БАНАХОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

ON THE INDEX OF THE SOLUTIONS SET OF THE CAUCHY PROBLEM FOR A DIFFERENTIAL INCLUSIONS OF FRACTIONAL ORDER IN A BANACH SPACE

Петросян Г.Г., к.ф.-м.н.
ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный педагогический университет», г. Воронеж, Россия
garikpetrosyan@yandex.ru

DOI: 10.12737/15962

Аннотация: в данной статье мы приводим теорему об индексе множества решений задачи Коши для дифференциального включения дробного порядка в банаховом пространстве.

Summary: In this article we present a theorem on the index of the solutions set of the Cauchy problem for a differential inclusion of fractional order in a Banach space.

Ключевые слова: задача Коши, индекс множества решений, дробный порядок, дифференциальное включение.

Keywords: Cauchy problem, the index of the solutions set, the fractional order, a differential inclusion.

Пусть E −банахово пространство, $C([0,a];E)$- пространство непрерывных функций на $[0,a]$ со значениями в E. Символом $Kv(E)$ обозначим совокупность всех непустых выпуклых компактных подмножеств E.

Рассмотрим задачу Коши для полулинейного дифференциального включения дробного порядка в банаховом пространстве E, следующего вида:

$$D^q x(t) \in Ax(t) + F(t, x(t)), \quad t \in [0,a], \qquad (1)$$

$$x(0) = x_0, \qquad (2)$$

где D^q, $0 < q < 1$ – дробная производная Капуто, $F: [0,a] \times E \to Kv(E)$-многозначное отображение, $A: D(A) \subset E \to E$ - линейный замкнутый оператор в E (не обязательно ограниченный) и $x_0 \in E$.

Пусть мультиотображение:

$$F: [0,a] \times E \to Kv(E)$$

таково, что:

$(F1)$ Для всех $x \in E$ мультифункция $F(\cdot, x): [0,a] \to Kv(E)$ допускает сильно измеримое сечение;

$(F2)$ Для п.в. $t \in [0,a]$ мультиотображение $F(t,\cdot): E \to Kv(E)$ полунепрерывно сверху;

$(F3)$ Для каждого $n \in N$ существует функция $\omega_n \in L^\infty([0,a])$, такая что для любой функции $x \in \bar{B}(0,n) \subset C([0,a];E)$ выполнено:

$$\|F(t,x)\| := \sup\{\|f\|_E : f \in F(t,x)\} \le \omega_n(t), \;\; n.в.\, t \in [0,a];$$

$(F4)$ Найдется функция $\mu \in L^\infty([0,a])$ такая, что для любого ограниченного множества $Q \subset E$ мы имеем:

$$\chi(F(t,Q)) \le \mu(t)\,\chi(Q),$$

для п.в. п.в. $t \in [0,a]$, где χ - мера некомпактнотсти Хаусдорфа в E.

На A мы накладываем следующее условие:

$(A)A: D(A) \subset E \to E$ - линейный замкнутый оператор в E, порождающий сильно непрерывную C_0- полугруппу $\{T(t)\}_{t\ge 0}$.

Определение. Интегральным решением задачи Коши (1)-(2) на промежутке $[0,\tau], \tau \in (0,a]$ называется функция $x \in C([0,\tau];E)$:

$$x(t) = \mathcal{G}(t)x_0 + \int_0^t (t-s)^{q-1}\mathcal{T}(t-s)f(s,x(s))ds, \qquad t \in [0,\tau],$$

где $\mathcal{G}(t) = \int_0^\infty \xi_q(\theta)\,T(t^q\theta)d\theta$, $\mathcal{T}(t) = q\int_0^\infty \theta\xi_q(\theta)\,T(t^q\theta)d\theta$,

$$\xi_q(\theta) = \frac{1}{q}\theta^{-1-\frac{1}{q}}\Psi_q\left(\theta^{-\frac{1}{q}}\right),$$

$$\Psi_q(\theta) = \frac{1}{q}\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1}\,\theta^{-qn-1}\frac{\Gamma(nq+1)}{n!}\sin(\pi nq)\,, \theta \in \mathbb{R}^+,$$

Г – гамма-функция Эйлера и $f(s,x(s)) \in F(s,x(s))$.

Мультиоператор $G: C([0,a];E) \to C([0,a];E)$:

$$G(x)(t) = \mathcal{G}(t)x_0 + \int_0^t (t-s)^{q-1}\mathcal{T}(t-s)f(s,x(s))ds, \qquad t \in [0,a],$$

где $f(s,x(s)) \in F(s,x(s))$, является разрешающим для задачи Коши (1)-(2), то есть каждая его неподвижная точка $x \in G(x)$ является решением задачи.

Имеют место следующие теоремы.

Теорема 1. *При выполнении условий* $(A),(F1)-(F4)$, *существует* $\tau \in (0,a]$ *такое, что множество решений задачи Коши* (1)-(2) $\sum_{x_0}^{F}[0,\tau]$ на промежутке $[0,\tau]$ *является непустым подмножеством пространства* $C([0,\tau];E)$.

Теорема 2. *При выполнении условий* $(A),(F1),(F2),\ (F4)$ *и условия* $(F'3)$ *существует функция* $\alpha \in L_{+}^{\infty}([0,a])$ *такоя, что*

$$\|F(t,x)\|_E \le \alpha(t)(1+\|x(t)\|_E), n.в. t \in [0,a],$$

множество решений задачи Коши (1)-(2) $\sum_{x_0}^{F}[0,a]$*является непустым компактным подмножеством пространства* $C([0,a];E)$.

Пусть $U \subset E$ открытое множество, $K \subset E$непустое замкнутое выпуклое множество, $U_K = U \cap K$ и $F:\overline{U_K} \to Kv(E)$ - вполне фундаментально сужаемое мультиотображение (см. [3]). Пусть N - изолированая компонента множества неподвижных точек $Fix\ F$ мультиоператора F, то есть существует $\varepsilon > 0$ такое, что

$$W_\varepsilon(N) \cap Fix\ F = N$$

где $W_\varepsilon(N)$ – $\varepsilon-$окрестность множества N в относительной топологии множества K. Из свойства аддитивной зависимости от области топологической степени (см. например [1]), следует, что топологическая степень

$$deg_K\ (i-F,\overline{W_{\varepsilon_1}(N)}),$$

где i - отображение вложения, не зависит от ε_1, $0 < \varepsilon_1 < \varepsilon$. Это общее значение топологической степени называется индексом множества N и обозначается как

$$ind(i-F,N).$$

Из теорем 1 и 2 нам известно, что мультиоператор G преобразует шар в себя, поэтому индекс множества решений задачи (1)-(2) равен единице. Оказывается, что это является общим свойством множеств решений, в том случае, когда все решения ограниченны на $[0,a]$ и продолжимы на весь отрезок $[0,a]$.

Условие продолжимости всех решений на отрезок $[0,a]$ будем записывать следующим образом:

(P) $\sum_{x_0}^{F}[0,\tau] = \sum_{x_0}^{F}[0,a]\,|_{[0,\tau]}$ для всех $\tau \in (0,a]$.

Из теоремы 2 известно, что множество $\sum_{x_0}^{F}[0,a]$ компактно в пространстве $C([0,a];E)$. Введем в рассмотрение компактное множество

$$Z = \left\{(t,y)|\exists\, x \in \sum_{x_0}^{F}[0,a]\,, x(t) = y\right\}$$

из метрического пространства $[0,a] \times E$. Для $r > 0$ зададим функцию Урисона $\kappa\colon [0,a] \times E \to [0,1]$:

$$\kappa(t,y) = \begin{cases} 1, & \textit{если } (t,y) \in \overline{W_r(Z)}, \\ 0, & \textit{если } (t,y) \notin \overline{W_{2r}(Z)}, \end{cases}$$

и зададим мультиоператор

$$\tilde{F}(t,x) = \kappa(t,y)F(t,x).$$

Справедливы следующие теоремы.

Теорема 3. *Пусть мультиоператор* F *удовлетворяет условиям* $(A),(F1)-(F4)$ *и* (P), *и множество решений* $\sum_{x_0}^{F}[0,a]$ *ограничено в пространстве* $C([0,a];E)$. *Тогда мультиоператор* $\tilde{F}\colon [0,a] \times E \to Kv(E)$ *удовлетворяет условиям* $(F1)-(F4)$ *и*

$$\sum_{x_0}^{\tilde{F}}[0,a] = \sum_{x_0}^{F}[0,a].$$

Теорема 3. *Пусть выполняются условия теоремы 3. Тогда*

$$ind\left(\sum_{x_0}^{F}[0,a]\,, G\right) = 1.$$

Список литературы

1. Борисович Ю.Г. Введение в теорию многозначных отображений и дифференциальных включений / Ю.Г. Борисович, Б.Д. Гельман, А.Д. Мышкис, В.В. Обуховский - М.: Либроком, 2010.

2. Обуховский В.В. О задаче Коши для функционально-дифференциального включения дробного порядка с импульсными характеристиками в банаховом пространстве / В.В. Обуховский, Г.Г. Петросян // Вестник ВГУ, серия Физика. Математика №1, 2013.- ст. 192-209.

3. Kamenskii M., Condensing Multivalued Maps and Semilinear Differential Inclusions in Banach Spaces / M. Kamenskii, V. Obukhovskii, P. Zecca - de Gruyter Series in Nonlinear Analysis and Applications, 7, Walter de Gruyter, Berlin "--- New-York, 2001.

УДК 517.965.2

КВАЗИПЕРИОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ВТОРОГО РОДА УРАВНЕНИЯ ОБОБЩЁННЫХ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

QUASI-PERIODIC SOLUTIONS OF THE SECOND EQUATION KIND OF GENERALIZED ANALYTIC FUNCTIONS

Сафаров Д.С., д.ф.м.н., **Гаюров А.Т.,** аспирант
Курган-Тюбинский государственный университет им. Носира Хусрава
г. Курган-Тюбе, Таджикистан
Safarov-5252@mail.ru

DOI: 10.12737/15963

Аннотация: В работе, с помощью теории эллиптических функций Вейерштрасса, исследована задачи нахождения и существования квазипериодических решений для уравнения обобщённых аналитических функций, с основными периодами h_1, h_2, $Jm(h_2 / h_1) > 0$.

Summary: In this paper, using the theory of elliptic functions Weierstrass investigated and the problem of finding the existence of quasi-periodic solutions for the equation of generalized analytic functions, with major periods h_1, h_2, $Jm(h_2 / h_1) > 0$.

Ключевые слова: Квазипериодические решения, двоякопериодическая функция, аналитические функции.

Keywords: Quasi-periodic solutions ,a function doubly, analytical functions.

Пусть $\mathbb{C}$ – комплексная плоскость и h_1, h_2 – комплексные числа, такие, что $Jm(h_2 / h_1) > 0$.

Определение 1. *Однозначная на плоскости* $\mathbb{C}$ *функция* $\omega(z)$, *удовлетворяющая условиям*

$$\omega(z + h_1) = \alpha\omega(z) + c_1, \quad \omega(z + h_2) = \beta\omega(z) + c_2, \tag{1}$$

где α, β, c_1, c_2 – *постоянные, называется квазипериодической функцией второго рода, с основными периодами* h_1, h_2.

При $\alpha = \beta = 1$, функции, удовлетворяющие условию (1) названы квазипериодическими, а при $\alpha \neq 1, \beta \neq 1, c_1 = c_2 = 0$ двоякопериодическими функциями второго рода [1].

Лемма. *Для разрешимости система функциональных уравнений (1) в классе однозначных функций необходимо и достаточно, чтобы*

$$c_1(1-\beta)=c_2(1-\alpha). \tag{2}$$

При этом любое решение (1) представляется в виде

$$\omega(z)=\varphi(z)+\frac{c_1}{1-\alpha}\ , \tag{3}$$

где $\varphi(z)-$ *однозначная двоякопериодическая функция второго рода, удовлетворяющая условиям*

$$\varphi(z+h_1)=\alpha\varphi(z),\ \ \varphi(z+h_2)=\beta\varphi(z). \tag{4}$$

Для изучения двоякопериодических функций с основными периодами $h_1, h_2, Jm(h_2/h_1)$, достаточно изучать их в основном параллелограмме $\Omega-$ решетки периодов Γ, $\Gamma=\{m_1h_1+m_2h_2, m_1, m_2-$ *целые числа* $\}$,

$$\Omega=\{z;\ z=z_0+t_1h_1+t_2h_2, 0\le t_1\le 1, 0\le t_2\le h_2\}.$$

Будем исследовать задачу нахождения решения функциональных уравнений (1), удовлетворяющие в основном параллелограмме Ω уравнения вида

$$w_{\bar z}+a(z)w=f(z), \tag{5}$$

где $a(z), f(z)-$ заданные функции на плоскости $\mathbb{C}$. Случай $a(z)\equiv 0$ исследовано в [2].

Определение 2. *Однозначные решения (5), определенные на плоскости* $\mathbb{C}$ *и удовлетворяющие условиям (1) будем называть квазипериодическими решениями второго рода.*

Лемма 2. *Для разрешимости уравнения (5) в классе однозначных функций, удовлетворяющих условию (1) необходимо, чтобы функции* $a(z), f(z)$ *удовлетворяли условиям (4) леммы 1.*

Теперь при условии, что $a(z), f(z)$ удовлетворяют условиям (4) и $a(z), f(z)\in L_p(\overline{\Omega}),\ p>2$ будем искать решения задачи (1), (5) в виде (3)

где $\varphi(z)-$ искомая двоякопериодическая функция второго рода, удовлетворяющая условиям (4) и $\varphi(z)\in W_p^1(\overline{\Omega}),\ p>2$.

Подставляя (3) в (5) для $\varphi(z)$ получим уравнение вида

$$\varphi_{\bar z}+a(z)\varphi(z)=f(z)-\frac{c_1}{1-\alpha}a(z). \tag{6}$$

Решение задачи (1), (5) и (4), (6) при выше допущениях условиях эквиваленты. Таким образом, надо найти решения уравнения (6) в классе двоякопериодических функциях второго рода.

Решение задачи (4), (6) можно представить в виде [3]

$$\varphi(z)=\psi(z)e^{-T_\zeta a-bz}, \tag{7}$$

где $T_\zeta a-$интегральный оператор вида

$$T_\xi a=-\frac{1}{\pi}\iint\limits_\Omega a(t)\zeta(t-z)d_t\Omega,$$

$\zeta(z)-$дзета – функция Вейерштрасса, построенная на периодах h_1,h_2, [3]. Как показано в [2] функция $g(z)=T_\zeta a$ обладает дифференциальные и интегральные свойства оператора Векуа $T_\Omega f$ и

$$g(z+h_j)=g(z)-\eta_j a_0,\ a_0=\frac{1}{\pi}\iint\limits_\Omega a(z)d\Omega,\ j=1,2,$$

где η_1,η_2-циклические постоянные функции $\zeta(z)$, совместно с h_1,h_2 удовлетворяют соотношение Лежандра [1] $\eta_1h_1-\eta_2h_2=2\pi i$, $b,\psi(z)-$искомые, пока неизвестные. Искомая функция должна удовлетворять условиям

$$\psi(z+h_j)=\alpha e^{-\eta_1a_0-bh_1}\psi(z),\ \psi(z+h_2)=\beta e^{-\eta_1a_0-bh_1}\psi(z). \tag{9}$$

Используя соотношение Лежандра в (9) можно выбрать a_0 и b такими, что

$$\alpha\exp(-\eta_1a_0-bh_1)=1,\quad \beta\exp(-\eta_2a_0-bh_2)=1. \tag{10}$$

При таком выборе a_0 и b функция $\psi(z)$ является двоякопериодической с периодами h_1,h_2. В таком случае, подставляя (3) в (6), относительно функцию $\psi(z)$ получим неоднородное уравнение Коши – Римана

$$\psi_{\bar z}=e^{T_\zeta a+bz}\left[f(z)-\frac{c_1}{1-\alpha}a(z)\right]=f_1(z). \tag{11}$$

Если $a(z),f(z)-$удовлетворяют условию (4) и $a(z),f(z)\in L_p(\overline{\Omega}),\ p>2$ и число b_0,b решение системы то $f_1(z)\in L_p^*,\ p>2$ и надо найти решение (11) из класса $\overset{*}{W}{}_p^1,\ p>2$. L_p^*-класс двоякопериодических с периодами h_1,h_2 и принадлежащих в $L_p(\overline{\Omega}),\ p>2$. $\overset{*}{W}{}_p^1-$пространство Соболева двоякопериодических функций с периодами h_1,h_2 [2], $p>2$, [3].

Из результатов работы [3] получим

Теорема. *Пусть выполнены условия леммы 1, 2. Тогда для разрешимости задачи (1), (5) в классе функций из* $W_p^1(\overline{\Omega})$, $p>2$, *необходимо и достаточно чтобы*

$$\iint\limits_{\Omega} f(z)e^{T_\xi a+bz}d\Omega=0.$$

При этом все решения задачи (1), (5) представимы в виде

$$w(z)=e^{-T_\xi a+bz}\left(c+T_\xi f_1\right)+\frac{c_1}{1-\alpha},$$

где $c-$*произвольная постоянна ,а постоянное* b *вместо* c a_0-*удовлетворяют систему уравнений (10).*

Список литературы

1. Ахиезер Н.И. Элементы теории эллиптических функций. – М.: 1970.-304 с.
2. Сафаров Д.С., Гаюров А.Т. Квазипериодические решения второго рода неоднородной системы Коши – Римана. – ДАН РТ т. 57, №6 2014, 459 с.
3. Сафаров Д.С. Двоякопериодические обобщённые аналитические функции и их приложения. – Душанбе: Дониш, 2012.-190 с.

УДК 517.93

К МЕТОДУ НЕОПРЕДЕЛЕННЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ

ON THE COMPLETE OBSERVABILITY
OF THE DESCRIPTOR DINAMIC SYSTEM

Раецкий К.А.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный универсистет»,
г. Воронеж, Россия
kirikvrn@mail.ru

DOI: 10.12737/15964

Аннотация: Рассматривается полностью управляемая система. Строятся функции состояния и управления. Используется метод неопределенных коэффициентов.

Summary: The completely controlled system is considered. The functions of state and the control are constructed . The method of undetermined coefficients is used.

Ключевые слова: динамическая система, траектория, состояние, управление, полная управляемость, метод неопределенных коэффициентов.

Keywords: the dynamical system,the trajectory, state function, control, function the complete controlability, the method of undetermined coefficients.

Рассматривается *система управления* [1], [2], [3], [4]

$$\dot{x}(t)=\hat{A}\,x(t)+Du(t), \tag{1}$$

где $B\in L(R^n,R^n)$, $D\in L(R^m,R^n)$, $t\in[0,T]$, T - конечно или бесконечно.

Функция $x(t)\in R^n$ называется *функцией состояния* (состоянием или траекторией системы), функция $u(t)\in R^m$ *функцией управления* (управлением).

В данном случае исследуется *полностью управляемая* [3], [5] система, то есть предполагается существование вектор-функции $u(t)$, с помощью которой система переводится из произвольного состояния x^0 в произвольное состояние x^T за время T. Таким образом, траектория системы удовлетворяет условиям

$$x(0)=x^0, \tag{2}$$

$$x(T)=x^T. \tag{3}$$

Строятся функции $x(t)$ и $u(t)$ в виде линейных комбинаций линейно независимых скалярных функций $\omega_i(t)$ с векторными коэффициентами

$$x(t)=\sum_{j=1}^{l}\alpha_j\,\omega_j(t), \tag{4}$$

$$u(t)=\sum_{j=1}^{l}\beta_j\,\omega_j(t), \tag{5}$$

где $\alpha_j\in R^n$, $\beta_j\in R^m$, l - некоторое число.

Применяется метод неопределенных коэффициентов, который состоит в подстановке выражений для функций состояния и управления вида (4), (5), соответственно, непосредственно в уравнение (1) и условия (2), (3).
Затем из полученных соотношений находятся коэффициенты α_j и β_j разложений (4),(5).

Предлагается набор $\omega_i(t)$ в виде, отличном от применяемого другими авторами, например [6].

Определяется точное значение числа l.

Список литературы

1. Красовский Н.Н. Теория управления движением. Линейные системы / Н.Н. Красовский. - М. : Наука, 1968. – 475 с.

2. Бояринцев Ю.Е. Регулярные и сингулярные системы линейных обыкновенных дифференциальных уравнений /Ю.Е. Бояринцев. - Новосибирск : Наука. Сиб. отд-е, 1980. – 222 с.

3. Гурман В.И. Вырожденные задачи оптимального управления / В.И. Гурман. - М. : Наука, 1977. – 304 с.

4. Д'Анжело Г. Линейные системы с переменными параметрами. Анализ и синтез / Г.Д'Анжело. - М. :Машиностроение, 1974. – 287 с.

5. Калман Р. Об общей теории систем управления / Р. Калман // Труды I конгресса ИФАК. М., 1961. – Т. 2. – С. 521 – 547.

6. Крутько П.Д. Обратные задачи динамики управляемых систем. Линейные модели / П.Д.Крутько. - М. : Наука, 1987. – 304 с.

УДК 519.651

ОПЕРАТОРЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ БУШМАНА - ЭРДЕЙИ

BUSCHMAN-ERDELYI TRANSMUTATIONS

Ситник С.М.

Воронежский институт МВД России, г. Воронеж, Россия.

mathsms@yandex.ru

DOI: 10.12737/15965

Аннотация: Рассматривются операторы преобразования Бушмана-Эрдейи, их классификация, исторические сведения и основные приложения.

Summary: We consider Buschman-Erdelyi transmutations, its classification, brief history and basic applications.

Ключевые слова: дифференциальные уравнения, операторы преобразования, интегральные преобразования.

Keywords: differential equations, transmutations, integral transforms.

Теория операторов преобразования составляет самостоятельный раздел современной математики, имеющий многочисленные приложения [1-4]. Важным классом операторов преобразования являются операторы Бушмана–

Эрдейи. Название "операторы Бушмана– Эрдейи" было предложено автором, в последнее время оно стало общепринятым. Изучение разрешимости и обратимости данных операторов было начато в 1960–х годах в работах Р. Бушмана и А. Эрдейи. Операторы Бушмана–Эрдейи или их аналоги изучались также в работах T.P. Higgins,Ta Li, E.R. Love, G.M. Habibullah, K.N. Srivastava, Динь Хоанг Ань, В.И. Смирнова, Н.А. Вирченко, И. Федотовой, А.А. Килбаса, Б.Рубина, О.В. Скоромник и ряде других работ. При этом изучались задачи о решении интегральных уравнений с этими операторами, их факторизации и обращения [5].

В докладе перечислены основные результаты, полученные автором: введены операторы Бушмана–Эрдейи первого, второго и третьего родов, причём два последних класса ранее не вводились и не исследовались, впервые операторы Бушмана–Эрдейи изучены как операторы преобразования (ОП), введено понятие гладкости для операторов Бушмана–Эрдейи, получены новые формулы факторизации, изучено действие операторов Бушмана–Эрдейи нулевого порядка гладкости в пространствах $L2(0,\infty)$ и весовых пространствах Лебега. Получены точные значения норм, найдены условия ограниченности и неограниченности. Найдены условия унитарности операторов Бушмана–Эрдейи нулевого порядка гладкости в пространствах $L2(0,\infty)$. Решена задача об унитарном обобщении операторов преобразования Сонина и Пуассона. Найдены ОП этого типа, унитарные при всех значениях параметра. Решение получено в рамках метода композиций, искомые ОП выражаются через операторы Бушмана–Эрдейи третьего рода. Описан спектр операторов Бушмана–Эрдейи нулевого порядка гладкости в весовых пространствах Лебега. Найдены выражения операторов Бушмана–Эрдейи через классические интегральные преобразования Фурье, синус– и косинус–преобразования Фурье, преобразование Ханкеля. Изучены свойства мультипликаторов операторов Бушмана–Эрдейи при действии преобразования Меллина. Через мультипликаторы найдены условия, при которых произвольные операторы являются ОП типа Сонина и Пуассона, а также получены формулы связи разносторонних операторов Бушмана–Эрдейи в терминах обобщённых преобразований Стильтьеса и Гильберта. Получены обобщения интегральных представлений Сонина и Пуассона для специальных функций. Решено большое число интегро–дифференциальных уравнений с функциями Лежандра различных типов в ядрах и получены оценки решений в весовых пространствах Лебега. С помощью операторов Бушмана–Эрдейи нулевого порядка гладкости

в одномерном случае доказано вложение пространств И.А. Киприянова в весовые пространства С.Л. Соболева.

Список литературы

1. Ситник С. М. Операторы преобразования и их приложения// Исследования по современному анализу и математическому моделированию. (Ред. Ю.Ф. Коробейник, А.Г. Кусраев).—2008.— Владикавказ.—С. 226–293.

2. Sitnik S.M. Transmutations and Applications: a survey// arXiv:1012.3741.—2012.—141P.

3. Sitnik S. M. Buschman–Erdelyi transmutations, classification and applications// arXiv: 1304.2114.—2013.—67 P.

4. Sitnik S. M. Buschman–Erdelyi transmutations, classification and applications// In the Book: Analytic Methods Of Analysis And Differential Equations: AMADE 2012 (Edited by M.V. Dubatovskaya, S.V. Rogosin).—Cambridge Scientific Publishers, Cottenham.—2013.—31 P.

5. Ситник С. М. Унитарность и ограниченность операторов Бушмана-Эрдейи нулевого порядка гладкости// Препринт. Институт автоматики и процессов управления ДВО АН СССР.—1990.—44 С.

6. Ситник С. М. Решение задачи об унитарном обобщении операторов преобразования Сонина–Пуассона// Научные ведомости Белгородского государственного университета.—2010.—Вып. 18,№5 (76).—С. 135–153.

7. Катрахов В.В., Ситник С.М. Метод факторизации в теории операторов преобразования// В сб.: Неклассические уравнения и уравнения смешанного типа. (Мемориальный сборник памяти Бориса Алексеевича Бубнова, отв. ред. В.Н. Врагов). 1990, Новосибирск. С.104-122.

8. Катрахов В.В., Ситник С.М. Композиционный метод построения B--эллиптических, B--гиперболических и B--параболических операторов преобразования// ДАН СССР, 1994. № 337;3. С.307-311.

9. Ситник С.М. Факторизация и оценки норм в весовых лебеговых пространствах операторов Бушмана-Эрдейи// ДАН СССР. 1991. т.320, №6. С. 1326- -1330.

10. Катрахов В.В., Ситник С.М. Краевая задача для стационарного уравнения Шрёдингера с сингулярным потенциалом// ДАН СССР. 1984. Т. 278, №4. С.797-799.

11. С.М. Ситник. Метод факторизации операторов преобразования в теории дифференциальных уравнений// Вестник Самарского Государственного

Университета (СамГУ) — Естественнонаучная серия. 2008. № 8/1 (67). С. 237-248.

12. С.М. Ситник. Операторы преобразования Бушмана-Эрдейи, их классификация, основные свойства и приложения. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Математика. Физика. 2015, № 11 (208), Вып. 39, С. 60-76.

УДК 517.518.85

КОНЕЧНОМЕРНЫЕ ПРИБЛИЖЕНИЯ В ЗАДАЧАХ КВАДРАТИЧНОЙ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ

FINITE DIMENSIONAL APPROXIMATIONS IN PROBLEMS OF QUADRATIC EXPONENTIAL INTERPOLATION

Ситник С.М., Тимашов А.С.

Воронежский институт МВД России, г. Воронеж, Россия.

mathsms@yandex.ru

DOI: 10.12737/15966

Аннотация: Рассматриваются аппроксимации функций при помощи целочисленных сдвигов функций Гаусса – квадратичных экспонент. Предложен метод нахождения узловой функции для данной задачи интерполяции, основанный на решениях усечённых систем линейных уравнений.

Summary: Approximations of functions are considered by integer shifts of the Gauss functions-quadratic exponentials. A new method is proposed for finding nod function for this problem which is based on solutions of cut systems of linear equations.

Ключевые слова: интерполяция, функции Гаусса, узловые функции, тета-функции Якоби, сигналы.

Keywords: interpolation, Gauss functions, nod functions, Jacobi theta-functions, signals.

Рассмотрим задачу о приближении достаточно произвольной функции в виде ряда по системе целочисленных сдвигов функции Гаусса (квадратичной экспоненты с параметрами). Для численного анализа и приложений основную роль играют приближения данного типа конечными суммами, которые

возникают при усечении соответствующих рядов. Исследованию таких конечных приближений и посвящена данная работа. Историю вопроса, основные результаты и многочисленные приложения см. в [1-3].

Более точно, будет исследована следующая основная задача: рассмотрим произвольную функцию $f(x)$, заданную на всей оси $x \in \mathbb{R}$ и некоторый параметр $\sigma > 0$, который в приложениях играет роль среднеквадратичного отклонения. Будем искать интерполирующую функцию $\tilde{f}(x)$, так же определённую на всей оси $x \in \mathbb{R}$, которая представляется в виде ряда по целочисленным сдвигам функции Гаусса

$$\tilde{f}(x) \sim \sum_{k=-\infty}^{\infty} f_k e^{-\frac{(x-k)^2}{2\sigma^2}} \qquad (1)$$

и совпадает с исходной функцией во всех целых точках

$$f(m) = \tilde{f}(m),\ m \in \mathbb{Z}. \qquad (2)$$

Известны два подхода к решению поставленной задачи. При первом подходе решение ищется с помощью специальных функций, а именно тета-функций Якоби. Как показано в [1], несмотря на теоретическую ценность этого подхода, он не имеет вычислительных перспектив, так как связан с делением на чрезвычайно малые знаменатели. Другой подход разрабатывался в [2-3], он основан на применении дискретного преобразования Фурье (ДПФ). Такой подход имеет определённую вычислительную ценность, но она достигается ценой существенного усложнения алгоритма, при этом вычисления возможны в достаточно узких диапазонах параметров и с небольшим числом разрядов в результатах. Поэтому в настоящей работе предлагается наиболее простой прямой метод решения поставленной задачи, основанный на сведении её к решению конечных систем линейных уравнений, см. также [4-5].

Существенным препятствием для развития этого метода являлось отсутствие результатов по доказательству однозначной разрешимости соответствующих систем линейных уравнений. В настоящей работе получены результаты, устанавливающие требуемую однозначную разрешимость линейных систем. Эти результаты являются теоретическим обоснованием для разработки практических численных алгоритмов, избавленных от необходимости работы со специальными функциями или ДПФ.

В работе получено теоретическое обоснование корректной разрешимости основной системы линейных уравнений для конечномерного приближения

бесконечной системы, а также проведён достаточно существенный объём компьютерных вычислений.

Приведём список основных полученных результатов (см. также [4-5]).

1. Доказано, что при всех допустимых значениях параметров q, σ исследуемые конечномерные системы линейных уравнений имеют единственное решение.

2. Проведено компьютерное исследование решений полученных конечномерных систем линейных уравнений численными методами при помощи математического пакета MATHEMATICA при широком наборе управляющих параметров q, σ.

3. Рассмотрено разложение указанным методом по целочисленным сдвигам функции Гаусса основного набора стандартных электрических сигналов: переключательных режимов, кусочно-постоянных, прямоугольных, треугольных, сложной формы, включая различные нерегулярные меандры.

Список литературы

1. Журавлёв М.В., Киселёв Е.А., Минин Л.А., Ситник С.М. Тета-функции Якоби и системы целочисленных сдвигов функций Гаусса // Современная математика и её приложения. Т. 67. Уравнения в частных производных.- 2010. - С. 107-116.

2. Минин Л.А., Ситник С.М., Журавлев М.В. О вычислительных особенностях интерполяции с помощью целочисленных сдвигов гауссовых функций // Научные ведомости Белгородского государственного университета.- 2009.- № 13 (68), 17/2. -С. 89-99.

3. Zhuravlev M.V., Kiselev E. A., Minin L. A., S. M. Sitnik. Jacobi theta-functions and systems of integral shifts of Gaussian functions // Journal of Mathematical Sciences, Springer.- 2011, Vol. 173, № 2. - pp. 231-241.

4. Ситник С.М., Тимашов А.С. Расчёт конечномерной математической модели в задаче квадратичной экспоненциальной интерполяции // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Математика, Физика.-2013.- №19 (162).- Вып. 32.- С. 184-186.

5. Ситник С.М., Тимашов А.С. Приложения экспоненциальной аппроксимации по целочисленным сдвигам функций Гаусса // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий.- 2013.- № 2 (56).- С. 90-94.

6. Ситник С.М., Тимашов А.С., Ушаков С.Н. Метод конечномерных приближений в задачах квадратичной экспоненциальной интерполяции. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Математика. Физика. 2015, № 17 (214), вып. 40, С. 130-142.

7. Минин Л.А., Ситник С.М., Ушаков С.Н. Поведение коэффициентов узловых функций, построенных из равномерных сдвигов функций Гаусса и Лоренца//Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Математика, Физика.2014, №7 (183), Выпуск 35, С. 214-217.

8. Киселев Е.А., Минин Л.А., Новиков И. Я., Ситник С. М. О константах Рисса для некоторых систем целочисленных сдвигов// Математические заметки. 2014, Том 96, выпуск 2, С. 239-250.

УДК: 517.9

ЧИСЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ОДНОЙ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА

THE NUMERICAL REALIZATION OF THE NON-STATIONARY PROBLEM FOR THE EQUATION OF THE HEAT AND MASS TRANSFER

Чехов С.А., Костин В.А., Фирсов В.Г.

ФБГОУ ВО «Воронежский Государственный Университет», г. Воронеж, Россия

chekhovsergey@rambler.ru

DOI: 10.12737/15967

Аннотация: В статье приведены результаты анализа и численной реализации математической модели изменения давления вязкой сжимаемой жидкости, движущейся в пористой жидкость-проводящей магистрали.

Summary: The article presents the results of the analysis and the numerical realization of the mathematical model of the pressure change of the viscous compressible fluid which is moving in the porous fluid - conducting line.

Ключевые слова: численное решение, задача фильтрации, корректные задачи, полугруппа преобразований.

Keywords: numerical solution, filtering problem, correct problems, semigroup of transformations.

Предполагается, что управление течением жидкости осуществляется вычислительной машиной, оснащённой системой датчиков и специальных исполнительных механизмов. Измерение параметров давления жидкости и использование этих данных является содержанием одной из подсистем программного обеспечения в составе устройства автоматического управления течением вязкой жидкости.

Наблюдения за движением жидкости в камерах с узким входом и выходом в [1] показывают, что существует определенная структура потока, более того, она закономерно зависит от расхода жидкости. Если при малом расходе ламинарный поток охватывает всю камеру (Рис. 1а), то с увеличением расхода структура потока приобретает двойственный характер. В то время как в ядре потока (в проточной зоне) жидкость движется от входа к выходу в основном по прямолинейным траекториям, на периферии потока (в застойной зоне) она вовлекается в вихревые движения (Рис. 1б). Такой, строго говоря, не ламинарный (но и не турбулентный) режим характерен для течения жидкости в пористой среде.

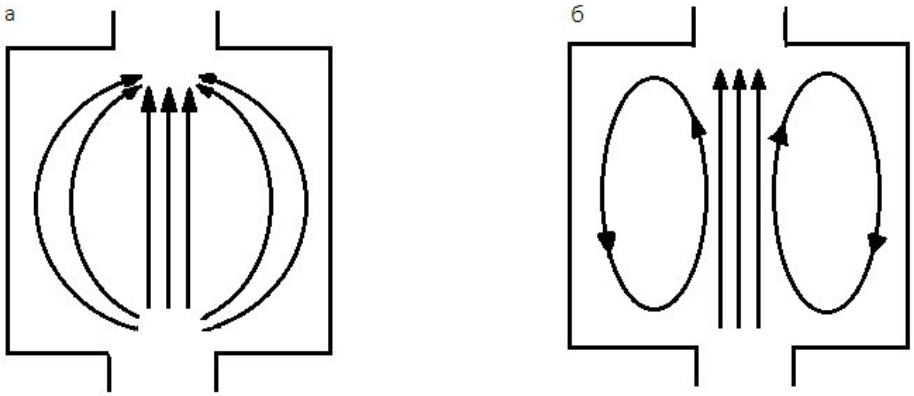


Рис. 1 - Схематическое изображение траекторий частиц жидкости в областях ламинарного (а) и вихревого (б) массообмена между проточными и застойными зонами камеры.

Рассмотрим с учетов ранее полученных результатов следующее дифференциальное уравнение

$$\frac{\partial^2 u(t,x)}{\partial x^2} = \frac{\nu}{a}\frac{\partial u(t,x)}{\partial t} + \frac{(1-\nu)\gamma}{a}u(t,x) - \\ -\frac{(1-\nu)\gamma^{1+\alpha}}{a\Gamma(\alpha)}\int_0^t e^{\gamma(s-t)}(t-s)^{\alpha-1}u(s,x)ds \qquad (1)$$

в области $0 \le x \le \infty$, $0 \le t \le \infty$, с начально-краевыми условиями

$$u(t,0) = q(t),\ \ u(0,x) = \lim_{x\to\infty} u(t,x) = 0; \qquad (2)$$

$0 < \nu \le 1$ – доля объёма проточных зон, $0 \le \gamma < 1$ – константа, характеризующая обмен массами жидкости между проточными и застойными зонами, a – коэффициент пьезопроводности, α – фрактальность среды.

При $\alpha = 1$ возникает частный случай данной задачи, описанный в [2].

Перепишем систему (1) - (2) в операторной форме

$$\frac{d^2p(x)}{dx^2} = Ap(x), x > 0, \qquad (3)$$

$$p(0) = q, \lim_{x\to\infty} \|p(x)\|_C = 0 \qquad (4)$$

с областью определения $D(A) = \left\{u \in C_{[0,\infty)}, \frac{du}{dt} \in C_{[0,\infty)}, u(0) = 0\right\}$.

Оператор A представим в виде суммы $A = A_1 + A_2$. Получим следующие оценки на полугруппы с генераторами A_1 *и* A_2

$$\|U(x,-A_1)\| \le \exp\left(-\frac{(1-\nu)\gamma}{a}x\right), \qquad (5)$$

$$\|U(x,-A_2)\| \le \exp\left(\frac{(1-\nu)\gamma^{2-\alpha}}{a}x\right), \qquad (6)$$

откуда, учитывая, что A_1 *и* A_2 коммутируют на $D(A_1)$, нетрудно увидеть, что

$$\|U(x,-A)\| \le \exp\left(-\frac{\gamma(1-\nu)(1-\gamma^{1-\alpha})}{a}x\right). \qquad (7)$$

Неравенство (7) показывает, что поставленная задача корректно разрешима для любого набора начальных данных.

Алгоритм подсистемы программного обеспечения в составе устройства автоматического управления течением вязкой жидкости, основанный на численном решении уравнения (1) с заданными начальными условиями (2), был запрограммирован в среде MathCad 15.0. Результат работы программы с начальными условиями $dt = 0.01$ – шаг сетки по t, $dx = 0.01$ – шаг сетки по x, $a = 1, \nu = 0.7, \gamma = 0.5, \alpha = 0.5$ на отрезке [0;1] представлен ниже. Заметим, что $u(t,0) = q(t)$ – *устанавливаемое давление на границе области.*

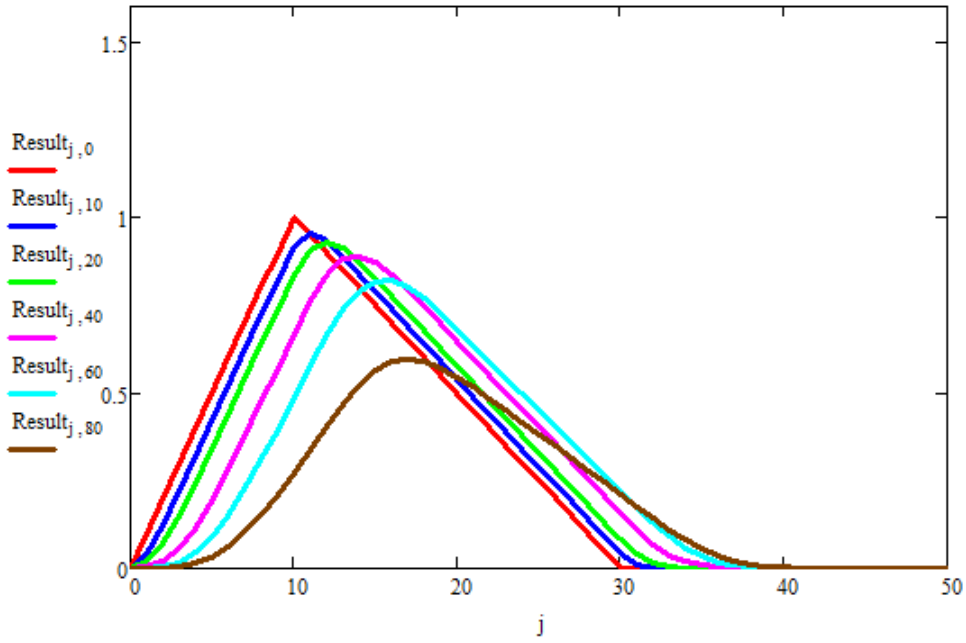


Рис. 2 – Графики функции $u(t,x)$ *при* $x = 0, x = 10\Delta x, x = 20\Delta x,$ $x = 40\Delta x, x = 60\Delta x, x = 80\Delta x.$

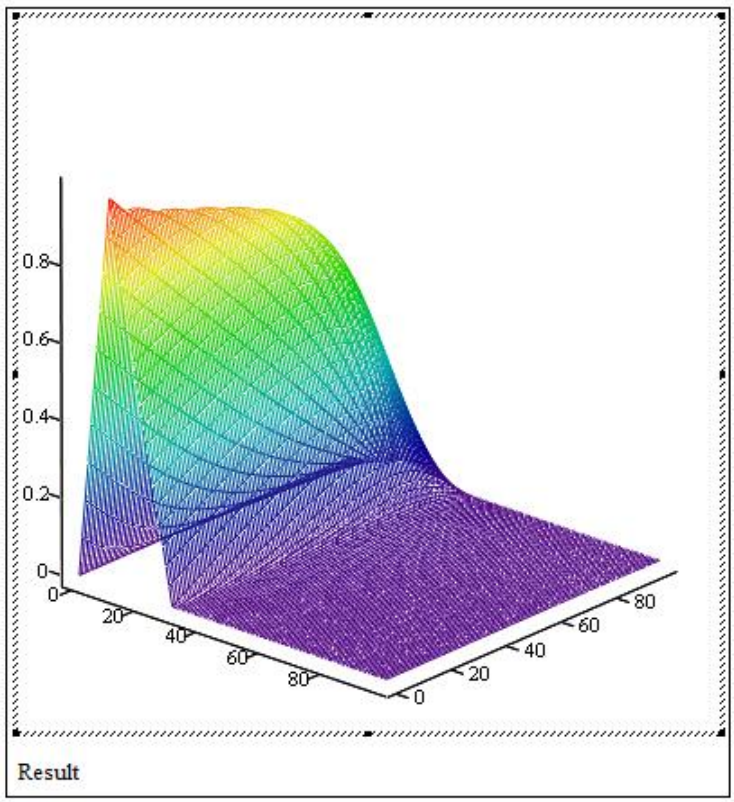


Рис. 3 – График давления $u(t,x)$.

Список литературы

1. Голубев В.С. Уравнение движения жидкости в пористой среде с застойными зонами. ДАН СССР, Т.238, №6, 1978, С. 1318-1320.

2. Небольсина М.Н. Об одной задаче фильтрации в пористой среде / М.Н. Небольсина, С.Х.М. Аль Кхазраджи // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Физика. Математика. — Воронеж, 2014. — № 3. - С. 129-135.

УДК: 517.9

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ОДНОЙ СПЕЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА СО СВЕРХСИНГУЛЯРНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

REGARDING THE INVESTIGATION FOR ONE SPESIAL SYSTEM OF SECOND ORDER DIFFERENTIAL EGUATIONS WITH SUPERSINGULARITY POINT

Шамсудинов Ф.М., к.ф.м.-н., доцент, **Абдулвохиди О.,** магистр
Курган-Тюбинский государственный университет имени НосираХусрава,
г.Курган-Тюбе ,Таджикистан,
faizullo100@yahoo.com

DOI: 10.12737/15968

Аннотация: В работе для одной переопределенной системы уравнений второго порядка с сверхсингулярной точкой найдены представления многообразия решений и изучены свойства полученных решений, а также рассмотрена задачи A_1 .

Summary: In this work for one over over determined system of second order differential eguations with supersingularity point are obtained representation the manifoℓd solution and study the properties of solutins, also probℓem A_1 .

Ключевые слова: сверхсингулярная точка, многообразия решений, прямоугольник, свойства решений.

Keywords: supersingularity point,manifold solution, properties of solutins.

Пусть D прямоугольник $D = \{(x,y): o < x < \delta_1, o < y < \delta_2\}$.

Далее обозначим

$$\Gamma_1 = \{y = 0, 0 < x < \delta_1\},\ \ \Gamma_2 = \{x = 0, 0 < y < \delta_2\}.$$

В области D рассмотрим уравнение следующего вида

$$\begin{cases} \dfrac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + \dfrac{a_1(x,y)}{r^{\alpha}}\dfrac{\partial u}{\partial x} + \dfrac{b_1(x,y)}{r^{\beta}}\dfrac{\partial u}{\partial y} + \dfrac{c_1(x,y)}{r^{\alpha+\beta}}u = \dfrac{f_1(x,y)}{r^{\alpha+\beta}}, \\ \dfrac{\partial u}{\partial y} + \dfrac{b_2(x,y)}{r^{\gamma}}u = \dfrac{f_2(x,y)}{r^{\gamma}}, \end{cases} \quad (1)$$

где $r^2 = x^2 + y,^2\ a_1(x,y), b_j(x,y), c_1(x,y), f_j(x,y),\ j = 1,2$ – заданные функции в области $D,\ \alpha = \beta = \gamma = 2.$

Проблема исследовании уравнения и переопределенные систем с регулярными, сингулярными и сверхсингулярными коэффициентами посвящены работы [1-10].

В настоящей работе на основе способа, разработанного в [4],[5] получено представление многообразия решений системы уравнений (1) при помощи произвольные постоянные.

В дальнейшем обозначим через $C_2(D)$ класс функций, которые имеют непрерывные производные первого порядка в D и такие, что $\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}$Є$C(D)$.

Пусть второе уравнение системы (1) является главным. В этом случае получим следующее утверждение

Теорема 1. Пусть в системе уравнений (1) $\alpha = \beta = \gamma = 2$, коэффициенты и правые части удовлетворяют следующим условиям

1) $b_1(x,y) \in C_y^1(\overline{D}), b_2(x,y), f_2(x,y) \in C_x^1(\overline{D}),$
$a_1(x,y), c_1(x,y), f_1(x,y) \in C(\overline{D});$

2) $c_2(x,y) = -c_1(x,y) + r^4 \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{b_1(x,y)}{r^2}\right) + a_1(x,y)b_1(x,y);$

3) $|b_2(x,y) - b_2(0,0)| \le H_1 r^{\gamma_1}, H_1 = const,\ \ \gamma_1 > 1,$
$|A(x) - A\,(0)| \le H_2 x^{\nu_1}, H_2 = const, \nu_1 > 1;$

4) $b_2(0,0) < 0, A\,(0) > 0\ \left(b_2(0,0) - a_1(0,0)\right) > c_2(0,0);$

5) а) $\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{b_2(x,y)}{r^2}\right) = \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{b_1(x,y)}{r^2}\right)$ *в* $D,$

b) $r^2\left(b_2(x,y) - a_1(x,y)\right)\exp\left[-\omega_{a_1}^2(x,y) - \frac{a_1(0,0)}{x}arctg\frac{y}{x}\right]$

$$\left(\varphi_1(x) + \int_0^y \frac{f_1(x,s) + c_2(x,s)u(x,s)}{(x^2+s^2)^2} exp\left[W_{a_1}^2(x,s) + \frac{a_1(o,o)}{x}arctg\frac{s}{x}\right]ds\right)$$

$$+f_1(x,y) + c_2(x,s)u(x,s) = r^4\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{f_2(x,y)}{r^2}\right) + b_1(x,y)f_2(x,y)\ \ в\ \ D;$$

6) $f_2(x,y) = o(r^{\gamma_2}), \qquad \gamma_2 > 1,$
$F_1(x) = o(r^{\nu_2}), \qquad \nu_2 > 1.$

Тогда любое решение системы уравнений (1) из класса $C_2(D)$ представимо в виде

$$u(x,y)=\exp\left[-\omega_{b_2}^2(x,y)-\frac{b_2(0,0)}{x}arctg\frac{y}{x}\right]$$

$$\left(\varphi_2(x)+\int_0^y\frac{f_2(x,s)}{x^2+s^2}exp\left[W_{b_2}^2(x,s)+\frac{b_2(o,o)}{x}arctg\frac{s}{x}\right]ds\right)$$

$$\equiv M_1\big(\varphi_2(x),f_2(x,y)\big), \qquad (1)$$

где

$$\varphi_2(x)=exp[-W_A^2(x)+A(o)W_1(x)](c_1+\int_0^x\frac{F_1(t)}{t^2}$$

$$exp[W_A^2(t)-A(o)W_1(t)]dt)\equiv N_2\big(\mathrm{c}_1,f_1(x,0),f_2(x,y)\big), \qquad (2)$$

$$A(x)=b_2(x,0)-\frac{\mathrm{c}_2(x,0)}{b_2(x,0)-a_1(x,0)}\ \big(b_2(x,0)\neq a_1(x,0)\big),$$

$$F_1(x)=\frac{1}{b_2(x,0)-a_1(x,0)}\times$$

$$\times\left[x^4\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{f_2(x,0)}{r^2}\right)\Big|_{y=0}+b_1(x,0),f_2(x,0)-f_1(x,0)\right],$$

$$\omega_{b_2}^2(x,y)=\int_0^y\frac{\mathrm{b}_2(\mathrm{x},\mathrm{s})-\mathrm{b}_2(0,0)}{x^2+s^2}\mathrm{dt},\ \omega_A^2(x,y)=\int_0^x\frac{A(t)-A(0,0)}{t^2}dt,$$

$$W_1(x)=\frac{1}{x},\ c_1-\text{произвольная постоянная.}$$

Полученное решение обладает следующими свойствами .

1^0. Если $y\to 0$, то

$$\lim_{y\to 0}u(x,y)=\varphi_2(x)$$

2^0 . Если $y\to 0$, $u\ \ x\to 0$, то

$$\lim_{x\to 0}\left\{\lim_{y\to 0}u(x,y)\right\}=O(exp[A(0)W_1(x)])\ .$$

3^0. $\lim_{x\to 0}\left\{exp[A(0)W_1(x)]\lim_{y\to 0}u\ \ (x,y)\right\}=c_1.$

4^0. Если $x\to 0\ u\ \ y\neq 0$, то

$$u\ (x,y)=O\left(exp\left[-\frac{b_2(0,0)}{x}arctg\frac{y}{x}\right]\right).$$

Замечание 1. Утверждение теоремы 1 остаётся в силе ,при выполнение условий

1) $b_2(0,0) > 0, \quad A(0) < 0$;

2) $F_1(x) = o(exp[A(0)W_1(x)]x^{\nu_3}),\ \nu_3 > 1$;

3) $f_2(x,y) = o\left(exp\left[-\frac{b_2(0,0)}{x} arctg\frac{y}{x}\right] r^{\gamma_3}\right),\ \ \gamma_3 > 1.$

Замечание 2. При выполнении условий замечание 1 , решение вида (1),(2) имеет поведение

$$\lim_{x\to 0}\left\{\lim_{y\to 0} u(x,y)\right\} = 0 \ \ u \ \lim_{\substack{x\to 0\\ y\neq 0}} u(x,y) = 0.$$

Для полученного решения системы уравнений (1) поставлена и решена следующая задача с начальными данными.

Задача A_1. Требуется найти решение системы уравнений (1) из класса $C_2(D)$ по следующему начальному условию

$$\lim_{x\to 0}\left\{\lim_{y\to 0} u\ \ (x,y)\right\} = p_1,$$

где p_1 - известная постоянная.

О разрешимости задачи A_1 получено следующее утверждение

Теорема 2.Пусть выполнены все условия теоремы 1. Тогда единственное решение задачи A_1 выражается формулами (1), (2) при $c_1 = \ p_1$.

Список литературы

1. Wilczynski E.J. Projective Differential Geometry of Crves and Ruled Surfaces, Zeip. Zig; Leubner, 1906, 120 p.
2. Appel P. And Kampe de Fariet M. J. Functionshypergeometriges of hyperspherigesPolynomesdHermite, Paris, Gauthir –Villars, 1926, 434 s.
3. Михайлов Л.Г. Некоторые переопределенные системы уравнений в частных производных с двумя неизвестными функциями. Душанбе: Дониш,1986.-115с.
4. Раджабов Н. Введение в теорию дифференциальных уравнений в частных производных со сверхсингулярными коэффициентами. Душанбе: изд. ТГУ, 1992 .- 236с.
5. РаджабовН., Мохаммед Эльсаед Абдел Аал. Переопределенная линейная система второго порядка с сингулярными и сверхсингулярными линиями. LAP LAMBERT AcademicPublishing, Germany, 2011.- 234 с.

6. Шамсудинов Ф.М. Интегральные представления решений для одной переопределённой системы дифференциальных уравнений второго порядка со сверхсингулярной точкой // Труды Международной научной конференции «Дифференциальные уравнения и смежные проблемы», г. Стерлитамак 26-30 июня 2013.- с. 300-304.

7. Шамсудинов Ф.М. Интегральные представления решений для одной переопределенной системы дифференциальных уравнений второго порядка с сингулярными коэффициентами // Материалы Международной конференции «Нелокальные краевые задачи и родственные проблемы математической биологии, информатики и физики ». Нальчик : КБНЦ РАН, 2013. – с. 282-286.

8. Шамсуддинов Ф. М.Об одной переопределенной системе дифференциальных уравнений второго порядка с сильной особенностью // Доклады Адыгской (Черкеской) Международной академии наук.2014.Т.16,№1. - С. 40-46.

9. Тасмамбетов Ж.Н. О развитии исследований специальных систем дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка//Материалы международной научно-практической конференции "информационные технологии: инновации в науке и образовании"; г. Актобе 20-21 февраля 2015г. - С. 6-17.

10. Шамсуддинов Ф. М. Об исследовании одной переопределенной системе дифференциальных уравнений второго порядка с сингулярной точкой // Там же. - С. 247-250.

СЕКЦИЯ «ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ И МЕХАНИЗМОВ»

УДК 674.093

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ И СРЕДСТВ УЧЕТА ЗАГОТОВЛЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

IMPROVEMENT OF ACCOUNTING METHODS AND MEANS HARVESTED TIMBER

Батурин К.В., аспирант, **Стариков А.В.,** д.т.н., профессор,
Малышев В.В., к.с-х.н, доцент
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»
г. Воронеж, Россия
Dialog810@ya.ru

DOI: 10.12737/15969

Аннотация: В статье рассмотрена методика и средства учета заготовленной древесины до ее вывоза из леса с использованием лазерно-информационных технологий. Разработано устройство и математическое обеспечение измерение геометрических параметров круглых лесоматериалов, а так же определение их объемов по индивидуальным или групповым методам учета.

Summary: The article discusses the methodology and tools of the timber harvested before its removal from the forest using laser-information technologies. A device and software of measuring geometric parameters of round wood as well as the determination of their volumes for individual or group accounting methods.

Ключевые слова: учет объема, заготовленная древесина, геометрические параметры, круглые лесоматериалы, лазерно-информационные технологии, математическое обеспечение, прикладное программное обеспечение.

Keywords: keeping the volume, harvested wood, geometric parameters, round timber, laser-information technologies, software, application software.

Ежегодно в России заготавливается около 200 млн. $м^3$ древесины, в условиях таких объемов заготовки, одной из приоритетных и актуальных задач

лесного хозяйства является контроль и оперативный учет полученных круглых лесоматериалов.

Федеральный закон № 415 «О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях» обязывает, чтобы с 1 января 2015 года, древесина, полученная при использовании лесов и при осуществлении мероприятий по их охране, защите, воспроизводству, подлежала учету до ее вывоза из леса [1].

В настоящее время определение объемов заготовленной древесины в лесу включает большое количество ручных операций, связанных с измерением геометрических параметров бревен и определением их объемов. До сих пор определение размерных параметров и учет объемов заготовленных лесоматериалов является одним из наименее механизированных и автоматизированных процессов лесного комплекса. Из-за сложности формы и разнообразия нормируемых признаков древесины, точность учета объемов лесоматериалов базируется на решениях принимаемыми учетчиками. Определения объема даже одного бревна требует большой внимательности, работа с объемными таблицами и выполнение трудоемких вычислений занимает достаточно длительное время, которое необходимо для учета большого количества исходных данных о геометрических параметрах бревен.

Таким образом, одним из решений задач снижения трудоемкости и длительности, выполняемых учетчиком технологических операций по определению объемов заготовленной древесины, является разработка автоматизированных средств измерения диаметров и длин бревен, а также использование прикладного программного обеспечения для определения объемов круглых лесоматериалов.

Разработанная методика учета заготовленной древесины базируется на применении лазерно-информационных технологий для измерения геометрических параметров круглых лесоматериалов. Длина и диаметр бревен определяется по теореме синусов (рисунок 1).

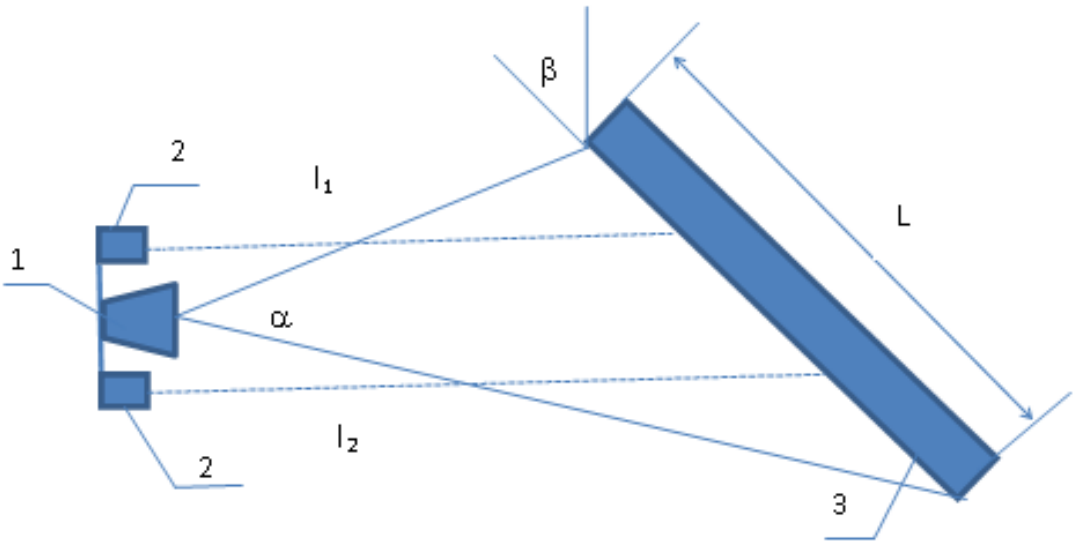


Рисунок 1 – Схема иллюстрирующая работу устройства

На рисунке представлены следующие обозначения: 1 – планшетный компьютер с цифровой фотокамерой; 2 – лазерные дальномерные модули; 3 – бревно, l_1 и l_2 – длины, определяемые дальномерными модулями; L – искомая величина; α – угол, определяемый с помощью специальной шкалы, отображаемой на экране планшетного компьютера (шкала градуируется либо по эталонным углам, либо рассчитывается, исходя из фокусного расстояния и угла обзора объектива фотокамеры); β – угол, определяемый из показаний двух лазерных дальномеров, жестко закрепленных на линии, проходящей через оптический центр фотокамеры.

$$\beta = arctg\frac{h}{l_2 - l_1}, \tag{1}$$

где h – конструктивно заданное расстояние между дальномерами.

Искомая величина определяется по теореме синусов

$$L = \frac{\sin(\frac{\alpha}{2})(h_1 + h_2)}{2}\left(\frac{1}{\sin\left(arctg\frac{h}{l_2 - l_1}\right)} - \frac{1}{\sin\left(\frac{\alpha}{2} + arctg\frac{h}{l_2 - l_1}\right)}\right) \tag{2}$$

Объем заготовленных круглых лесоматериалов определяется по методам учета древесины, установленным Правительством Российской Федерации «Правила учета древесины» от 26.12.2014 № 1525 [2]. Правила включают следующие методы: поштучный секционный метод, метод концевых сечений, метод учета по верхнему диаметру, штабельный метод учета, весовой метод и метод учета по числу бревен в партии.

1. Метод концевых сечений.

Вычисление объема бревна проводят по следующей формуле:

$$V = \frac{3.1416 \cdot L \cdot (d^2 + D^2)}{80000}, \quad (3)$$

где V – объём бревна, м^3;

d − верхний диаметр бревна (диаметр верхнего торца бревна − является наименьшим диаметром), см;

D − нижний диаметр бревна (диаметр нижнего торца бревна – является наибольшим диаметром), см;

L – номинальная или учётная длина бревна, м.

2. Метод учёта бревен по верхнему диаметру.

Объем бревен V, м^3, вычисляют по следующей формуле:

$$V = \frac{3{,}1416 \cdot L \cdot (d^2 + (d + S \cdot L)^2)}{80000} \cdot K_{cc}, \quad (4)$$

где V – объем бревна, м^3;

d − верхний диаметр бревна, см; L − номинальная или учетная длина бревна или средняя длина бревен в транспортной партии, м;

S **–** нормальный сбег бревен **S**=1,0 см/м;

K_{CC} − поправочный коэффициент на сбег бревен для сортимента, установленный по выборочным измерениям.

3. Групповой метод определения объема бревен в штабеле.

Складочный объем штабеля бревен V_c, м^3, вычисляют по следующей формуле:

$$V_c = B \cdot L \cdot H \quad (5)$$

где L − номинальная длина бревен в штабеле (длина штабеля), м;

B − ширина штабеля, м;

H − средняя высота штабеля, м.

Объем древесины в штабеле V, м^3, вычисляют по следующей формуле:

$$V = V_c \cdot K \quad (6)$$

где K − коэффициент полнодревесности штабеля.

Список литературы

1. Федеральный закон Российской Федерации № 415-ФЗ «О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях», 28.12.2013. – 45с.

2. Постановление Правительства Российской Федерации № 1525 «Об утверждении Правил учета древесины», 26.12.2014.

УДК: 517.927

О РЕОЛОГИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

ON THE RHEOLOGICAL MODELING

Бахтина Ж.И., к.ф.-м.н.
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»
г. Воронеж, Россия
ioanna83@mail.ru

DOI: 10.12737/15970

Аннотация: В статье рассматриваются возможности применения теории вязкоупругости в моделировании деформации и динамики различных объектов на примере струн, стержней, биотканей.

Summary: The article discusses the possibility of applying the theory of viscoelasticity in the modeling of deformation and dynamics of the various objects on the example of strings, rods, biological tissues.

Ключевые слова: реология, вязкоупругость, биоткань, струна, стержень.

Keywords: rheology, viscoelasticity, tissue, string, rod.

Активное применение полимеров, начавшееся не так давно, привело к широкому использованию теории вязкоупругости в математическом моделировании физических и биологических объектов, обладающих свойствами, которые нельзя описать только с помощью упругой или только вязкой моделей. Кроме того, не следует забывать, что существуют материалы, у которых внезапно приложенное и поддерживаемое постоянным напряженное состояние вызывает мгновенную деформацию, а далее следует процесс течения. Такие материалы тоже нельзя описать только упругой или вязкой моделями. Часто рассматривается материал общего типа с эффектом памяти.

В частных случаях, когда деформирование тела одноосное, поведение материала наглядно можно представить простейшими элементами.

Обычно строятся модели вязкоупругих тел, основанные на модели упругого тела Гука и модели вязкой жидкости Ньютона: модель Фойгта

(твердое тело - пружина и амортизатор, соединенные параллельно); модель Кельвина (последовательно соединенные элемент Фойгта и пружина); модель Максвелла (твердое тело – последовательно соединенные два основных элемента).

Соотношения между напряжениями и деформациями можно брать линейными или нелинейными. Заметим, что система таких соотношений описывает только абстрактную модель, которая может быть использована для оценки реальных физических систем с той или иной степенью точности. Задача выбора математической модели для проведения расчета реального материала решается из сравнения результатов теоретического исследования с экспериментом. Основой описания свойств материала является идея о параллельном и последовательном соединении основных элементов. Модели простых идеальных тел можно комбинировать, соединяя их параллельно, последовательно или смешанно. Число простых элементов может достигать 20. Однако чаще всего применяются сложные модели, в которых количество элементов составляет не более четырех, так как иначе возникают сложности в описании свойств тела.

Как известно, для описания вязкоупругих процессов в полимерах используется теория наследственности Больцмана-Вольтерра, согласно которой можно выделить основные уравнения линейной вязкоупругости, связывающие деформацию $\varepsilon(t)$ и напряжение $\sigma(t)$:

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma(t)}{E} + \frac{1}{E}\int_0^t K(t-\tau)\sigma(\tau)d\tau, \qquad (1)$$

$$\sigma(t) = E\varepsilon(t) - E\int_0^t R(t-\tau)\varepsilon(\tau)d\tau, \qquad (2)$$

где $K(t)$ – ядро ползучести или функция памяти, $R(t)$ – ядро релаксации (эти функции обычно аналитические с экспериментальными параметрами), E – модуль Юнга материала.

Реологические модели позволяют, например, описывать колебания струны и стержня, а различные интегральные преобразования помогают решать такие динамические задачи.

Свободную динамику вязкоупругой струны можно описать (см., например, [6]) с помощью уравнения

$$\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} - \int_{-\infty}^t e^{-\lambda(t-s)}\frac{\partial^2 u(x,s)}{\partial x^2}ds = 0$$

или

$$\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} - a^2 \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} + \int_0^t R(t-\tau) \frac{\partial^2 u(x,\tau)}{\partial \tau^2} d\tau = 0,$$

где $u(x,t)$ – форма струны в момент t, $R(t-\tau)$ – резольвентное ядро, достаточно гладкая функция, λ – параметр ядра, который определяется экспериментально. Следует добавить лишь краевые условия. Если речь идет о динамике стержня и его материал подчиняется линейному наследственному закону ползучести, то можно исходить из уравнения для прогибов балки, находящейся под действием поперечной нагрузки:

$$\frac{Er^2}{m} u^{IV}(x,t) + \ddot{u}(x,t) + \int_{-\infty}^t u(t-\tau) K(t-\tau) d\tau = 0, \qquad (3)$$

где $u(x,t)$ – прогиб стержня, m – плотность материала, r – радиус инерции сечения стержня. Отметим, что если мы рассматриваем продольные или крутильные колебания, то и в этом случае мы можем подобрать соответствующие реологические модели.

Теория вязкоупругости оказывается полезной, если мы рассматриваем не только инженерные, но и биологические объекты. Часто, например, кожу описывают с помощью пятипараметрической модели Бранкова, но рассмотрим модель Кельвина-Фойгта, которая только три параметра, определяемые из эксперимента. Трех параметров вполне достаточно. При релаксации такая модель ведет себя как кожа человека.

Запишем уравнение, связывающее нормальные напряжения и деформации:

$$\dot{\sigma} + \frac{E_1 + E_2}{\eta} \sigma = E_1 (\dot{\varepsilon} + \frac{E_2}{\eta} \varepsilon), \qquad (4)$$

где E_1, η – характеристики элемента Фойгта внутри модели Кельвина-Фойгта, E_2 – упругость второй пружины.

Решением уравнения (4) будет функция:

$$\sigma(t) = E_1 \left(\varepsilon(t) - (\frac{E_1 + E_2}{\eta} + \frac{E_2}{\eta}) \int_{-\infty}^t \varepsilon(t) e^{-\frac{E_1+E_2}{\eta}(t-\tau)} d\tau \right). \qquad (5)$$

Аналогично выразим деформацию через заданную функцию напряжений.

$$\dot{\varepsilon} + \frac{E_2}{\eta} \varepsilon = \frac{1}{E_1} (\dot{\sigma} + \frac{E_1 + E_2}{\eta} \sigma).$$

Тогда $\varepsilon(t)=\frac{1}{E_1}\left(\sigma(t)+(\frac{E_2}{\eta}+\frac{E_1+E_2}{\eta})\int\limits_{-\infty}^{t}\sigma e^{-\frac{E_2}{\eta}(t-\tau)}d\tau\right)$. Последнее уравнение можно решить в изображениях Лапласа и найти резольвенту, если требуется проверить запись (5).

В настоящей работе указаны лишь некоторые возможности применения теории вязкоупругости, весьма актуальной в настоящее время в связи с активным применением полимерных материалов, а также в связи с вязкоупругой природой многих тел.

Список литературы

1. Ивлев Д.Д. Теория идеальной пластичности/ Д.Д. Ивлев/ М.: Наука, 1966. – 232 с.
2. Ильюшин А.А. Механика сплошной среды/ А.А. Ильюшин/ М.: Изд-во МГУ, 1990. – 310 с.
3. Кристенсен Р. Введение в теорию вязкоупругости/ Р. Кристенсен/ М.: Мир, 1974. – 340 с.
4. Бранков Г. Основы биомеханики/ Г. Бранков/ М.: Мир, 1981. – 254 с.
5. Федоров А.Е.О применении теории вязкоупругости в эстетической хирургии/ А.Е. Федоров, В.А. Лохов/ Российский журнал биомеханики, 2003. Т. 7, № 4. – С. 32–43.
6. http://berestneva.am.tpu.ru/Papers/KONF2009/%F7%C9%CE%C5%D2%CF%D7%D3%CB%C9%C5%20%DE%D4%C5%CE%C9%D1/2009%20(F)/fscommand/pdf/089.pdf

УДК 333.07

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНЫМ РАЗВИТИЕМ ПРЕДПРИЯТИЯ

OPTIMIZATION OF THE SYSTEM OF UPRAVLENIE EFFECTIVE ENTERPRISE DEVELOPMENT

Безрукова Т.Л., д.э.н., профессор, **Кириллова С.С.,** к.э.н. доцент
Русанов Н.В., магистрант, **Рябикина А.В.,** магистрант
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, Россия
bezrukova_t_l@mail.ru
Базиева А.М.,
Кызылкийский институт технологии, экономики и
права при Баткенском государственном университете,
г. Кызылкия, Кыргызстан
DOI: 10.12737/15971

Аннотация: в статье предложен вариант оптимизации системы управления эффективным развитием предприятия как комплекса координирующих моделей для оптимизации деятельности предприятий АПК различной направленности.

Summary: this article suggests a variant of the scheme of effective development management of an enterprise as a complex coordination patterns to optimize the activities of agricultural enterprises of different orientation.

Ключевые слова: оптимизация, моделирование, развитие, система управления предприятием.

Keywords: optimization, modeling, development, enterprise management system.

Прежде чем приступить к моделированию и оптимизации системы управления эффективным развитием предприятия рассмотрим комплекс координирующих моделей для оптимизации деятельности предприятий АПК различной направленности. С целью разработки комплекса координирующих моделей для системы предприятий уточним структуру системы управления ими.

Оптимизация размера сельскохозяйственного кооператива связана непосредственно с оптимальным сочетанием отраслей в нем, оптимизацией структуры машинно-тракторного парка и его использования, направленных на повышение эффективности деятельности хозяйств через рост прибыли, рентабельности, снижение себестоимости. [1]

Оптимизация размеров также поставлена в зависимость от размера точки безубыточности, определяемой для каждой группы кооперативов. За исходный объем оказываемых услуг предполагается использовать объем выдаваемых займов членам кооператива. На объем выданных займов оказывают влияние потребности членов кооператива в них и цена займа, которой можно регулировать массу прибыли и рентабельность кооператива. Аналогично, имеется возможность определить оптимальные размеры деятельности кооперативов другой направленности. [3] Наименее фондоемкими являются сельскохозяйственные кредитные кооперативы, их снабженческие функции по фондоемкости различны в зависимости от выполняемых работ и услуг. Кооперативы, выполняющие наиболее фондоемкие услуги, требуют для организации своей деятельности существенные финансовые вложения. Обслуживающие кооперативы, выполняющие услуги по определению качества продукции, ветеринарному, медицинскому, социальному обслуживанию менее затратные, чем услуги по ремонту техники, хранению продукции, транспортировке ее, взвешиванию. Оптимизация размеров всех видов сельскохозяйственных кооперативов системы строится на основе определения показателя маржинального дохода, на основании деления всех затрат на постоянные и переменные. В наиболее фондоемких сельскохозяйственных кооперативах удельный вес постоянных издержек в затратах кооператива будет значительно выше, чем в менее фондоемких, причем в структуре постоянных расходов будет преобладать затраты по амортизации основных фондов, а в менее фондоемких – административно-управленческие расходы.

В результате вышеизложенного можно сделать вывод о том, что весь экономический механизм функционирования сельскохозяйственных кооперативов можно обобщить и выработать единый подход к определению параметров оптимизации их деятельности. Авторами выявлено, что показатели точки безубыточности для определения всех видов сельскохозяйственных кооперативов является главенствующими для определения экономической эффективности работы кооператива, так как именно этот показатель наиболее полно отражает сущность сельскохозяйственной кооперации, нацеленной на

удовлетворение потребностей ее членов. Этот показатель можно использовать при оптимизации параметров деятельности всех видов сельскохозяйственных кооперативов предложенных подсистем. [2]

Исследования показателей, оказывающих влияние на точку безубыточности: объем оказывающих услуг, их структура, уровень затрат, тарифов или цен на единицу услуг, соотношение постоянных и переменных затрат в текущих расходах кооператива выявило возможность регулирования размера точки безубыточности через величину ценового фактора, который может оказывать влияние на формирование доходов самого кооператива и его пайщиков. То есть тарифы или цены должны в большей мере отражать уровень текущих затрат на единицу услуг, осуществляемых кооперативом. [4] В уровень тарифов и цен может быть заложено в случае необходимости по решению общего собрания кооператива и некоторый уровень рентабельности. В этом случае прибыль, образующаяся в кооперативе, направляется на развитие кооператива.

Список литературы

1. Баркалов, С.А. Математические основы управления проектами : учебное пособие / С.А. Баркалов, В.И. Воропаев, Г.И. Секлетова. – М.: Высшая школа, 2005. – 423 с.

2. Безрукова Т.Л. Математическое выражение совокупности частных показателей инновационной активности предприятий / Т. Л. Безрукова [и др.] ; Т. Л. Безрукова, А. Т. Гыязов, С. С. Кириллова, Б. А. Безруков, Е. В. Чугунова // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика : сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции / гл. ред. В. М. Бугаков ; Фед. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Воронеж. гос. лесотехн. акад.". - Воронеж, 2014. - № 5, ч. 2 (10-2). - С. 155-159.

3. Елецкий, Н.Д. Неопределённость развития современных социально-экономических структур / Н.Д. Елецкий // Философия хозяйства. – 2011. – №5. – С. 22-41.

4. Чернов В.Г. Неопределенность как фактор принятия инвестиционных решений и применение теории нечетких множеств для ее моделирования / Чернов В. Г., Дорохов А. В., Дорохова Л. П. // Montenegrin journal of economics. – 2010. – №11, вып. 6. – С. 17-26.

УДК 517.927.2

О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ

ON APPLICATION OF THE METHODS OF OPTIMIZATION

Губанова И.А., аспирант
ФБОУ ВПО «Воронежский государственный педагогический университет», г.Воронеж, Россия
irinagubanowa@mail.ru

DOI: 10.12737/15972

Аннотация: В статье рассматривается практическое применение теории оптимального управления.

Summary: in the article considers the practical application of optimal control theory.

Ключевые слова: оптимизационные методы, теория управления

Keywords: the optimization methods, the control theory.

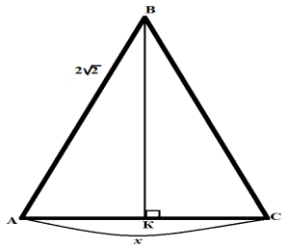
Каждый человек время от времени оказывается в ситуации, когда достижение некоторого результата может быть осуществлено не единственным способом. В таких случаях приходится отыскивать наилучший способ. Однако в различных ситуациях наилучшими могут быть совершенно разные решения. Все зависит от выбранного или заданного критерия. Задачи на отыскание оптимального решения называются оптимизационными задачами. Оптимальный результат, как правило, находится не сразу, а в результате процесса, называемого процессом оптимизации. Применяемые в процессе оптимизации методы получили название методов оптимизации [5].

Оптимизационные методы используются в различных областях.

На практике встречаются разнообразные в содержательном смысле задачи. Рассмотрим некоторые из них.

Самая простая и часто встречающиеся задача - это задача на нахождение наибольшего значения.

Задача 1: Длина боковой стороны равнобедренного треугольника равна $2\sqrt{2}$ см. Найти длину основания треугольника наибольшей площади. Вычислить эту площадь.



Решение: Обозначим через x основание равнобедренного треугольника ABC.

Площадь треугольника при этом будет равна

$$S = \frac{1}{2} AC \cdot BK,$$

$$BK = \left(2\sqrt{2}\right)^2 - \left(\frac{x}{2}\right)^2,$$

(так как треугольник равнобедренный, то высота проведенная к основанию является одновременно и медианой, и биссектрисой, поэтому можно использовать теорему Пифагора для нахождения величины стороны BK).

Задача свелась к отысканию наибольшего значения функции

$$S(x) = \frac{1}{2} x \cdot \sqrt{8 - \frac{x^2}{4}} = 4x - \frac{x^3}{4},$$

на отрезке $\left[0; 4\sqrt{2}\right]$.

Произведя необходимые вычисления, получаем, что в точке 4 функция $S(x)$ принимает наибольшее значение

$$S(4) = \sqrt{2 \cdot 4^2 - \frac{4^4}{16}} = 4.$$

Ответ: 4см, 4 $см^2$.

Также есть задачи имеющее прикладное значение в разных областях знаний.

Основным аппаратом исследования задач оптимального управления является принцип максимума Понтрягина – необходимое условие минимума в задачах оптимального управления [1].

Задача 2: Материальная точка, движется по направлению оси *Ox* под действием управления u, удовлетворяющего ограничению:

$$|u| \leq 1 \qquad (1)$$

При этом начальное положение и скорость точки считаются заданными. Требуется найти управление, переводящее произвольную точку с координатами $(x, \dot{x})$ в начало координат плоскости R^2 за наименьшее время.

Решение: Уравнение движения материальной точки имеет вид

$$\ddot{x} = \mathrm{u} \qquad (2)$$

Положим

$x^1 = x$ и $x^2 = \dot{x}$

что позволяет переписать уравнение (2) в виде системы

$$\begin{cases} \dot{x}^1 = x^2, \\ \dot{x}^2 = u \end{cases} \qquad (3)$$

Заметим теперь, что управляемая функция Гамильтона $\widetilde{H}$ для системы (3) имеет вид

$$\widetilde{H}(x^1, x^2, \psi_1, \psi_2, u) = \psi_1 x^2 + \psi_2 u,$$

где канонические переменные ψ_1 и ψ_2 удовлетворяют сопряженной системе

$$\begin{cases} \dot{\psi}_1 = 0 \\ \dot{\psi}_2 = -\psi_1. \end{cases} \tag{4}$$

Поскольку

$$\widetilde{\mathcal{H}}(x^1, x^2, \psi_1, \psi_2) = \max_{|u| \le 1} \widetilde{H}(x^1, x^2, \psi_1, \psi_2, u),$$

то в силу теоремы о принципе максимума Понтрягина [2] имеем, что в каждой точке t непрерывности функции u^*

$$u^*(t) = +1 \tag{5}$$

если $\psi_2(t) > 0$,

$$u^*(t) = -1 \tag{6}$$

если $\psi_2(t) < 0$, и $u^*(t)$ не определено, если $\psi_2(t) = 0$.

Последнее будем записывать в виде

$$u^*(t) = sign\psi_2(t) \tag{7}$$

Если $u^*(t)$ определено по формуле (5), тогда фазовые траектории системы представляют собой параболы, изображенные на рис.1 А), где стрелки показывают направление движения во времени t. А если $u^*(t)$ определено по формуле (6), тогда фазовые траектории представляют собой параболы, изображенные на рис.1 В).

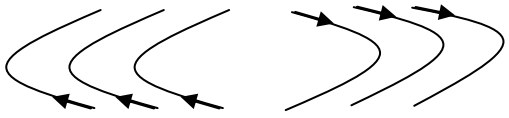


Рис. 1

Только две параболы проходят через положение равновесия

$$x^1 = 0, x^2 = 0$$

системы (3), причем только одна дуга каждой из них ведет к цели. На рис.2. изображены дуга АО, соответствующая управлению (5), и дуга ВО, соответствующая управлению (6), которые ведут в начало координат без переключений управления.

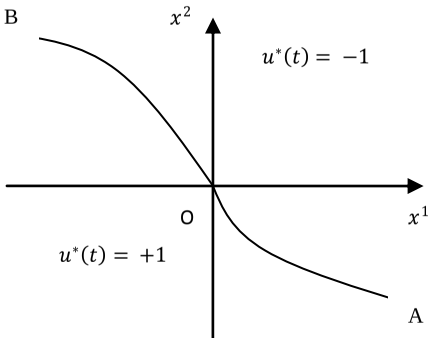


Рис. 2

Оптимальное управление находит широкое применение в технике, экономике, экологии и других областях знаний. Некоторые типичные задачи практики обладают существенной особенностью, которая часто затрудняет или

вообще делает невозможным их неполсредственное исследование общими методами.

Список литературы

1. Арутюнов А. В., Магарил-Ильяев Г. Г., Тихомиров В. М.. Принцип максимума Потрягина. Изд-во Факториал Пресс, 2006.– 144 с.
2. Афанасьев А.П., Дзюба С.М.. Элементарное введение в теорию экстремальных задач. Изд-во Наука ,1982.- 186 с.
3. Болтянский В.Г. Оптимальное управление дискретными системами. Изд-во Наука ,1973. -450с.
4. Курицкий Б.Я. Оптимизация вокруг нас. – Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1989. – 144 с.: ил.
5. Монахов В.М. и др. Методы оптимизации. Применение математических методов в экономике. Пособие для учителей. М., «Просвещение», 1978. 175с.

УДК: 53.072

НАТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «СКВОРЕЦ»

FIELD MODELLING OF INTERACTION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES USING HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX «SKVORETS»

Зозуля Михаил Михайлович
Зозуля Максим Михайлович
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
г. Воронеж, Россия
mmzozul@gmail.com
DOI: 10.12737/15973

Аннотация: В статье рассматривается метод натурного моделирования процесса взаимодействия беспилотных летательных аппаратов по алгоритму стаи. Натурное моделирование предлагается осуществлять с использованием аппаратно-программного комплекса. Он позволяет эффективно исследовать возможности различных вычислительных машин для использования их в

качестве бортового спецвычислителя, устанавливаемого на беспилотный летательный аппарат и обеспечивающего его взаимодействие в составе стаи.

Summary: This article describes the method of full-scale simulation of the process of interaction of unmanned air vehicles according to the algorithm of the swarm.Full-scale modeling proposed to use hardware-software complex. Itprovides efficiently exploring different computer possibilities,using them as a side specificities computer, mounted on an unmanned air vehicle and providing interaction in a swarm.

Ключевые слова: аппаратно-программный комплекс, беспилотный летательный аппарат, алгоритм стаи, натурное моделирование.

Keywords: hardware-software complex, unmanned air vehicles, the algorithm of the swarm, full-scale modeling.

Бортовое оснащение современных беспилотных летательных аппаратов (БЛА)достаточно функционально и способно выполнять широкий спектр задач гражданского назначения. В тоже время существующая модель применения БЛА требует постоянного контроля за его полетом со стороны оператора, что неизбежно ведет к увеличению времени принятия решения.

Устранение этой проблемы возможно с внедрением принципиально иного подхода к взаимодействию между оператором и беспилотным летательным аппаратом и БЛА между собой. Такое взаимодействие предлагается осуществить по так называемому алгоритму стаи[1].

Этот алгоритм заключается в выполнении трех простых правил

– *правило разделения:* каждая птица, реализованная в модели должна стремиться избежать столкновений с другими птицами стаи.

– *правило выравнивания:* каждая птица стаи должна двигаться в том же направлении, что и находящиеся неподалеку птицы.

– *правило сплоченности:*птицы должны стремиться двигаться на равном расстоянии друг от друга, стремясь к средней позиции (центру масс) стаи.

В зарубежных странах уже несколько лет ведутся работы по адаптации данного алгоритма к БЛА (см., например, [2]), однако, пока данные разработки не приносят желаемого результата.Таким образом, становится актуальной задача о создании аналогичных разработок в этой области в России.Для решения данной задачи в ВУНЦ ВВС «ВВА» разрабатывается аппаратно-программный комплекс (АПК) для макетирования и отладки цифровых устройств на базе микроконтроллеров «Скворец».АПК состоит из нескольких модулей: центрального процессора (внешний вид представлен на рисунке 1),

модуля питания и управления силовой нагрузкой, модуля индикации и ввода и модулей периферийных устройств [3].

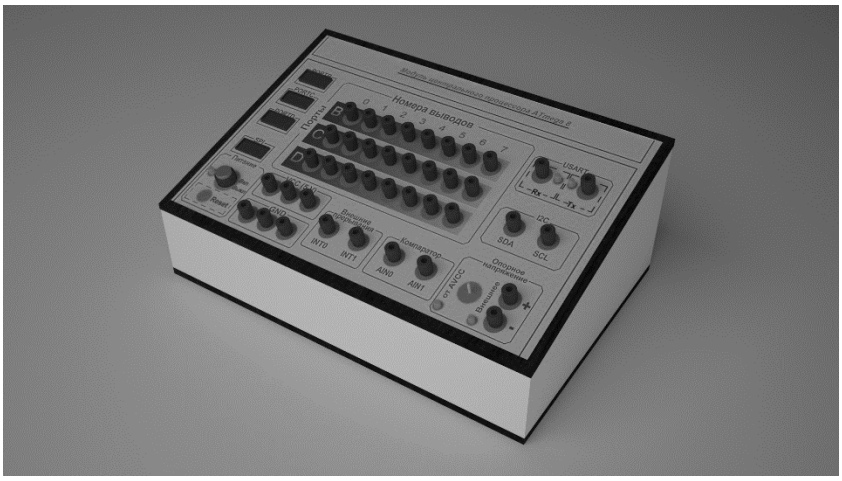


Рисунок 1. Внешний вид модуля центрального процессора АПК «Скворец»

АПК «Скворец» предлагается использовать для натурного моделирования поведения стаи БЛА. Целью моделирования является оценка возможностей микро-ЭВМ для использования в бортовом спецвычислителе БЛА.Под бортовым спецвычислителеммы понимаем сконструированное (или смоделированное на АПК «Скворец») цифровое устройство, которое способно выполнять, по меньшей мере следующие задачи:осуществление группового взаимодействия БЛА; производить анализ данных со средств фото-, видео-, ИК-разведки, устанавливаемых на БЛА; выполнять принятие решения в соответствии с заданием.К бортовомуспецвычислителю подключаются средства фото-, видео-, ИК- разведки, средства связи, полетный контроллер и т.д. Послеэтого БЛА готов к выполнению задач в составе «стаи».

Натурное моделирование с использованием АПК «Скворец» [4] предлагается осуществлять следующим образом. Вначале производится моделирование поведения стаи в двумерном пространстве, а затем, по аналогии, в трехмерном.

В качестве объекта натурной модели в двумерном пространстве выбрана радиоуправляемая модель автомобиля. На этот объект устанавливается набор датчиков для определения местоположения. В такой набор датчиков может входить: гироскоп, акселерометр, магнитный компас. Для выполнения задания на объекте размещают, например, фотокамеру.

И, наконец, на объекте должна быть расположена исследуемая микро-ЭВМ – потенциальное «сердце» бортового спецвычислителя. В качестве такой

микро-ЭВМ предлагается исследовать микроконтроллер AtMega8, микроконтроллер STM32F303VGTи мини-компьютер RaspberryPI2. Однако физическое размещение микро-ЭВМ на объекте приводит к следующим трудностям:

1. Увеличенная масса объекта приводит к снижению скорости движения, увеличению расхода батареи
2. Уменьшение длительности эксперимента, числа плановых опытов
3. Необходимость изготовления индивидуальных печатных плат для каждой из исследуемых микро-ЭВМ
4. Необходимость физического перемещения исследуемой микро-ЭВМ к рабочей станции (персональному компьютеру) для перепрошивки в случае корректировки алгоритма поведения объекта

Решение указанных проблем может быть получено следующим образом. На объекте устанавливается специальная плата с дополнительным микроконтроллером, к которому подключаются все датчики и средства фото-, видео-, радиолокационной разведки или поражения, а также WIFI-модуль, способный принимать и отправлять данные по стандартному протоколу. В качестве такой платы выступает отладочная плата STM32F3DISCOWERY. К исследуемой микро-ЭВМ также подключается WIFI-модуль. Таким образом, информационный канал между двумя WIFI-модулями создает эффект присутствия исследуемой микро-ЭВМ на объекте. Для управления объектом к исследуемой микро-ЭВМ подключается пульт радиоуправляемой модели.

Теперь всё готово для моделирования поведения одиночного объекта в двумерном пространстве. При этом алгоритм этого поведения, реализованный в виде программы для ПК может быть легко протестирован на натурном объекте. Для этого необходимо только подключить исследуемую микро-ЭВМ через стандартный порт к ПК.

Следует отметить, что указанный подход позволяет исследовать любые другие типы микро-ЭВМ, в том числе и отечественного производства. Кроме того, существует возможность создания «кластеров» из нескольких микро-ЭВМ для увеличения производительности и параллельных вычислений. Решение данных задач позволит совершить прорыв в отечественной и мировой промышленности, а использование современных информационных технологий в подготовке специалистов – разработчиков встраиваемых систем приведет к росту научных и инженерных кадров России [5].

Список литературы

1. Роевой интеллект [Электронный ресурс] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Роевой_интелект (дата обращения 10.10.2015).
2. Швейцарцы научилироботов летать большой стаей[Электронный ресурс]URL: wiki.ru/sites/robototekhnika/id-news-142939.html (дата обращения 10.10.2015).
3. Беляев Р.В. Аппаратно-программный комплекс для макетирования и отладки цифровых устройств на базе микроконтроллеров: учеб.-метод. пособие. В 3 ч. Ч. 1. / Р.В. Беляев, М.М. Зозуля, А.В. Мельников – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2015. – 74 с.
4. Зозуля М.М. Использование аппаратно-программного комплекса для дистанционного управления движущимся объектом [Текст] / М.М. Зозуля, А.В. Мельников // Новое слово в науке: перспективы развития: Материалы IV Международной. научно-практической конференции. (Чебоксары, 29 май. 2015 г.) / Редкол.: О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2015. – С. 207–208.
5. Митрофанов Д.В. Интеллектуальная культура в системе общей культуры будущего специалиста/Д.В. Митрофанов// Личностное и профессиональное развитие будущего специалиста: Сборник статей по итогам XI Международной научно-практической интернет-конференции.

УДК 519.254.1

ЧИСЛЕННЫЙ АЛГОРИТМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ АВТОРЕГРЕССИИ ГЕГЕНБАУРА С ПОМЕХОЙ НАБЛЮДЕНИЯ

NUMERICAL ALGORITHMS FOR IDENTIFICATION OF PARAMETERS GEGENBAUER AUTOREGRESSIVE WITH NOISE OBSERVATIONS

Иванов Д.В., к.ф.-м.н.

ФГБОУ ВПО «Самарский государственный университет путей сообщения»

г. Самара, Россия

E-mail: dvi85@list.ru

DOI: 10.12737/15974

Аннотация: В статье предложен численный алгоритм, позволяющий решить задачу оценивания параметров авторегрессии Гегенбауэра с помехой

наблюдения не применяя прямых методов отыскания глобального экстремума нелинейной функции, а только решая системы линейных уравнений.

Summary: This paper proposes a numerical algorithm, which allows to solve the problem of estimating the parameters of Gegenbauer autoregression with noise. Not using direct methods for finding the global extremum of the nonlinear function, and only by solving a system of linear equations.

Ключевые слова: помеха наблюдения, авторегрессия Гегенбауэра, метод наименьших квадратов.

Keywords: observation noise, Gegenbauer autoregressive, least square method.

В настоящее время активно развиваются методы состоятельного оценивания динамических систем на основе минимизации нелинейных критериев [1,2] и их рекуррентных модификаций [3,4], обобщение результатов на системы, описываемые уравнениями с производными и разностями дробного порядка [5-9].

В статье разаработан численный метод минимизации критерия, предложенного в статье [10].

Пусть наблюдаемая последовательность, является авторегрессией Гегенбауэра:

$$\left(1-2cB+B^2\right)^{\alpha}\left(z_i-\sum_{m=1}^{r}b_0^{(m)}z_{i-m}\right)=\zeta_i,\ \ y_i=z_i+\xi_i, \tag{1}$$

где $0<\alpha,\ \ 0<\beta\le 1$оператор сдвига назад $Bz_i=z_{i-1}$.

Тогда оператор $\left(1-2\beta B+B^2\right)^{\alpha}$ можно представить в виде

$$\left(1-2\beta B+B^2\right)^{\alpha}z_i=\sum_{j=0}^{i}C_j^{\alpha}(\beta)z_{i-j},$$

$$C_j^{\alpha}(\beta)=\sum_{k=0}^{[j/2]}(-1)^k\Gamma(\alpha+j-k)\frac{(2\beta)^{j-2k}}{\Gamma(\alpha)\Gamma(k+1)\Gamma(j-2k+1)},\ \ \Gamma(\alpha)=\int_0^{\infty}e^{-t}t^{\alpha-1}dt.$$

Для практической реализации целесообразно использовать рекуррентные формулы:

$$\begin{cases} C_0^{\alpha}(\beta)=1, \\ C_1^{\alpha}(\beta)=2\alpha\beta, \\ C_j^{\alpha}(\beta)=2\beta\left(\dfrac{\alpha-1}{j}+1\right)C_{j-1}^{\alpha}(\beta)-\left(2\dfrac{\alpha-1}{j}+1\right)C_{j-2}^{\alpha}(\beta). \end{cases}$$

Необходимо оценить неизвестные коэффициенты процесса (1) по наблюдениям y_i при известных порядках r, α. В [10] предложен критерий в виде отношения двух квадратичных форм, позволяющий получать сильно состоятельные оценки параметров.

В общем случае вычисление оценок является задачей минимизации отношения двух квадратичных форм и применение прямых методов (градиентного, метода Ньютона и т.д.) для определения глобального минимума сопряжено с известными трудностями

В работе предлагается численный метод, который позволяет:

1. ответить на вопрос существует ли единственная оценка $\hat{b}(N)$;
2. определить начальное приближение, гарантирующее сходимость итерационного процесса к единственной оценке $\hat{b}(N)$;
3. вычислить с любой наперед заданной точностью оценку $\hat{b}(N)$.

Пусть последовательность $\{\hat{\lambda}'(i)\}$ определяется следующим алгоритмом:

Шаг 0. $\hat{\lambda}'(0)=0$;

Шаг 1. $\hat{\lambda}'(i)=\dfrac{\left(\lambda_{\min}+\hat{\lambda}'(i-1)\right)}{2}$, $\lambda_{\min}$ определяется из уравнения

$$\det\left(\Phi_y^T\Phi_y-\lambda H_\alpha(N)\right)=0,$$

где $\Phi_y=\left(\left(\varphi^{(0)}\right),\ldots,\left(\varphi^{(N-1)}\right)\right)^T$, $\varphi^{(i)}=\left(\sum_{j=0}^{i}C_j^\alpha(\beta)y_{i-j-1},\ldots,\sum_{j=0}^{i}C_j^\alpha(\beta)y_{i-j-r}\right)^T$,

$$H_{\alpha\beta}=\begin{pmatrix} h_{\alpha\beta}(0) & \cdots & h_{\alpha\beta}(r-1)\\ \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{\alpha\beta}(r-1) & \cdots & h_{\alpha\beta}(0)\end{pmatrix},\quad \tilde{h}_{\alpha\beta}=\left(h_{\alpha\beta}(1),\ldots,h_{\alpha\beta}(r)\right),$$

$$h_{\alpha\beta}(m)=\lim_{N\to\infty}\frac{1}{N}\sum_{j=0}^{N-1}C_{j+m}^\alpha(\beta)C_j^\alpha(\beta)\frac{N-j}{N},\ m=0,r.$$

Шаг 2. Вычислить $\hat{b}\left(N,\hat{\lambda}'(i)\right)$, из системы уравнений

$$\hat{b}\left(N,\hat{\lambda}\right)=\left(\Phi_y^T\Phi_y-\hat{\lambda}(i)H_\alpha(N)\right)^{-1}\left(\Phi_y^T\delta Y-\hat{\lambda}(i)\tilde{h}_\alpha\right), \qquad (2)$$

где $\delta Y=\left(y_1,\sum_{j=0}^{1}C_j^\alpha(\beta)y_{2-j},\ldots,\sum_{j=0}^{N-1}C_j^\alpha(\beta)y_{N-j}\right)^T$.

Шаг 3. Вычислить

$$V_N(\lambda)=\delta Y^T\delta Y-\left(h_\alpha(0)+\gamma\right)\hat{\lambda}-\left(\Phi_y^T\delta Y-\hat{\lambda}(i)\tilde{h}_\alpha\right)^T\hat{b}\left(N,\hat{\lambda}\right),$$

где $\gamma=\sigma_\zeta^2/\sigma_\xi^2$ отношение дисперсий помех.

Шаг 4. Проверить условие $V_N\left(\hat{\lambda}'(i)\right)\le 0$.

Этот алгоритм позволяет определить начальное приближение $\hat{\lambda}(0)$, необходимое для дальнейшего применения метода Ньютона или определить, что корень $\hat{\lambda}_1'(N)$ не существует.

Следующий алгоритм позволяет определить оценки параметров с заданной точностью.

Шаг 1. Вычислить $\hat{b}\left(N,\hat{\lambda}'(i)\right)$, из системы уравнений (2);

Шаг 2. Вычислить

$$\hat{\lambda}(i+1)=\left(h_\alpha(0)+\gamma+\left[\hat{b}\left(\left(N,\hat{\lambda}(i)\right)\right)\right]^T H_\alpha\hat{b}\left(N,\hat{\lambda}(i)\right)-2\tilde{h}_\alpha\hat{b}\left(N,\hat{\lambda}(i)\right)\right)^{-1}\times$$

$$\times\left(\delta Y^T\delta Y+\hat{\lambda}(i)\left(\left[\hat{b}\left(N,\hat{\lambda}(i)\right)\right]^T H_\alpha(N)\hat{b}\left(N,\hat{\lambda}(i)\right)-2\tilde{h}_\alpha\hat{b}\left(N,\hat{\lambda}(i)\right)\right)-\left(\Phi_y^T\delta Y-\hat{\lambda}(i)\tilde{h}_\alpha\right)^T\hat{b}\left(N,\hat{\lambda}'(i)\right)\right).$$

Шаг 3. Перейти к шагу 1.

Процесс вычисления заканчивается, если выполняется условие

$$\frac{\left\|V_N\left(\hat{\lambda}(i+1)\right)-V_N\left(\hat{\lambda}(i)\right)\right\|}{\left\|V_N\left(\hat{\lambda}(i+1)\right)\right\|}\le\delta.$$

Список литературы

1. Zhdanov A.I., Katsyuba O.A. Strong consistency of estimates made by the method of orthogonal projections //International Journal of Systems Science. 1990. Т. 21. № 8. С. 1463-1471.

2. Кацюба О.А., Козлов Е.В. Оценивание параметров многосвязной линейной динамической системы разного порядка при наличии атвокоррелированных помех во входных и выходных сигналах// Системы управления и информационные технологии. 2011. Т. 45. № 3.1. С. 151-154.

3. Кацюба О.А., Жданов А.И. Рекуррентное оценивание параметров стохастических линейных динамических систем с ошибками по входу и выходу//
Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. 1986. № 3. С. 191.

4. Иванов Д.В., Кацюба О.А. Рекуррентная параметрическая идентификация многомерных линейных динамических систем на основе метода нелинейных наименьших квадратов // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2010. № 2 (27). С. 78-86.

5. Иванов Д.В. Идентификация линейных динамических систем нецелого порядка с помехой в выходном сигнале //Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2013. Т. 18. № 5-2. С. 2534-2536.

6. Иванов Д.В., Ширинов И.Р. Идентификация многомерных по входу линейных динамических систем дробного порядка с помехой в выходном сигнале //Вестник Самарского института управления, №4 (27) С.144-151.

7. Иванов Д.В. О состоятельности оценок параметров ARX-систем дробного порядка с помехой в выходном сигнале //Стохастическая оптимизация в информатике. – Том 1, №2, 2013. – С.21-32.

8. Иванов Д.В. Численный алгоритм оценивания параметров линейных динамических систем дробного порядка с помехой в выходном сигнале. // Эвристические алгоритмы и распределенные вычисления. 2014. Т. 1. № 1. С. 53-63.

9. Иванов Д.В. Оценивание параметров линейных ARX-систем дробного порядка с помехой наблюдения во входном сигнале// Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. - №2(27), 2014. С.43-50.

10. Иванов Д.В. Оценивание параметров авторегрессии Гегенбауэра при наличии помехи наблюдения. Информационные технологии и нанотехнологии. Материалы Международной конференции и молодежной школы. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования«Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)». Самара 2015. С. 266-270.

УДК: 621.395.8

ПРИМЕНЕНИЕ МУРАВЬИНЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА

THE APPLICATION OF ANT ALGORITHMS FOR SOLVING TRAVELING SALESMAN PROBLEM

Канищева О.И., Пристинский К.В.

ВУНЦ ВВС «ВВАим. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

г.Воронеж, Россия

oleka_olesya@mail.ru

DOI: 10.12737/15975

Аннотация: В работе приведены теоретические основы муравьиных алгоритмов оптимизации. Описано решение муравьиными алгоритмами задачи коммивояжера.

Summary: The article presents the theoretical basis of ant algorithms optimization. The traveling salesman problem is solved by using ant algorithms.

Ключевые слова: задача коммивояжера, муравьиные алгоритмы, оптимизация.

Keywords: the traveling salesman problem, ant algorithms, optimization.

В последние годы интенсивно разрабатывается научное направление «Природные вычисления» (Natural Computing), объединяющее математические методы, в которых заложены принципы природных механизмов принятия решений. Среди так называемых «Soft computing techniques», разработанных за последние десять лет для трудно решаемых задач дискретной оптимизации, числятся

- генетические алгоритмы, основанные на естественном отборе и генетике;
- муравьиные алгоритмы (Ant Colony Optimization – ACO, Ant Systems – AS), моделирующие поведение муравейника.

Целью настоящего исследования является изучение работы муравьиных алгоритмов и их практическое применение для решения задачи коммивояжера.

Теоретическая часть статьи базируется на книгах [1, 2], лекции изобретателя муравьиных алгоритмов доктора Марко Дориго в летней школе по сложным системам [3].

В классической постановке коммивояжер должен объехать N городов по замкнутому маршруту, посетив каждый из них лишь однажды, таким образом,

чтобы полная длина его маршрута была минимальной. Если решать задачу коммивояжера перебором всех замкнутых путей, связывающих города, то придется проверить все (N-1)!/2 возможных маршрутов, то есть простой метод перебора всех вариантов чрезвычайно неэффективный при большом N. Эффективными же признаются решения, гарантирующие получение ответа за время, ограниченное полиномом от размерности задачи. С помощью муравьиных алгоритмов находятся субоптимальные решения, локальные минимумы целевой функции, приближающиеся к абсолютному минимуму.

Идея муравьиного алгоритма – моделирование поведения муравьёв, связанного с их способностью быстро находить кратчайший путь от муравейника к источнику пищи и адаптироваться к изменяющимся условиям, находя новый кратчайший путь. При своём движении муравей метит путь феромоном, и эта информация используется другими муравьями для выбора пути. Это элементарное правило поведения и определяет способность муравьёв находить новый путь, если старый оказывается недоступным.

Для каждого муравья переход из города i в город j зависит от трех составляющих: памяти муравья (tabu list), видимости и виртуального следа феромона.

Tabu list (память муравья) – это список посещенных муравьем городов, заходить в которые еще раз нельзя. Используя этот список, муравей гарантированно не попадет в один и тот же город дважды. Ясно, что tabu list возрастает при совершении маршрута и обнуляется в начале каждой итерации алгоритма. Обозначим через $J_{i,k}$ список городов, которые еще необходимо посетить муравью k, находящемуся в городе i. Понятно, что $J_{i,k}$ является дополнением к tabu list.

Видимость – величина, обратная расстоянию:

$$\eta_{ij} = \frac{1}{D_{ij}},$$

где D_{ij} – расстояние между городами i и j. Видимость – это локальная статическая информация, выражающая эвристическое желание посетить город j из города i – чем ближе город, тем больше желание посетить его. Использование только видимости, конечно, является недостаточным для нахождения оптимального маршрута.

Виртуальный след феромона на ребре (i, j) представляет подтвержденное муравьиным опытом желание посетить город j из города i. В отличие от

видимости след феромона является более глобальной и динамичной информацией – она изменяется после каждой итерации алгоритма, отражая приобретенный муравьями опыт. Количество виртуального феромона на ребре (i, j) на итерации t обозначим через $\tau_{ij}(t)$.

Теперь с учётом особенностей задачи коммивояжёра, мы можем описать локальные правила поведения муравьёв при выборе пути.

1. Муравьи имеют собственную «память». Поскольку каждый город может быть посещён только один раз, то у каждого муравья есть список уже посещённых городов – список запретов. Обозначим через список городов, к $J_{i,k}$ – список городов, которые необходимо посетить муравью k, находящемуся в городе i.

2. Муравьи обладают «зрением» – видимость есть эвристическое желание посетить город j, если муравей находится в городе i. Будем считать, что видимость обратно пропорциональна расстоянию между городами η_{ij}.

3. Муравьи обладают «обонянием» – они могут улавливать след феромона, подтверждающий желание посетить город j из города i на основании опыта других муравьёв. Количество феромона на ребре (i,j) в момент времени t обозначим через $\tau_{ij}(t)$.

4. На этом основании мы можем сформулировать вероятностно-пропорциональное правило, определяющее вероятность перехода k-ого муравья из города i в город j:

$$\begin{cases} P_{ij,k}(t) = \dfrac{[\tau_{ij}(t)]^{\alpha} \cdot [\eta_{ij}]^{\beta}}{\sum\limits_{l \in J_{i,k}} [\tau_{il}(t)]^{\alpha} \cdot [\eta_{il}]^{\beta}}, & \text{если} \quad j \in J_{i,k}, \\ P_{ij,k}(t) = 0, & \text{если} \quad j \notin J_{i,k}, \end{cases} \tag{1}$$

где α и β – параметры, задающие веса следа феромона и видимости при выборе маршрута. Заметим, что выбор города является вероятностным, правило (3) лишь определяет ширину зоны города j; в общую зону всех городов $J_{i,k}$ бросается случайное число, которое и определяет выбор муравья. Правило (1) не изменяется в ходе алгоритма, но у двух разных муравьёв значение вероятности перехода будут отличаться, так как они имеют разный список разрешённых городов.

5. Пройдя ребро (i,j), муравей откладывает на нём некоторое количество феромона, которое должно быть связано с оптимальностью сделанного выбора. Откладываемое количество феромона может быть задано в виде

$$\Delta\tau_{ij,k}(t)=\begin{cases}\dfrac{Q}{L_k(t)}, & \textit{если} \quad (i,j)\in T_k(t),\\ 0, & \textit{если} \quad (i,j)\notin T_k(t),\end{cases} \tag{2}$$

где $T_k(t)$ – маршрут, пройденный муравьем k на итерации t; $L_k(t)$ – длина этого маршрута; Q – регулируемый параметр, значение которого выбирают одного порядка с длиной оптимального маршрута.

Правила внешней среды определяют, в первую очередь, испарение феромона. Пусть $\rho\in[0,1]$ есть коэффициент испарения, тогда правило испарения имеет вид

$$\tau_{ij}(t+1)=(1-p)\cdot\tau_{ij}(t)+\Delta\tau_{ij}(t), \tag{3}$$

где $\Delta\tau_{ij}(t)=\sum_{k=1}^{m}\Delta\tau_{ij,k}(t)$, m – количество муравьев в колонии.

В начале алгоритма количества феромона на рёбрах принимается равным небольшому положительному числу. Общее количество муравьёв остаётся постоянным и равным количеству городов, каждый муравей начинает маршрут из своего города.

Для улучшения временных характеристик муравьиного алгоритма вводят так называемых элитных муравьев. Элитный муравей усиливает ребра наилучшего маршрута, найденного с начала работы алгоритма. Количество феромона, откладываемого на ребрах наилучшего текущего маршрута T^+, принимается равным Q/L^+, где L^+ – длина маршрута T^+. Этот феромон побуждает муравьев к исследованию решений, содержащих несколько ребер наилучшего на данный момент маршрута T^+. Если в муравейнике есть e элитных муравьев, то ребра маршрута T^+ будут получать общее усиление

$$\Delta\tau_e=e\cdot Q/L^+. \tag{4}$$

Был разработан муравьиный алгоритм оптимизации маршрута коммивояжера и протестирован на серии задач из [4]. Проведенные эксперименты свидетельствуют, что популяция решений никогда не вырождается к одному, общему для всех муравьев маршруту. Наоборот, алгоритм продолжает синтезировать новые, возможно лучшие решения. На рисунке 1, *а* показаны наилучшие решения, найденные на каждой итерации алгоритма с тремя элитными муравьями. На рисунке 1, *б* показано

среднеквадратическое отклонение длин маршрутов, найденных муравьями на текущей итерации алгоритма.

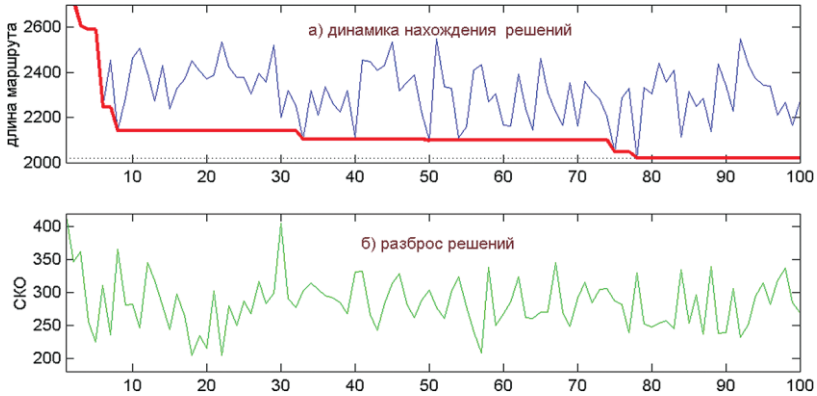


Рис. 1. – Исследование процесса решения задачи коммивояжера муравьиным алгоритмом

Муравьиные алгоритмы основаны на имитации самоорганизации социальных насекомых посредством использования динамических механизмов, с помощью которых система достигает глобальной цели в результате локального низкоуровневого взаимодействия элементов. В статье на примере задачи коммивояжера показано, как в алгоритмы решения дискретных задач оптимизации внедрить составляющие самоорганизации муравьев: случайность, многократность взаимодействия, отрицательную и положительную обратные связи. Проведенные компьютерные эксперименты показывают, что муравьиные алгоритмы находят хорошие маршруты коммивояжера значительно быстрее, чем точные методы комбинаторной оптимизации. Эффективность муравьиных алгоритмов увеличивается с ростом размерности задачи оптимизации.

Список литературы

1. Bonavear E., Dorigo M. Swarm Intelligence: from Natural to Artificial Systems. – Oxford University Press, 1999. – 307 p.

2. Corne D., Dorigo M., Glover F. New Ideas in Optimization. – McGrav_Hill, 1999.

3. Dorigo M. Swarm Intelligence, Ant Algorithms and Ant Colony Optimization // Reader for CEU «Complex System». – Budapest, 2001. – P. 1-38.

4. Штовба С. Д. Муравьиные алгоритмы. Математика в приложениях, 2003, №4, С. 70-75.

УДК 530.1

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОДЕРЖАТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ ОБЩЕЙ АСТРОНОМИИ

ENERGY ASPECTS OF GENERAL ASTRONOMY SOLID PROBLEMS

Котов П.А., к.ф.-м.н.
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»
г. Воронеж, Россия
petercotov@yandex.ru

DOI: 10.12737/15976

Аннотация: Предлагаются конструктивные соотношения в основание астрофизики, теории притяжения при рассмотрении особенностей исследуемых задач общей астрономии.

Summary: Constructive correlations in the basis of astrophysics, the attraction theory are offered at consideration of the research problems of general astronomy.

Ключевые слова: закон всемирного тяготения, модель гармонического осциллятора.

Keywords: law of universal gravitation, harmonic oscillator model.

Известные задачи молекулярной физики учитывают исходные энергетические соотношения [1]:

$$\varepsilon = \frac{3}{2}kT, \tag{1}$$

где $\varepsilon = 0.5m\vartheta^2$ – кинетическая энергия частицы, k – так называемая постоянная Больцмана, T – температура, причем, при соблюдении предлагаемого выражения:

$$\frac{m\vartheta\vartheta}{2} = \frac{3}{2}kT \tag{2}$$

возможно записать:

$$m\vartheta d2^{-1}r = \frac{3}{2}kTdt \tag{3}$$

откуда:

$$m\vartheta = \frac{3}{2}kT(t - t_0)/2^{-1}r. \tag{4}$$

Пусть модель взаимодействия астрономических тел m и M представляется законом всемирного тяготения и таким выражением [Д. Сиама. Физические принципы общей теории относительности М., 1971]:

$$mW = G\frac{mW}{r^2}, \tag{5}$$

где $G-$ гравитационная постоянная, m- масса притягиваемого точечного тела, M – масса притягивающего тела, W - вектор ускорения.

Исходный вариант задачи рассматривается таким:

$$m\vartheta' = G\frac{mM}{2\varepsilon}m\Omega^2, \tag{6}$$

$$m\vartheta(t_0) = m\vartheta_0, \tag{7}$$

причем

$$m\vartheta = m\vartheta_0 + \int_{t_0}^{t} G\frac{mM}{2\varepsilon}m\Omega^2 dt. \tag{8}$$

С учетом известного выражения эквивалентности энергии и массы $mcc = E$ запишем исходное уравнение так:

$$\frac{dm\vartheta}{dt} = G\frac{c^{-2}EM}{2\varepsilon}m\Omega^2. \tag{9}$$

В случае выполняемого представления:

$$r = G\frac{c^{-1}EM}{\lambda\nu 2\varepsilon} \tag{10}$$

исходный вариант энергетической модели разработан вещественным выражением:

$$\frac{r^{\frac{1}{2}}\lambda\nu c}{G^{\frac{1}{2}}} = \frac{E}{2\varepsilon^{\frac{1}{2}}}, \tag{11}$$

при $m = M$.

Научный интерес представляют энергетические аспекты задач применительно к моделям тяготения, описываемым уравнениями:

$$m\ddot{r} + G\frac{mM}{2\varepsilon}\Omega^2 mr = 0, \tag{12}$$

где $\vartheta = \dot{r}$ – вектор скорости перемещения, при этом

$$\frac{d^2mr}{dt^2} + G\frac{mM}{2\varepsilon}\Omega^2 mr = 0. \tag{13}$$

Отсюда, при соблюдении равенства $2\varepsilon = 3kT$ запишем:

$$\frac{d^2mr}{dt^2} + G\frac{mM}{2\varepsilon}\Omega^2 mr = 0 \tag{14}$$

или

$$\frac{d^2mr}{dt^2}+G\frac{\pi c^{-1}EM}{\lambda 3kT}\Omega^2 mr=0, \tag{15}$$

при этом выделяем вариант известной модели гармонического осциллятора с таким решением записанного уравнения [2]:

$$a\cos\left(G\frac{\pi c^{-1}EM}{\lambda 3kT}\right)^{\frac{1}{2}}\Omega t,$$

где a – амплитуда колебаний, t – время

В случае соблюдаемого равенства:

$$4\varepsilon^2=GmMm\vartheta\Omega \tag{16}$$

запишем:

$$4\varepsilon^2=GmMm\dot{r}\Omega \tag{17}$$

Тогда при $lm=M$ предлагается выражение

$$2\varepsilon=(GL)^{\frac{1}{2}}m\cdot\frac{dmr}{dt}\Omega^{\frac{1}{2}} \tag{18}$$

или

$$3kT=(GL)^{\frac{1}{2}}m\cdot\frac{dmr}{dt}\Omega^{\frac{1}{2}}. \tag{19}$$

При соблюдении другого вещественного равенства:

$$(m\vartheta Glm^2\Omega)^{\frac{1}{2}}=3kT \tag{20}$$

представляется возможным записать:

$$m\vartheta^{\frac{1}{2}}=(Glm^2\Omega)^{-\frac{1}{2}}=3kT \tag{21}$$

при этом

$$\frac{m\vartheta^{\frac{1}{2}}(Gl\Omega)^{\frac{1}{2}}}{3kT}=m^{-1}. \tag{22}$$

Предлагаемые соотношения включать в методологическое основание современных задач общей астрономии при обосновании прогнозируемых направлений теории и практики.

При рассмотрении исходной модели представимой уравнением:

$$m\dot{\vartheta}+G\frac{lm^2}{r2\varepsilon}\Omega m\vartheta=0 \tag{23}$$

выделяем:

$$\frac{dmr}{dt}=-G\frac{lm^2}{2\varepsilon}\Omega m \tag{24}$$

причем

$$mr = mr_0 + \int_{t_0}^{t} -G\frac{lm^2}{2\varepsilon}\Omega m dt. \quad (25)$$

С другой стороны, при рассмотрении такого варианта задачи:

$$\frac{dm\vartheta}{dt} = -G\frac{lm^2}{3kT}\Omega m\vartheta \quad (26)$$

$$m\vartheta(t_0) = m\vartheta_0 \quad (27)$$

запишем:

$$|m\vartheta\|C| = exp-G\frac{lm^2}{3kT}\Omega t \cdot exp^{-1} - G\frac{lm^2}{3kT}\Omega t_0 \quad (28)$$

или

$$|m\vartheta|exp-G\frac{lm^2}{3kT}\Omega t_0 = C^{-1}\,exp-G\frac{lm^2}{3kT}\Omega t, \quad (29)$$

где

$$-G\frac{lm^2}{3kT}\Omega t_0 \neq -\infty.$$

Соблюдение математических требований позволяет записать вещественное выражение:

$$m\vartheta = m\vartheta_0\,exp-G\frac{lm^2}{3kT}\Omega t\,exp^{-1} - G\frac{lm^2}{3kT}\Omega t_0, \quad (30)$$

где

$$m\vartheta_0\,exp-G\frac{lm^2}{3kT}\Omega t_0 \neq 0.$$

Предлагается вариант модели космологии, сообщенный автором настоящей работы в секционном докладе научной конференции в октябре 2011 года, представимый уравнением:

$$mV^{-1}\vartheta_t = mV^{-1}\nu\Delta\vartheta$$

Список литературы

1. Бакулин П.И., Кононович Э.В., Мороз В.И. Курс общей астрономии. Наука. Гл. ред. физико-математической лит. М., 1966.-528с.
2. Соколов А.А. и Тернов И.М. Квантовая механика и атомная физика. Учеб. пособие для физ.-мат. факультетов пединститутов. М., Просвещение, 1970.-424с.

УДК: 517.911

КРАЕВАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ С БЕСКОНЕЧНЫМ ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR DIFFERENTIAL INCLUSIONS WITH INFINITE DELAY

Кулманакова М.М., к.ф.-м.н.
ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
г. Воронеж, Россия
m-kulmanakova@yandex.ru

DOI: 10.12737/15977

Аннотация: Рассматривается краевая задача для полулинейных функционально-дифференциальных включений с бесконечным запаздыванием. Строится многозначный интегральный оператор, неподвижные точки которого являются ослабленными решениями задачи. Применяя методы топологической степени, получаем теорему существования.

Summary: We consider the boundary value problem for a semilinear functional differential inclusions with infinite delay. We construct the multivalued integral operator whose fixed points are mild solutions of the above problem. We apply the topological degree method to obtain the existence theorem.

Ключевые слова: дифференциальное включение, обобщенное решение, бесконечное запаздывание, неподвижная точка.

Keywords: differential inclusion, mild solution, infinite delay, fixed point.

Пусть E – сепарабельное банахово пространство. Обозначим $C = C([-\infty;T];E)$ и B – фазовое пространство, удовлетворяющее аксиоматике Хейла-Като [2] и являющееся линейным топологическим пространством функций, заданных на $(-\infty;0]$ со значениями в E, наделенное полунормой $\|\cdot\|_B$. Для $x \in C$ и $t \in [-\infty;T]$ определена функция $x_t \in B$,

$$x_t(\theta) = x(t+\theta),\ \theta \in [-\infty;0].$$

Рассмотрим краевую задачу для дифференциального включения:

$$x'(t) \in Ax(t) + F(t, x_t),\ t \in [0;T] \quad (1)$$

$$Qx \in Sx \quad (2)$$

в предположении, что линейный оператор $A: D(A) \subseteq E \to E$ является производящим оператором C_0-полугруппы $\exp\{tA\}$.

Обозначим $P(Y)$ совокупность всех непустых подмножеств произвольного множества Y и $Kv(Y)$ - совокупность непустых, компактных выпуклых подмножеств топологического векторного пространства Y.

Мультиотображение $F:[0;T]\times B \to Kv(E)$ удовлетворяет верхним условиям Каратеодори, условию подлинейного роста и условию χ-регулярности. Для операторов из граничного условия (2) будем предполагать, что Q – линейный ограниченный оператор, а S – полунепрерывен сверху и переводит ограниченные множества в относительно компактные.

При указанных условиях корректно определен оператор суперпозиции ([1], [3])

$$P_F : C((-\infty;T];E) \to P(L^1([0,T];E)),$$

$$P_F(x) = \{ f \in L^1([0,T];E) \mid f(t) \in F(t, x_t) \text{ п.в. } t \in [0,T] \}.$$

Определение: *Ослабленным решением* задачи (1)-(2) называется функция $x \in C((-\infty;T];E)$ такая, что

$$Qx \in Sx$$

$$x(t) = \exp\{tA\}x(0) + \int_0^t \exp\{(t-s)A\} f(s) ds,\ t \in [0;T],\ f \in P_F x.$$

Определение: Назовем *оператором Коши* линейный оператор $G: L^1([0:T];E) \to C((-\infty;T];E)$ определенный как

$$Gf(t) = \begin{cases} \int_0^t \exp\{(t-s)A\} f(s) ds, & t \in [0:T] \\ 0, & t \in [-\infty;0] \end{cases}$$

Обозначим $C_0 = \{y \in C((-\infty;T];E) : y(t) = \exp\{tA\}x(0)\}$ и $Q_0 = Q\big|_{C_0}$.

Для операторов из граничного условия основным предположением будет то, что существует линейный ограниченный оператор Λ такой, что $(I - Q_0\Lambda)(y - QGf) = 0$ для любых $x \in C((-\infty;T];E),\ y \in Sx,\ f \in P_F x$.

Для исследования разрешимости задачи (1)-(2) построим интегральный мультиоператор

$$\Gamma : C((-\infty;T];E) \to Kv(C((-\infty;T];E)),$$

$$\Gamma x = \Lambda Sx + (I - \Lambda Q) G P_F x.$$

Из свойств оператора Коши и условий, наложенных на операторы Q_0, S и Λ следует, что мультиоператор Γ полунепрерывен сверху, имеет выпуклые компактные значения и переводит ограниченные множества в ограниченные [1], [3].

Теорема: Неподвижные точки оператора Γ являются ослабленными решениями задачи (1)-(2).

Рассмотрим меру некомпактности ν на ограниченных подмножествах Ω из $C((-\infty;T];E)$ со значениями в конусе R_+^2

$$\nu(\Omega) = (\varphi_C(\Omega), \mathrm{mod}_C(\Omega)),$$

где φ_C – модуль послойной некомпактности в пространстве $C((-\infty;T];E)$.

При дополнительных предположениях мультиоператор Γ будет являться ν-уплотняющим на ограниченных подмножествах Ω из $C((-\infty;T];E)$.

Установленные свойства мультиоператора Γ дают возможность применить для его исследования теорию топологической степени. Мы можем сформулировать следующий принцип существования ослабленных решений задачи (1)-(2).

Теорема: Пусть ограниченное множество $\Omega \subset C((-\infty;T];E)$ таково, что интегральный мультиоператор Γ не имеет неподвижных точек на $\partial\Omega$ и $\deg(i - \Gamma, \overline{\Omega}) \neq 0$. Тогда множество обобщенных решений задачи (1)-(2), содержащихся в Ω, не пусто.

Список литературы

1. Борисович Ю.Г. Введение в теорию многозначных отображений и дифференциальных включений / Ю.Г. Борисович, Б.Д. Гельман, А.Д. Мышкис, В.В. Обуховский - М.: КомКнига, 2005. – 216 с.

2. Hito Y. Functional differential equations with infinite delay. Lecture notes in mathematics / Y. Hito, S. Murakami, T. Naito. – Berlin-Heidelberg-New York: Sprimger-Verlag, 1991. – Vol. 1473.

3. Kamenskii M. Condensing maltivalued maps and semilinear differential inclusions in banach spaces / M. Kamenskii, V. Obukhovskii, P. Zecca. - Berlin-New York: Walter de Gruyter, 2001. – 231 p.

УДК 630*266

ОСОБЕННОСТИ РОСТА ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ПОЛЕЗАЩИТНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

FEATURES OF TREE SPECIES GROWTH IN FIELD-PROTECTION PLANTATIONS IN CONDITION OF CENTRAL RUSSIAN UPLAND

Михин В.И., д. с.-х. н., зав. кафедрой,
Михина Е.А., к. с.-х. н., доцент, **Михин Д.В.,** аспирант
ФГБОУ ВО « Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф.Морозова»
г. Воронеж, Россия
DOI: 10.12737/15978

Аннотация: Древесные породы в защитных насаждениях имеют отличительные биометрические показатели роста в зависимости от почвенно-климатических условий. Крайние ряды отличаются большим диаметром и меньшей высотой. Ход роста по высоте и диаметру описывается уравнением парабулы второго порядка.

Summary: Free species of protective forest plantations distinctive biometrical indicators of growth, depending on soil and climatic conditions. The last rows are allocated a larger diameter and a smaller height. The course of growth in height and diameter is described by a second order parabuly.

Ключевые слова: рост, биометрические показатели, защитные насаждения, древесные породы.

Keywords: growth, biometrical indicators, protective forest, tree species.

Древесные породы в лесных полосах в различных почвенно-климатических условиях показывают определённые закономерности в росте, что учитывается при формировании лесомелиоративных систем [1, 3]. В поперечном профиле опушечные и центральные ряды формируют каркас, где мелиоративные свойства насаждений неоднородны и зависят от возрастного показателя [2].

В условиях степи и лесостепи древесные породы имеют определённые закономерности в росте (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика древесных пород в разных почвенно-климатических условиях

№ пр. пл.	Порода	Размещение посадочных мест, м	Число рядов/ Ширина м	Возраст, лет	Сохранность, %	Средние		Бонитет
						диаметр, см	высота, м	
Лесостепь								
Чернозём типичный								
7	Тбз	3,0×1,0	3/9,0	28	61,7	18,9±0,26	16,1±0,20	Ia
24	Бп	2,5×1,0	4/10,0	36	57,2	20,7±0,34	18,1±0,28	Ia
33	Дч	5,0×3,0	3/15,0	51	54,3	26,1±0,21	22,4±0,32	Ia
Чернозём выщелоченный								
17	Тбз	3,0×1,0	3/9,0	28	56,3	17,1±0,28	14,9±0,19	Ia
43	Бп	2,5×1,0	4/10,0	36	53,5	18,9±0,31	17,2±0,24	Ia
57	Дч	5,0×3,0	3/15,0	48	60,9	23,4±0,19	19,3±0,27	I
Серая лесная почвы								
42	Тбз	3,0×1,0	3/9,0	28	54,8	16,2±0,31	14,0±0,30	Ia
44	Бп	2,5×0,8	4/10,0	29	63,9	14,0±0,26	12,6±0,19	Ia
51	Дч	5,0×3,0	3/15,0	48	55,7	21,9±0,30	18,2±0,23	I
53	Яо	2,5×1,0	5/12,5	32	61,7	14,1±0,29	11,8±0,22	I
Степь								
Чернозём обыкновенный								
121	Бп	3,0×1,0	5/15,0	34	66,8	16,2±0,27	13,0±0,28	I
126	Дч	5,0×3,0	4/20,0	46	47,2	20,2±0,21	17,1±0,32	I
135	Яз	2,5×0,8	6/15,0	35	49,7	14,9±0,36	12,8±0,23	II

В возрасте 28 лет у тополя бальзамического на чернозёме типичном сохранность выше на 5,4 %, чем на чернозёме выщелоченном и на 6,9 %, чем на серой лесной почве и соответственно показатели по среднему диаметру (на 10,5 и 16,7 %) и средней высоте (на 8,1 и 15,0 %) (пр. пл. 7, 17, 42). Различия достоверны (td= 2,14 - 6,68 > $t_{0,05}$ = 1,96 ; $tв$= 2,50 - 5,83 > $t_{0,05}$ = 2,01). Насаждения из берёзы повислой в лесостепной зоне в 36 лет на чернозёме типичном имеют выше сохранность на 3,7 %, диаметр – 9,5 %, высоту – 4,7 % в сравнении с чернозёмом выщелоченном (пр. пл. 24, 43) (td= 3,1 > $t_{0,05}$ = 1,96 ; $tв$= 2,43 > $t_{0,05}$ = 2,01). На серой лесной почве в 29 лет у берёзы повислой сохранность равна 63,9 %, диаметр – 14,0 см, высота – 12,6 м, бонитет - I а (пр. пл. 44). Искусственные линейные насаждения из дуба черешчатого в лесостепных условиях в 51 год на чернозёме типичном достигают средней высоты - 22,4 м, диаметра – 26,1 см и имеют сохранность 54,3 % (пр. пл. 33). Рост дуба черешчатого на чернозёме выщелоченном в 48 лет (пр. пл. 57) по диаметру больше на 6,8 %, высоте – на 6,0 % в сравнении с серой лесной

почвой (пр. пл. 51) (td= 4,17 > $t_{0,05}$ = 1,96 ; tв= 3,14 > $t_{0,05}$ = 2,01). Лесополосы из ясеня на серой лесной почве к возрасту 32 года достигают высоты – 11,8 м, диаметра – 14,1 см, где сохранность равна 61,7 % (пр. пл. 53). На чернозёме обыкновенном берёза повислая в насаждениях в 34 года произрастает по I классу бонитета, имеет сохранность 66,8 %, диаметр – 16,2 см, высоту – 13,0 м. Сохранность дуба в возрасте 46 лет составляет 47,2 %, средняя высота равна 17,1 м, диаметр – 20,2 см. Ясень зелёный в 35 лет имеет диаметр 14,9 см, среднюю высоту – 12,8 м, сохранность равна 49,7 % (пр. пл. 121, 126, 135).

Ход роста основных древесных пород в полезащитных насаждениях (табл.2) описывается уравнениями парабулы второго порядка (R^2=0, 9876 - 0,9987).

Таблица 2 – Модели хода роста по высоте древесных пород в полезащитных насаждениях

Порода	**Уравнение регрессии**		**R^2**
	Лесостепь	**Степь**	
Чернозём типичный			
$Т_{бз}$	$y = - 0,0086 x^2 + 1,2360x - 1,5990$	-	0,9950/-
$Б_{п}$	$y = - 0,0046 x^2 + 0,9984x - 0,3638$	-	0,9972/-
$Д_{ч}$	$y = - 0,0011 x^2 + 0,6490x + 0,1582$	-	0,9987/-
Чернозём выщелоченный			
$Т_{бз}$	$y = - 0,0103 x^2 + 0,9765x + 0,5603$	-	0,9974/-
$Б_{п}$	$y = - 0,0049 x^2 + 0,7009x + 0,3545$	-	0,9982/-
$Д_{ч}$	$y = - 0,0002 x^2 + 0,4644x + 0,2379$	-	0,9976/-
Серая лесная		**Чернозём обыкновенный**	
$Т_{бз}$	$y = - 0,0038 x^2 + 0,7916x - 0,1451$	-	0,9981/-
$Б_{п}$	$y = - 0,0077 x^2 + 0,7657x - 0,5255$	$y = - 0,0046 x^2 + 0,6715x - 0,1148$	0,9966/ 0,9898
$Д_{ч}$	-	$y = - 0,0090 x^2 + 0,7167x - 0,6303$	-/ 0,9986
$Я_{о}$	$y = - 0,0034 x^2 + 0,5159x - 1,2910$	-	0,9987/-
$Я_{з}$	-	$y = - 0,0028 x^2 + 0,3234x - 0,3467$	- / 0,9876

Примечание: y – высота, м; x – возраст, лет (4 - 30).

В насаждениях для тополя бальзамического на чернозёмах и серой лесной почве характерно снижение активности в росте по высоте и диаметру с возраста 11 - 21 года. У берёзы повислой на чернозёмах и серой лесной почве в условиях лесостепи отмечается уменьшение активности в росте по высоте и диаметру с 15 - 18 лет, в степных условиях – с 16 - 19 лет. Дуб черешчатый в лесостепи на чернозёмах активно растёт по высоте и диаметру до 20 - 26 лет, в

степных условиях – до 17 - 19 лет. Ясень обыкновенный в линейных насаждениях на серой лесной почве в лесостепи проявляет активность в росте по высоте до возраста 21 год, по диаметру – до 18 лет. У ясеня зелёного в степных условиях снижение активности в росте по высоте отмечается с возраста 17-19 лет, диаметру – с 16 - 17 лет.

В условиях лесостепи на чернозёме типичном дуба у черешчатого, тополя бальзамического, берёзы повислой в полезащитных насаждениях в 24 - 30 лет установлено превышение высоты средних рядов над крайними на 6,4 - 12,2 % и отставание в росте по диаметру на 6,0 - 6,8 %. На чернозёме выщелоченном в 23-30 лет из выше указанных пород отмечается увеличение средней высоте средних рядов над крайними на 8,8 - 10,2 % и их уменьшения по диаметру на 5,4 - 9,5 %. На серой лесной почве в возрасте 25 - 31 год тополь бальзамический, берёза повислая, ясень обыкновенный имеет выше среднюю высоту центральных рядов над опушечными на 8,4 - 14,0 % и меньше диаметр средних рядов над крайними на 5,5 - 8,4 %. Выявление закономерностей следует учитывать при лесомелиоративной оценки линейных насаждений.

Список литературы

1. Михин, В. И. Полезащитное лесоразведение Центрального Черноземья [Электронный ресурс] / В. И. Михин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2012. - № 79 (05). - С. 378-391. - Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2012/05/pdf/39.pdf.

2. Михин, Д.В. Формирование и рост полезащитных насаждений Воронежской области [Текст] / Д.В. Михин, О.В. Трегубов // Лесотехнический журнал. -2013. № 3. –С. 7 -12.

3. Михина, Е. А. Лесоводственно-мелиоративные особенности полезащитных насаждений северо-восточной части ЦЧР [Текст] / Е. А. Михина, В. И. Михин // Воспроизводство, мониторинг и охрана природных, природно-антропогенных и антропогенных ландшафтов : материалы Международной молодежной научной школы 14 -15 июня 2012 года / под ред. М. В. Драпалюка: ФГБОУ ВПО «ВГЛТА». – Воронеж, 2012. – С. 415-419.

УДК: 519.85

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ СУЖДЕНИЙ К ОЦЕНКЕ ДОСТАТОЧНОСТИ И РЕАЛИЗУЕМОСТИ ТРЕБОВАНИЙ

QUANTITATIVE INTERPRETATION DESTINED APPLICATION TO EVALUATING THE ADEQUACY AND FEASIBILITY REQUIREMENTS

Новикова Т.П., к.т.н., преподаватель
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»
г. Воронеж, Россия
novikova_tp.vglta@mail.ru

DOI: 10.12737/15979

Аннотация: В статье рассматривается проблема интерпретации качественных суждений экспертов о достаточности требований технического задания к электронной компонентной базе. Для решения проблемы было предложено применить метод интуитивного обоснования Т. Саати.

Summary: The problem of qualitative expert judgment interpretation on the requirements specification adequacy to the electronic component base. To solve this problem it was proposed to use the method of intuitive justification T. Saaty.

Ключевые слова: метод, качественная оценка, количественная оценка, требования к электронной компонентной базе.

Keywords: method, qualitative assessment, quantification, the requirements for electronic component base.

Разработка электронной компонентной базы (ЭКБ) для проектов Государственных оборонных заказов проводится в рамках Федеральной целевой программы. Исполнитель определяется в процессе проведения конкурса заявок на выполнение НИР и ОКР по разработке ЭКБ в соответствии с ФЗ от 06.05.1999 № 97-ФЗ; законом РСФСР от 22.03.1991 № 948-1; ФЗ от 21.07.2005 N 94-ФЗ [1]. Заказчик формирует техническое задание на НИР и ОКР по созданию ЭКБ, которое содержит требования к техническим параметрам электронных компонентов, базирующиеся на требованиях к вооружениям и военной технике (ВВТ) [2,3].

Под достаточностью требований к ЭКБ будем понимать такой уровень требований, при котором обеспечиваются необходимые характеристики ВВТ.

Реализуемость требований – это уровень требований, который объективно может быть реализован отечественными предприятиями микроэлектроники. Возникает проблема оптимизации достаточности и реализуемости требований, которые, как правило, не имеют численного выражения и основаны на аргументированных суждениях специалистов, что обуславливает применение метода экспертных оценок.

В работах [2-4] нами было предложено в качестве экспертной информации рассматривать балльные оценки частных критериев по целочисленной порядковой шкале от 1 до 9, для определения групповой оценки предлагалось использовать медиану выборки множества экспертных мнений по частным критериям для каждого исследуемого объекта.

С последующим изучением проблемы интерпретации экспертной информации была выявлена необходимость учета весовых коэффициентов, соответствующих суждениям.

Предположим, что группа экспертов для оценки достаточности требований к ЭКБ рассматривает n объектов. В результате чего мы должны получить:

1) суждения об относительной важности рассматриваемых объектов;

2) количественную интерпретацию суждений по всем объектам.

Для реализации 2-го пункта необходим метод получения из количественных суждений группы экспертов (из относительных величин, ассоциируемых с парами объектов) множества весов, ассоциируемых с отдельными объектами. Это позволит привести суждения экспертов в удобную форму без информационных потерь, свойственных качественным суждениям. Такой метод был предложен Т. Саати в работе «Принятие решений. Метод анализа иерархий» [5].

Пусть $X_1, X_2, \ldots, X_n$ – совокупность объектов. Количественные суждения о парах объектов (X_i, X_j) представляются матрицей n×n

$$A=(a_{ij}), \text{ где } i, j= 1,2,\ldots,n.$$

При условии:

1) $a_{ij} = \alpha$, тогда $a_{ji} = 1/\alpha, \alpha \neq 0$.

2) если X_i имеет одинаковую с X_j относительную важность, то $a_{ij} = 1$, $a_{ji} = 1$.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} \dots & & 1 \end{bmatrix}$$

После представления количественных суждений о парах (X_i, X_j) в числовом выражении через a_{ij} , задача сводится к тому, чтобы n возможным действиям $X_1, X_2, \dots, X_n$ поставить в соответствие множество числовых весов $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$, которые бы соответствовали суждениям экспертов.

Необходимо математически описать, как ω_i зависит от суждений a_{ij}.

Подробное описание проводится в три этапа, начиная с частного случая и заканчивая общим [5,6]. В итоге получаем:

$$\omega_i = {}^{1}\!/_{n} \sum_{j=1}^{n} a_{ij}\, \omega_j, \text{ где } i, j = 1,2,\dots,n.$$

Таким образом, имеем множества весов, ассоциируемых с отдельными объектами, что позволит привести суждения экспертов [4] об оценке достаточности и реализуемости требований к электронной компонентной базе в удобную форму без информационных потерь, свойственных качественным суждениям. Применение изложенного метода к данной проблеме видится обоснованным и перспективным и требует более подробного изучения.

Список литературы

1. Куцько, П.П. Координационное управление предприятиями, создающими электронную компонентную базу двойного назначения / П.П. Куцько // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воронежская государственная лесотехническая академия. Воронеж, 2009. – 138с.

2. Achkasov V.N. Controlling means of development electronic component basis [Текст]: monograph / V.N. Achkasov, V.K. Zolnicov, T.P. Belyaeva . – Science Book Publishing House, Lorman, MS, USA, 2012. – 130 p.

3. Беляева, Т.П. Система управления формированием и реализацией проектов дизайн центра микроэлектроники [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.13.10: защищена 02.11.2012 / Беляева Т.П. – Воронеж, 2012. – 145 с.

4. Беляева, Т.П. Методы поддержки принятия решений в части оценки достаточности требований технического задания к микроэлектронным компонентам и возможности их реализации отечественными предприятиями

электронной промышленности [Электронный ресурс] Т.П. Беляева, В.К. Зольников / Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета № 75(01), 2012. Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2012/01/pdf/29.pdf

5. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий [Текст]: перевод с английского Р.Г. Вечнадзе. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.

6. Thomas L. Saaty Relative Measurement and its Generalizations are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors The Analytic Hierarchy / Network Process // Rev. R. Acad. Cien. Serie A. Mat., Vol. 102 (2), 2008.- pp. 251-318.

УДК 517.927

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОДНОЙ УПРУГОЙ СИСТЕМЫ

MATHEMATICAL MODEL OF ONE RESILIENT SYSTEM

Перловская Т.В., к.ф-м.н., доцент, **Егенов Ж.К.**
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
г. Воронеж, Россия
perl-tat@mail.ru

DOI: 10.12737/15980

Аннотация: В статье рассматривается простейшая упругая система, состоящая из двух стержней, соединенных шарнирно. Математическая модель данной системы описывается с помощью системы дифференциальных уравнений и системы условий согласования в узлах.

Summary: The simplest resilient system, consisting of two bars united joint, is examined in the article. The mathematical model of this system is described by means of the system of differential equalizations and system of terms of concordance in knots.

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, математическая модель.

Keywords: differential equation, mathematical model.

Рассмотрим систему Г, состоящую из двух горизонтальных континуумов, расположенных вдоль отрезка $[\ 0,\ l\ ]$. Нижний континуум состоит из двух

стержней γ_1, γ_2, соединенных шарнирно. Верхний континуум - упругий трос. Оба континуума соединены линейной перемычкой ε, которая так же является упругим тросом. Нижний и верхний концы сегмента ε обозначим соответственно через a и b. Отрезки верхнего континуума обозначим через κ_1 и κ_2. Наша система закреплена в четырех концевых вершинах. Отклонение точек системы от положения равновесия опишем функциями $u(x)$ при $x \in \gamma_1, \gamma_2$, $h(x)$ при $x \in \varepsilon$, $v(x)$ при $x \in \kappa_1 \cup \kappa_2$.

Пусть функция $p(x)$ определяет жесткость стержней в точках $x \in \gamma_1 \cup \gamma_2$, а $q(x)$ – силы натяжения струн в точках $x \in \varepsilon, \kappa_1, \kappa_2$. Удобно считать, что функции $p(x)$, $q(x)$ заданы на всем графе так, что $q(x) \equiv 0$ на нижней паре стержней, а $p(x) \equiv 0$ на вертикальной тяге и верхнем тросе.

Условия закрепления концов верхнего континуума имеют вид

$$v(0) = v(l) = 0, \tag{1}$$

условия шарнирного закрепления нижних стержней

$$u(0) = u(l) = 0, \quad u''(0) = u''(l) = 0. \tag{2}$$

В точках a и b, т.е. в точках соединения струн и стержней, должны выполняться условия непрерывности

$$\begin{aligned} u_{\gamma_1}(a+0) - u_{\gamma_2}(a+0) &= 0 \\ v_{\kappa_1}(b+0) - v_{\kappa_2}(b+0) &= 0 \\ u_{\gamma_1}(a+0) - h_{\varepsilon}(a+0) &= 0 \\ v_{\kappa_1}(b+0) - h_{\varepsilon}(b+0) &= 0 \end{aligned} \tag{3}$$

Математической моделью, описывающей упругие деформации данной системы, равно как и упругие колебания этой системы, будет являться система дифференциальных уравнений на сегментах $\gamma_1, \gamma_2, \varepsilon, \kappa_1, \kappa_2$ и, кроме того, система условий согласования (трансмиссии) в узлах, где сегменты нашей системы стыкуются, т.е. в точках $J(\Gamma)$. Это - помимо условий (1), (2). Обозначенные уравнения и условия трансмиссии нами выводятся и обосновываются наиболее корректным в математической физике способом, а именно - на основании вариационных принципов.

Пусть $f : \Gamma \to R$ – плотность распределения внешней нагрузки, действующей на систему.

Потенциальная энергия нашей системы $P(z)$ определяется равенством

$$P(z) = \left(\sum_{i=1}^{2} \int_{\gamma_i} \frac{p(z'')^2}{2} dx \right) + \left(\sum_{i=1}^{2} \int_{\kappa_i} \frac{q(z')^2}{2} dx \right) + \int_{\varepsilon} \frac{q(z')^2}{2} dx - \int_{\Gamma} zf dx.$$

Согласно вариационным принципам [1] реальная деформация нашего объекта соответствует экстремуму написанного функционала в классе всех виртуальных деформаций. Этот класс естественно считать состоящим из определенных на Г скалярных функций, имеющих достаточную гладкость на каждом сегменте.

Рассмотрим функцию

$$P(z_0 + \lambda\varphi) = \left(\sum_{i=1}^{2} \int_{\gamma_i} \frac{p((z_0 + \lambda\varphi)'')^2}{2} dx \right) + \left(\sum_{i=1}^{2} \int_{k_i} \frac{q((z_0 + \lambda\varphi)')^2}{2} dx \right) +$$

$$+ \int_{\varepsilon} \frac{q((z_0 + \lambda\varphi)')^2}{2} dx - \int_{\Gamma} (z_0 + \lambda\varphi) f dx,$$

где $z_0(x)$ – какая-либо виртуальная деформация исходной системы, φ - ее допустимая вариация, то есть функция $z = z_0 + \varphi$ есть допустимая форма вместе с z_0. Тем самым φ должна удовлетворять условиям (1),(2) и обладать нужной гладкостью, т.е. заведомо быть непрерывной во всех узлах Г. В силу вариационного принципа, если $z_0(x)$ соответствует реальной деформации, то точка z_0 должна являтся точкой минимума функционала $P(z)$ и поэтому функция $P(z_0 + \lambda\varphi)$ при любом фиксированном φ должна принимать минимальное значение при $\lambda = 0$. Но тогда значение $\frac{d}{d\lambda} P(z_0 + \lambda\varphi)$ при $\lambda = 0$ должно быть нулем.

При $\lambda = 0$ получаем первую вариацию описанного функционала

$$\delta P(z_0)\varphi = \sum_{i=1}^{2} \int_{\gamma_i} pz''\varphi'' dx + \sum_{i=1}^{2} \int_{\kappa_i} qz'\varphi' dx + \int_{\varepsilon} qz'\varphi' dx - \int_{\Gamma} f\varphi dx.$$

Согласно принципу Ферма для реальной деформации $z_0(x)$ исходной системы первая вариация должна быть нулевой. То, что здесь φ может быть любой – решающее обстоятельство для последующих рассуждений.

В результате преобразований в виде интегрирования по частям в целом на Г получаем

$$\left(\sum_{i=1}^{2}\int_{\gamma_i}((pz'')''-f)\varphi dx\right)+\left(\sum_{i=1}^{2}\int_{\kappa i}(-(qz')'-f)\varphi dx\right)+\left(\int_{\varepsilon}(-(qz')'-f)\varphi dx\right)+ \tag{4}$$

$$+[(pu'')'(a+0)-(pu'')'(a-0)-(qh')(a+0)]\varphi(a)+[(qv')(b+0)-$$
$$-(qv')(b-0)+(qh')(b+0)]\varphi(b)+(pu'')(a\pm 0)\varphi'(a\pm 0)=0$$

В силу допускаемого произвола φ мы можем рассмотреть вначале такие значения φ, чтобы аннулировались все внеинтегральные члены в (4). Тогда от равенства (4) останется только первая группа интегральных слагаемых. Опять же в силу произвола φ отсюда следует, что нулевыми должны быть не только каждая из трех сумм, но и каждый интеграл, входящий в эти суммы. Применяя на каждом ребре Г классическую лемму Лагранжа, имеем на γ_i уравнения вида

$$(pz'')'' = f \qquad ((pu'')'' = f), \tag{5}$$

а на сегментах ε и κ_i - уравнения

$$-(qz')' = f \qquad (-(qv')' = f,\ -(qh')' = f). \tag{6}$$

Полученные равенства есть обыкновенные дифференциальные уравнения для минималей функционала потенциальной энергии, т.е. для интересующей нас системы.

Пусть $z(x)$ – минималь исходного функционала, отвечающая реальной форме исходной физической системы. Она должна, по доказанному, удовлетворять, как тождествам, равенствам (5), (6). Учет этих равенств в (4) ликвидирует в нем первые три группы слагаемых даже в случае, когда сняты накладываемые ранее ограничения на φ в узлах Г. Мы получаем теперь, что для произвольной $\varphi(x)$, состоящей из набора функций, заданных на каждом ребре Г вне связи с остальными ребрами (кроме естественного условия непрерывности), должны быть нулями все коэффициенты, стоящие при $\varphi(a)$, при $\varphi(b)$ и при $\varphi'(a\pm 0)$.

Согласно предыдущему мы будем рассматривать дифференциальную систему вида

$$Lz = f, \tag{7}$$

полагая

$$Lz = \begin{cases} (pz'')''(x) & \text{при } x\in\gamma_1,\gamma_2 \\ -(qz')'(x) & \text{при } x\in\varepsilon,\kappa_1,\kappa_2. \end{cases}$$

Это уравнение (7) будем рассматривать в классе функций, удовлетворяющих условиям (1), (2), (3), условиям трансмиссии в точках a и b

$$(p_{\gamma_1} z''_{\gamma_1})'(a+0) + (p_{\gamma_2} z''_{\gamma_2})'(a+0) - (q_{\varepsilon} z'_{\varepsilon})(a+0) = 0,$$

$$(q_{\kappa_1} z'_{\kappa_1})(b+0) + (q_{\kappa_2} z'_{\kappa_2})(b+0) + (q_{\varepsilon} z'_{\varepsilon})(b+0) = 0$$

и условиям шарнирного соединения

$$(p_{\gamma_1} z''_{\gamma_1})(a+0) = 0, \qquad (p_{\gamma_2} z''_{\gamma_2})(a+0) = 0$$

Список литературы

1. Дифференциальные уравнения на геометрических графах / Ю.В. Покорный, О.М. Пенкин, В.Л. Прядиев и др. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 272с.

УДК 517.927

ПРИМЕНЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ НЕРАВЕНСТВ ДЛЯ ПРОСТЕЙШЕЙ УПРУГОЙ МОДЕЛИ

APPLICATION OF DIFFERENTIAL INEQUALITIES FOR THE SIMPLEST RESILIENT MODEL

Перловская Т.В., к.ф-м.н., доцент, **Кыдырбаев Т.Ж.**
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
г. Воронеж, Россия
perl-tat@mail.ru

DOI: 10.12737/15981

Аннотация: В статье изучается применение дифференциальных неравенств для простейшей упругой системы.

Summary: In the article application of differential inequalities is studied for the simplest resilient system.

Ключевые слова: дифференциальное неравенство, математическая модель.

Keywords: differential inequality, mathematical model.

Рассмотрим систему, аналогичную канатному мосту. Будем считать, что система состоит из двух горизонтальных континуумов, расположенных вдоль отрезка $[0,l]$. В точках $\xi_1, \xi_2, ..., \xi_{n-1}$, внутренних для отрезка, оба континуума

связаны линейными перемычками (отрезками), которые будем обозначать в дальнейшем через ε_i . Мы полагаем $\xi_0 = 0, l = \xi_n$ и различаем отрезки верхнего и нижнего континуумов, расположенные «над $[\xi_i, \xi_{i+1}]$». Первые обозначим через γ_i, а вторые - через κ_i

Мы рассматриваем физическую систему, у которой нижний континуум составлен из последовательно шарнирно-сочлененных стержней. Стержни будем ассоциировать с отрезками γ_i. Все остальные сегменты нашей системы ε_i и κ_i являются упругими тросами и их деформации мы будем считать определяющимися как у обычных струн.

Мы пользуемся обозначениями из теории дифференциальных уравнений на графах [1] , в частности, нами будем удобно использовать понятие крайней производной в вершинах каждого сегмента. Мы рассматриваем исходную систему континуумов как геометрический граф, обозначая его через Г, множество его внутренних вершин обозначаем $J(\Gamma)$, граничных - через $\partial\Gamma$.

Мы предполагаем, что система закреплена в граничных вершинах. Для большей четкости изложения мы будем обозначать через $u(x)$ при $x \in [0,l]$ деформации цепочки стержней, соответствующих нижнему континууму. Через $v(x)$ будем обозначать деформации точек верхнего троса. Обе функции $u(x)$ и $v(x)$ скалярнозначные на отрезке $[0,l]$. Условие закрепления концов верхнего троса

$$v(0) = v(l) = 0, \qquad (1)$$

условие шарнирного закрепления концов нижней цепочки стержней дают равенства

$$u(0) = u(l) = 0, \quad u''(0) = u''(l) = 0. \qquad (2)$$

Деформации вертикальных континуумов мы будем обозначать через $h_k(x)$ при $x \in \varepsilon_k$.

Математической моделью, описывающей упругие деформации данной системы, равно как и упругие колебания этой системы, будет являться система дифференциальных уравнений на сегментах $\gamma_i, \varepsilon_i, \kappa_i$ и, кроме того, система условий согласования (трансмиссии) в узлах, где сегменты нашей системы стыкуются, т.е. в точках $J(\Gamma)$. Это - помимо условий (1), (2). Обозначенные уравнения и условия трансмиссии нами выводятся и обосновываются наиболее корректным в математической физике способом, а именно - на основании вариационных принципов.

Рассмотрим дифференциальную систему вида

$$Lz = f, \qquad (3)$$

где

$$Lz = \begin{cases} -z''(x) & \text{при} \quad x \in \varepsilon_i, \\ -z''(x) & \text{при} \quad x \in \kappa_i, \\ (z'')''(x) & \text{при} \quad x \in \gamma_i, \\ \Delta z'''(x) - z'(x+0) & \text{при} \quad x = a_i \\ -\Delta z'(x) - z'(x+0) & \text{при} \quad x = b_i. \end{cases}$$

Уравнение (3) будем рассматривать в классе функций, удовлетворяющих в граничных точках системы Γ исходным условиям закрепления (1), (2).

ТЕОРЕМА 1. Задача (1), (2), (3) однозначно разрешима при любых правых частях.

Рассмотрим теперь уравнения $Lz = f$, т.е. $(u'')'' = f_1$ на γ_i и $-v'' = f_2$ на κ_i, а также $-h_i'' = f_i$ на ε_i. Пусть правые части этих уравнений неотрицательны. Покажем, что соответствующие решения уравнений при выполнении всех необходимых условий краевой задачи будут неотрицательными.

ТЕОРЕМА 2. Любое решение дифференциального неравенства $Lz \geq 0$ неотрицательно.

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО. На сегментах γ_i имеем $(u'')'' \geq 0$ и $u'' = 0$ на концах каждого γ_i. Обозначим $u'' = z$. Тогда для z получаем задачу: $z'' \geq 0$ с двухточечными условиями $z(a_i) = 0$, $z(a_{i+1}) = 0$. Так как $(z')' \geq 0$, то z' возрастает на γ_i и может менять знак не более одного раза с минуса на плюс. Если $z'(x)$ не меняет знак, то $z(x)$ монотонна на γ_i и, так как на границах γ_i имеет нули, должна быть тождественным нулем. Если же z' меняет знак, то для некоторой точки τ мы должны иметь $z'(x) \leq 0$ при $x < \tau$, и $z'(x) \geq 0$ при $x > \tau$. Отсюда следует, что $z(x)$ не возрастает на (a_i, τ) и не убывает на (τ, a_{i+1}) имея на концах a_i, a_{i+1} нули. Значит, $z(x) \leq 0$ на каждом сегменте γ_i. Поэтому $u'' \leq 0$ на любом γ_i.

Так как вторая производная функции $u(x)$ неположительная на γ_i, то при удалении от каждого узла a_i функция $u''(x)$ убывает и, значит, $u'''(a_i + 0) \leq 0$ во всех нижних узлах a_i. Из условия гладкости имеем тогда $\Delta u'''(a_i) \leq 0$.

Значит, $h_i'(a_i + 0) \le 0$. Тогда $h_i'(b_i + 0) \ge 0$ на каждом сегменте ε_i и в силу условия трансмиссии имеем $\Delta v'(b_i) \le 0$.

Так как производная $v'' \le 0$, то v' убывает и при переходе через b_i имеет отрицательный скачок. Следовательно, v' в целом на верхнем континууме убывает. Поэтому v' может менять знак не более одного раза с плюса на минус. Таким образом, либо $v'(x)$ всюду не меняет знак и тогда $v(x)$ монотонна на всем отрезке $[0,l]$ и, так как на концах есть условие закрепления (1), то она должна быть нулем. Если же v' меняет знак, то для некоторой точки ξ мы должны иметь $v'(x) \ge 0$ при $x < \xi$, $v'(x) \le 0$ при $x > \xi$, причем, $v(0) = v(l) = 0$. Отсюда следует, что $v(x)$ не убывает на $(0, \xi)$, не возрастает на (ξ, l), значит, она неотрицательная в целом на $[0,l]$.

Дальнейшие рассуждения существенно опираются на следующие вспомогательные утверждения.

ЛЕММА 1. Если на отрезке $[a,b]$ справедливы неравенства $u'' \le 0, u'(a) \le 0$, $u(b) \ge 0$, то $u(x) \ge 0$ при всех $x \in [a,b]$.

ЛЕММА 2. Пусть $u'' \le 0$, $u(0) \ge 0$, $u(l) \ge 0$. Тогда $u(x) \ge 0$ для всех $x \in [0,l]$.

Вернемся к доказательству теоремы. Для каждой функции $h_i(x)$ на сегментах ε_i справедливы неравенства

$$h_i'' \le 0 \ , \quad h_i'(a_i + 0) \le 0 \ , \quad h_i(b_i) \ge 0.$$

В силу леммы 1 все функции $h_i(x)$ неотрицательные на любом сегменте ε_i. На каждом сегменте γ_i для функции $u(x)$ имеем

$$u'' \le 0 \ , \quad u(a_i) \ge 0 \ , \ u(0) = 0 \ , \ u(l) = 0.$$

Следовательно, в силу леммы 2 получаем, что функция $u(x)$ неотрицательная на каждом сегменте γ_i.

Список литературы

1. Дифференциальные уравнения на геометрических графах / Ю.В. Покорный, О.М. Пенкин, В.Л. Прядиев и др. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 272с.

УДК 631.542

К ИССЛЕДОВАНИЮ КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ МАНИПУЛЯТОРОВ МАШИН ДЛЯ УДАЛЕНИЯ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

TO THE STUDY KINEMATIC SCHEME OF MANIPULATORS MACHINE TO REMOVE OF UNWANTED VEGETATION

Платонова М.А.[1], к.т.н., ст. преп.
Драпалюк М.В.[2], д.т.н., проф.
Платонов А.А.[1], к.т.н., доц.
[1]ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет путей сообщения» (Воронежский филиал)
[2]ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф.Морозова»
г. Воронеж, Россия
paa7@rambler.ru
DOI: 10.12737/15982

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы анализа кинематических схем манипуляторов машин, используемых при удалении нежелательной древесно-кустарниковой растительности с полосы отвода железных дорог.

Summary: The article considers issues the analysis of kinematic schemes of manipulators of machines used in the removal of unwanted trees and shrubs with a strip of tap of railways.

Ключевые слова: нежелательная растительность, кинематическая схема, манипулятор

Keywords: unwanted vegetation, kinematic scheme, manipulator.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 15-38-50524 мол_нр.

В настоящее время одной из задач, решаемых структурными подразделениями ОАО «РЖД» для повышения безопасности перевозочного процесса, является защита железнодорожного пути и других объектов производственной инфраструктуры железных дорог общего пользования от нежелательной древесно-кустарниковой растительности (НДКР).

К настоящему времени разработано несколько методов управления ростом НДКР [2]. Одним из широко распространённых методов является механический метод удаления НДКР при помощи машин, снабжённых различного рода режущими головками, управляемых манипуляторами. В общем случае машина, снабжённая манипулятором, способна технически просто и технологически выгодно заменить всю номенклатуру используемых при удалении нежелательной растительности с полосы отвода железных дорог разнотипных механизмов, снизить уровень ручного труда и уровень производственного травматизма, унифицировать ремонтную базу, повысить производительность и рентабельность производства.

Одним из подходов при проектировании систем управления непосредственно процессом удаления нежелательной растительности связан с рассмотрением манипуляторной системы «стрела – рукоять – рабочее оборудование» как манипулятора робота [1]. Такой подход оправлен тем, что существует целый ряд параллелей между «классическими» роботами и современными манипуляторными машинами. Однако при этом необходимо учитывать целый ряд принципиальных различий. В частности, машина для удаления нежелательной растительности с полосы отвода железных дорог (в том числе, с непосредственно с железнодорожного пути) не зафиксирована жёстко относительно рабочей поверхности, а непосредственно по ней (или рядом с ней) перемещается, активно изменяя её. При этом непостоянные свойства нежелательной растительности (веток и стволов деревьев и кустарников, произрастающих нередко в хаотическом порядке), а также почвы (при использовании мульчерной технологии) делает работу машины для удаления растительности зачастую намного более сложной по сравнению с работой «обычного» робота. Поэтому проблема создания систем управления рабочим процессом таких машин является актуальной.

Одной из задач, позволяющей приблизиться к решению вышеозначенной проблемы, является кинематический анализ существующих манипуляторов машин по удалению нежелательной древесно-кустарниковой растительности с целью дальнейшего аналитического описания изменения с течением времени пространственного положения элементов проектируемого манипулятора. Для этого воспользуемся векторно-матричным методом преобразования координат манипулятора, предложенный Ж. Денавитом и Р.С. Хартенбергом [1]. Этот метод позволяет последовательно преобразовать координаты рабочего

оборудования (например, режущей головки) из связанной с ним системы координат в базовую систему координат.

Принципами образования декартовых систем координат в нижеприведённых схемах манипуляторах являются следующие. С базовой частью транспортной машины, на которой базируется манипулятор с рабочим оборудованием, связывается базовая система декартовых координат (x_0, y_0, z_0), при этом ось z_0 направляется вдоль оси поворота базовой части машины. Каждую последующую i-ю систему координат формируются на основе следующих трёх правил:

1. Ось z_{i-1} направлена вдоль оси i-го сочленения;

2. Ось x_i перпендикулярна оси z_{i-1} и направлена от неё;

3. ось y_i дополняет оси x_i и z_i до правой декартовой системы координат.

Кинематические схемы манипуляторов машин для удаления нежелательной растительности, выполненные с учётом вышеприведённых принципов, представлены на рис. 1. В качестве обобщённых координат θ были приняты углы поворота частей манипулятора, а также их возвратно-поступательные движения.

Анализ кинематических схем используемых при удалении НДКР манипуляторов показывает, что некоторые из них выполнены по традиционной компоновке в шарнирно-сочленённом (рис. 1, а) и комбинированном (рис. 1, б) виде. При этом следует отметить, что в процессе удаления нежелательной растительности поворот базовой части машины относительно вертикальной оси z_0 (координата θ_1) может, в зависимости от кинематической схемы машины, как оставаться постоянным, так и изменяться в соответствии с заданным технологическим процессом. Подобное обстоятельство характерно для всех рассматриваемых в данном исследовании кинематических схем. Последующие в кинематических схемах углы поворота (координаты θ_2, θ_3 и т.д.) также изменяются, при этом введение данных углов в схему было необходимо для того, чтобы координатные оси оказались сонаправлены друг с другом (например, рис. 1а, оси x_2 и x_3).

Компоновка манипулятора по традиционной телескопической схеме (рис. 1, в) с перемещением основной колонны вдоль оси z_0 (координата θ_2) имеет целый ряд разновидностей: например, поворот основной колонны вокруг оси y_1 (координата θ_2, рис. 1, г), вращение корпуса телескопической части вокруг

оси x_2 (координата θ_3, рис. 1, д), поворот основной колонны вокруг оси x_1 (координата θ_2, рис. 1, е).

Полученные кинематические схемы помогут в дальнейшем произвести аналитическое описание изменений с течением времени пространственного положения элементов данных манипуляторов (в том числе, их рабочих органов) для обоснования рабочей зоны машины по удалению нежелательной растительности с полосы отвода железных дорог.

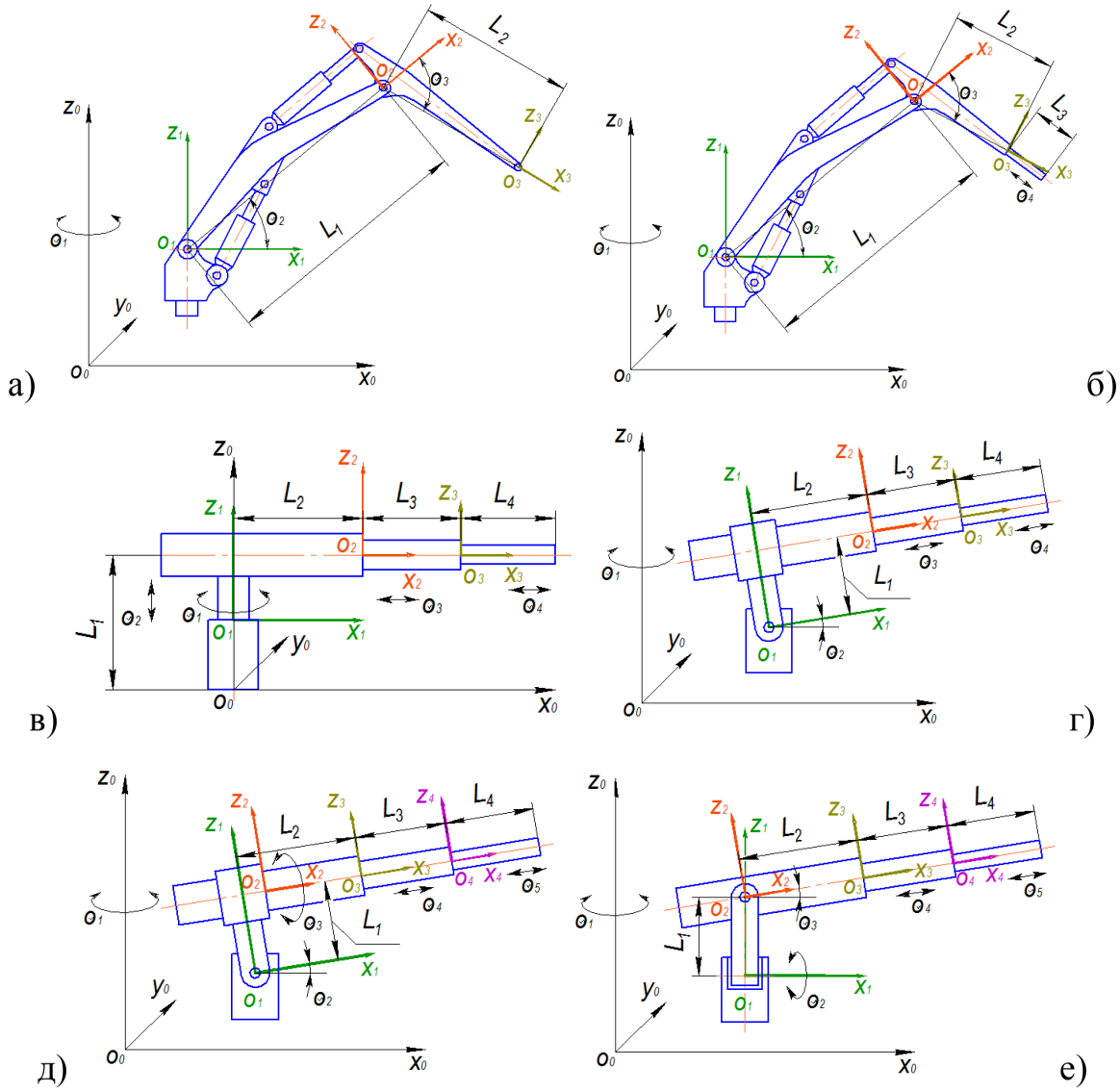


Рисунок 1 – Кинематические схемы манипуляторов машин для удаления нежелательной растительности

Список литературы

1. Гурко, А.Г. Математическая модель манипулятора экскаватора с обратной лопатой / А.Г. Гурко // Вестник ХНАДУ. – 2011. – вып. 55. – с. 79-89.

2. Платонова, М.А. К вопросу создания перспективных машин по удалению нежелательной древесно-кустарниковой растительности / М.А. Платонова // Современные проблемы и приоритетные направления развития транспорта и транспортной системы: Материалы I Международной научно-практической конференции 18 июня 2015 года, г. Рязань. – Рязань: Рязанский филиал МИИТ, 2015. – с. 332-338.

УДК 519.254

АЛГОРИТМ РЕКУРРЕНТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ АВТОРЕГРЕССИИ МНОГОМЕРНОЙ ЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РАЗНОГО ПОРЯДКА ПРИ НАЛИЧИИ АВТОКОРРЕЛИРОВАННОЙ ПОМЕХИ В ВЫХОДНЫХ СИГНАЛАХ

ALGORITHM OF RECURRENT ESTIMATION OF PARAMETERS OF AUTOREGRESSION OF MULTIDIMENSIONAL LINEAR DYNAMIC SYSTEM OF THE DIFFERENT ORDER IN THE PRESENCE OF THE AUTOCORRELATED NOISES IN OUTPUT SIGNALS

Сандлер И.Л., старший преподаватель
ФГБОУ ВПО «Самарский государственный университет путей сообщения»
г.Самара, Россия
viruskvam@bk.ru

DOI: 10.12737/15983

Аннотация: В статье рассматривается рекуррентный алгоритм моделирования авторегрессии многомерных по входу и выходу разного порядка линейных динамических систем при наличии автокоррелированной помехи в выходном сигнале, на основе стохастически градиентного алгоритма.

Summary: In article the recurrent algorithm of modeling of autoregression multidimensional on an entrance and an exit of a different order of linear dynamic systems in the presence of the autocorrelated noises in an output signal, on the basis of stochastic gradient algorithm is considered.

Ключевые слова: разный порядок, рекуррентное оценивание параметров, авторегрессия, сильно состоятельные оценки, линейная динамическая система, автокорреляция, помехи выходных сигналах.

Keywords: different order, recurrent estimation of parameters, autoregression, strongly well-founded estimates, linear dynamic system, autocorrelation, hindrances output signals.

В данной статье предлагается обобщение разработанного рекуррентного алгоритма оценивания параметров многомерных по входу и выходу разного прядка линейной динамической системы [1,2] на случай нестационарной автокоррелированной помехи.

Рассмотрим многомерную динамическую систему с дискретным временем, которая описывается следующим уравнением:

$$z_i^{(n)} - \sum_{m=1}^{\bar{r}_{nn}} b_0^{(mn)}(n) z_{i-m}^{(n)} = \sum_{\substack{l=1 \\ k \neq n}}^{k} \sum_{m=1}^{\bar{r}_{nl}} b_0^{(ml)}(n) z_{i-m}^{(l)} + \xi_2^{(n)}(i), \qquad (1)$$

$$y_i^{(l)} = z_i^{(l)} + \xi_1^{(l)}(i),$$

где, $n = \overline{1,k}$,

$y_i^{(l)}$, $z_i^{(l)}$ – наблюдаемые и ненаблюдаемые выходные сигналы, $l = \overline{1,k}$;

k – число выходных переменных;

$b_0^{(ml)}(n)$ – параметры линейного разностного уравнения;

$\xi_1^{(l)}(i)$ – помеха наблюдений в l-ом выходном сигнале;

Обозначим

$$\Xi_{\bar{r}_{nk}} = \left(\xi_1^{(n)}(i) \vdots \Xi_{\bar{r}_{nn}}^T(i-1) \vdots \Xi_{\bar{r}_{n1}}^T(i-1) \quad \Xi_{\bar{r}_{nk}}^T(i-1)\right)^T \in R_{\sum_{l=1}^{k} \bar{r}_{nl}+1};$$

Пусть матрица

$$N^{-1} \sum_{i=1}^{N} \Xi_{\bar{r}_{nk}} \Xi_{\bar{r}_{nk}}^T \xrightarrow[N \to \infty]{п.н.} \left(\begin{array}{c|c} \left(\sigma_1^{(n)}\right)^2 & \left(h_{\xi_1}^{(n)}\right) \\ \hline h_{\xi_1}^{(n)T} & \bar{H}_{\xi_1}^{(n)} \end{array}\right),$$

причем $h_{\xi_1}^{(n)} : 1 \times \sum_{l=1}^{k} \bar{r}_{nn}$,; $\bar{H}_{\xi_1}^{(n)} = \left(\begin{array}{c|c|c|c} H_{\xi_1}^{(n)} & 0 & \cdots & 0 \\ \hline 0 & H_{\xi_1}^{(1)} & \cdots & \vdots \\ \hline \vdots & \cdots & \ddots & \\ \hline 0 & \cdots & \cdots & H_{\xi_1}^{(k)} \end{array}\right)$,

причем $H_{\xi_1}^{(l)} = \begin{pmatrix} h_{\xi_1}^{(l)}(0) & \cdots & h_{\xi_1}^{(l)}(r_l - 1) \\ \vdots & & \\ h_{\xi_1}^{(l)}(r_l - 1) & \cdots & h_{\xi_1}^{(l)}(0) \end{pmatrix}$,

$H_{\xi_1}^{(n)} : \sum_{l=1}^{k} \overline{r}_{nl} \times \sum_{l=1}^{k} \overline{r}_{nl}$ - множество вещественных матриц определенного порядка.

Требуется определить оценки неизвестных коэффициентов динамического объекта, описанного уравнением (1) по наблюдаемым последовательностям $\left\{ y_i^{(l)} \right\}$.

Пусть выполняются следующие условия:

1^0. Множество $\tilde{\mathrm{B}}$, которому априорно принадлежат истинные значения параметров устойчивой линейной системы, является компактом.

2^0. Помехи $\{\xi_1^{(l)}(i)\}$, $\{\xi_2^{(n)}(i)\}$ статистически независимые последовательности и стационарные в совокупности в узком смысле с $E\left(\xi_1^{(l)}(i+1) / F_1^{(l)}\right) = 0$, $E\left(\xi_2^{(n)}(i+1) / F_2^{(n)}\right) = 0$, $E\left[\left\{\xi_1^{(l)}(i+1)\right\}^2 / F_1^{(l)}\right] \le W_1^{(l)}(i)$, $E\left[\left\{\xi_2^{(n)}(i+1)\right\}^2 / F_2^{(n)}\right] \le W_2^{(n)}(i)$, где $F_1^{(l)}$, $F_2^{(n)}$ – σ-алгебры индуцированные семействами случайных величин $\left\{\xi_1^{(l)}(i_0), \ldots, \xi_1^{(l)}(i)\right\}$, $\left\{\xi_2^{(n)}(i_0), \ldots, \xi_2^{(n)}(i)\right\}$; $W_1^{(l)}(i)$, $W_2^{(n)}(i)$ – случайные величины $E\left(W_1^{(l)}(i)\right) \le \pi_{\xi_1^{(l)}}$, $E\left(W_2^{(n)}(i)\right) \le \pi_{\xi_2^{(n)}}$ с $l = \overline{1,k}$, где E – оператор математического ожидания. Причем $\left\{\xi_2^{(n)}(i)\right\}$ имеет дробно-рациональную плотность.

3^0.Пусть выполняется условие, что

$$N^{-1} \sum_{i=1}^{N} \xi_1^{(l)}(i) \xi_1^{(l)}(i+m) \xrightarrow[N \to \infty]{} h_{\xi_1}^{(l)}(m) < \infty \text{ п.н.},$$

4^0. Выполняются условие несократимости полиномов

$$B^{(n)}\left(q^{-1}\right) = 1 - \sum_{m=1}^{\overline{r}_{nn}} b_0^{(mn)} \cdot q^{-m},$$

$$\hat{A}^{(l)}\left(q^{-1}\right) = \sum_{m=1}^{\overline{r}_{nl}} b_0^{(ml)} \cdot q^{-m},$$

где, q^{-1} – оператор сдвига назад, $q^{-1} y_i = y_{i-1}$

5^0 Априорно известно отношение $\gamma^{(n)} = \sigma_{\xi_2}^{(n)}(0) \Big/ \sigma_{\xi_1}^{(n)}(0)$

Требуется рекуррентно определить оценки неизвестных коэффициентов динамической системы, описываемых уравнением (1) по наблюдаемым последовательностям $\left\{y_i^{(l)}\right\}$.

В [3] показано, что оценки будут сильно состоятельные при следующем критерии:

$$\min_{\left(\frac{b(n)}{a(n)}\right)\in\tilde{B}} \frac{\lim\limits_{i\to\infty} E\left(y_i^{(n)} - \left(b(n)\right)^T \left(Y_{\bar{r}_{nk}}(i-1)\right)\right)^2}{1+\gamma^{(n)} + b(n)\dfrac{\bar{H}_{\xi_1}^{(n)}}{\left(\sigma_1^{(n)}\right)^2}(n)b(n)^T - 2\dfrac{h_{\xi_1}(n)}{\left(\sigma_1^{(n)}\right)^2}b(n)} \qquad (2)$$

где,

$$b(n) = \left(\left(b^{(n)}(n)\right)^T \vdots \ldots \vdots \left(b^{(k)}(n)\right)^T\right)^T,$$

$$b^{(l)}(n) = \left(b^{(1l)}(n),\ldots,b^{(\bar{r}_{nl}l)}(n)\right)^T,$$

$$Y_{\bar{r}_{nk}}(i-1) = \left(y_{\bar{r}_{nn}}^{(n)T} \vdots \ldots \vdots y_{\bar{r}_{nk}}^{(k)T}\right)^T,$$

$$y_{\bar{r}_{nl}}^{(l)}(i) = \left(y_{i-1}^{(l)},\ldots y_{i-\bar{r}_{nl}}^{(l)}\right)^T,$$

Тогда оценки неизвестного вектора параметров $\begin{pmatrix}\hat{b}_i(n)\\ \hat{a}_i(n)\end{pmatrix}$ можно получить с помощью стохастически градиентного алгоритма:

$$\left|\hat{b}_{i+1}(n)\right| = \left|\hat{b}_i(n)\right| - \alpha_i \nabla_{|b(n)|}\left[\frac{\left(y_{i+1}^{(n)} - \left|\hat{b}_i(n)\right|^T \left|Y_{\bar{r}_{nk}}(i+1)\right|\right)^2}{\omega\left(\hat{b}_i(n)\right)}\right], \qquad (3)$$

где, $\omega\left(\hat{b}_i(n)\right) = 1+\gamma^{(n)} + b(n)\dfrac{\bar{H}_{\xi_1}^{(n)}}{\left(\sigma_1^{(n)}\right)^2}(n)b(n)^T - 2\dfrac{h_{\xi_1}(n)}{\left(\sigma_1^{(n)}\right)^2}b(n)$

α_i – последовательность, для которой выполняется условия.

6^0. $\sum\limits_{i=0}^{\infty}\alpha_i = \infty$, $\alpha_i \geq \alpha_{i+1}$, и $\sum\limits_{i=0}^{\infty}\alpha_i^t < \infty$ при $t > 1$

7^0. $\sum_{i=1}^{\infty} \alpha_i \xi_1^{(l)}(i) < \infty$, п.н.

Тогда оценки определяемые алгоритмом (3) динамической системы описываемая уравнением (1) при выполнении предположения $1^0 - 7^0$ либо $\left|\hat{b}_i(n)\right| \xrightarrow[i\to\infty]{} \left|b_0(n)\right|$ п.н, либо $\left|\hat{b}_i(n)\right| \xrightarrow[i\to\infty]{} \infty$.

Список литературы

1. Кацюба О.А., Сандлер И.Л. Рекуррентное оценивание параметров многомерных по входу и выходу разного порядка линейных динамических систем с помехами во входных и выходных сигналах методом стохастической аппроксимации// Системы управления и информационные технологии, №3.1(53), 2013. – С. 164-167

2. Сандлер И.Л. Рекуррентное оценивание параметров авторегрессии многомерных по входу и выходу разного порядка линейных динамических систем с помехой в выходных сигналах методом стохастической аппроксимации// Системы управления и информационные технологии, №1(47), 2012. – С. 31-35

3.Кацюба О.А. Козлов Е.В. Оценивание параметров многосвязной линейной динамической системы разного порядка при наличии автокоррелированных помех во входных и выходных сигналах. // Системы управления и информационные технологии, №3.1(45), Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет» 2011. – С. 151-154.

2. Деревицкий Д.П., Фрадков А.Л. Прикладная теория дискретных адаптивных систем управления. – М.: Наука, 1991. -215 с.

3. Chen H.F. Stochastic Approximation and Its Applications. Dordrecht: Kluwer, 2002. 357pp.

4. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. – М.: Наука, 1966. – 575 с.

5. Невельсон М.Б., Хасьминский Р.З. Стохастическая аппроксимация и рекуррентное оценивание. – М.: Наука, 1972. – 304 с

6. Chen H.F. A Unified Approach to Recursive System Identification/ In: Procc. 17th IFAC Symposium on System Identification, Sait-Malo, France / World Congress, 17(Part 1), 2009. pp.420-425.

УДК 519.254

ТЕСТИРОВАНИЕ РЕКУРРЕНТНОГО АЛГОРИТМА ОЦЕНИВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ МНОГОМЕРНОЙ ЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ПОМЕХАМИ

TESTING OF RECURRENT ALGORITHM OF ESTIMATION OF PARAMETERS OF MULTIDIMENSIONAL LINEAR DYNAMIC SYSTEM WITH NOISES

Сандлер И.Л., старший преподаватель
ФГБОУ ВПО «Самарский государственный университет путей сообщения»
г.Самара, Россия
viruskvam@bk.ru

DOI: 10.12737/15984

Аннотация: В данной работе рассматривается тестирование полученного рекуррентного алгоритма оценивания параметров многомерных стохастических линейных динамических систем разного порядка при наличии помех наблюдений во входных и выходных сигналах. Для анализа полученных результатов разработанный алгоритм сравнивается рекуррентным методом наименьших квадратов. Полученные результаты подтверждают эффективность работы разработанного алгоритма.

Summary: In this work testing of the received recurrent algorithm of estimation of parameters of multidimensional stochastic linear dynamic systems of a different order in the presence of hindrances of supervision in entrance and output signals is considered. For the analysis of the received results the developed algorithm is compared by a recurrent method of the smallest squares. The received results confirm overall performance of the developed algorithm.

Ключевые слова: разный порядок, рекуррентное оценивание параметров, сильно состоятельные оценки, линейная динамическая система, помехи во входных и выходных сигналах стохастическая аппроксимация.

Keywords: a different order, recurrent estimation of parameters, strongly well-founded estimates, linear dynamic system, hindrances in entrance and output signals stochastic approximation.

Для оценки эффективности работы полученного рекуррентного алгоритма оценивания параметров многомерных стохастических линейных динамических систем разного порядка при наличии помех наблюдений во входных и выходных сигналах [1] произведено тестирование, для сравнения

полученных данных реализован рекуррентный метод наименьших квадратов. При получении рекуррентного алгоритма рассматривалась многомерная динамическая система с дискретным временем, которая описывается следующим уравнением:

$$z_i^{(n)} - \sum_{m=1}^{\bar{r}_{nn}} b_0^{(mn)}(n) z_{i-m}^{(n)} = \sum_{\substack{l=1 \\ k \neq n}}^{k} \sum_{m=1}^{\bar{r}_{nl}} b_0^{(ml)}(n) z_{i-m}^{(l)} + \sum_{j=1}^{d} \sum_{m=0}^{r_{nj}} a_0^{(mj)}(n) x_{i-m}^{(j)}, \qquad (1)$$

$$y_i^{(l)} = z_i^{(l)} + \xi_1^{(l)}(i),\ w_i^{(j)} = x_i^{(j)} + \xi_2^{(j)}(i),$$

где, $n = \overline{1,k}$; $y_i^{(l)}$, $z_i^{(l)}$ – наблюдаемые и ненаблюдаемые выходные сигналы, $l = \overline{1,k}$; k – число выходных переменных; $b_0^{(ml)}(n), a_0^{(mj)}(n)$ – параметры линейного разностного уравнения; $w_i^{(j)}$, $x_i^{(j)}$ – наблюдаемые и ненаблюдаемые входные сигналы, $j = \overline{1,d}$; d – число входных переменных; $\xi_1^{(l)}(i)$ – помеха наблюдений в l-ом выходном сигнале; $\xi_2^{(j)}(i)$ – помеха наблюдений в j-ом входном сигнале.

Для получения оценок параметров применялся критерий:

$$\min_{\left(\frac{b(n)}{a(n)}\right) \in \tilde{B}} \frac{\lim\limits_{i \to D} E\left[y_i^{(n)} - \left(\frac{b(n)}{a(n)}\right)^T \left(\frac{Y_{\bar{r}_{nk}}(i-1)}{W_{r_{nd}}(i)} \right) \right]^2}{\sigma_n^2 + b(n) D_1(n) b^T(n) + a(n) D_2(n) a^T(n)} \qquad (2)$$

Оценки неизвестного вектора параметров $\begin{pmatrix} \hat{b}_i(n) \\ \hat{a}_i(n) \end{pmatrix}$ определяли с помощью стохастически градиентного алгоритма:

$$\begin{vmatrix} \hat{b}_{i+1}(n) \\ \hat{a}_{i+1}(n) \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \hat{b}_i(n) \\ \hat{a}_i(n) \end{vmatrix} - \alpha_i \nabla_{\left(\frac{b(n)}{a(n)}\right)} \left[\frac{\left(y_{i+1}^{(n)} - \left| \hat{b}_i(n) \right|^T \left| \frac{Y_{\bar{r}_{nk}}(i+1)}{W_{r_{nd}}(i+1)} \right| \right)^2}{\omega\left(\hat{b}_i(n), \hat{a}_i(n) \right)} \right], \qquad (3)$$

где, $\omega\left(\hat{b}_i(n), \hat{a}_i(n) \right) = \sigma_n^2 + b_i(n) D_1(n) b_i^T(n) + a_i(n) D_2(n) a_i^T(n)$, α_i – последовательность, для которой выполняется условие $\sum_{i=0}^{\infty} \alpha_i = \infty, \sum_{i=0}^{\infty} \alpha_i^t < \infty$, при $t > 1$

Рекуррентный алгоритм оценивания параметров многомерной по входу и выходу разного порядка линейной динамической системы с помехами (3) был реализован в пакете математического моделирования MatLab [7,8] и для проверки эффективности оценивания алгоритма (3) [1] был реализован рекуррентный метод наименьших квадратов. В модельном примере многомерная по входу и выходу линейная динамическая система разного порядка описывалась следующими уравнениями:

$$z_i^{(1)} = 1.2z_{i-1}^{(1)} - 0.7z_{i-2}^{(1)} - 0.3z_{i-1}^{(2)} + 1.2z_{i-2}^{(2)} + x_i^{(1)} + 0.6x_{i-1}^{(1)} - 0.3x_{i-2}^{(1)} - 0.4x_{i-3}^{(1)} + x_i^{(2)} + 0.4x_{i-1}^{(2)}$$

$$z_i^{(2)} = 0.5z_{i-1}^{(1)} - 0.7z_{i-2}^{(1)} - 0.7z_{i-1}^{(2)} + x_i^{(1)} + 0.6x_{i-1}^{(1)} + 0.2x_{i-3}^{(1)} + x_i^{(2)} + 0.4x_{i-1}^{(2)}$$

$$y_i^{(l)} = z_i^{(l)} + \xi_1^{(l)}(i), \quad w_i^{(j)} = x_i^{(j)} + \xi_2^{(j)}(i),$$

На j-тый вход подавался сигнал

$$x_i^{(j)} - 0.5x_{i-3}^{(j)} = \zeta_i^{(j)} - 0.5\zeta_{i-2}^{(j)} + 0.3\zeta_{i-3}^{(j)} + 0.2\zeta_{i-4}^{(j)}$$

где $\zeta_i^{(j)}$ – белый шум.

Помехи во входных и выходных сигналах моделируются в виде белого шума, с использованием команды *normrnd* матричной лаборатории Matlab.

Начальные значения параметров линейной динамической системы равны нулю. Отношение “сигнал-помеха” на выходе и выходе составляет 0.5. На рис.1, 2 представлены графики погрешности оценок параметров для первого и второго выходов, определяемые по формуле:

$$\delta\theta_i(n) = \sqrt{\left\| \left(\frac{\hat{b}_i(n)}{\hat{a}_i(n)}\right) - \left(\frac{b_0(n)}{a_0(n)}\right) \right\|^2 \Big/ \left\| \left(\frac{b_0(n)}{a_0(n)}\right) \right\|^2} \cdot 100\%$$

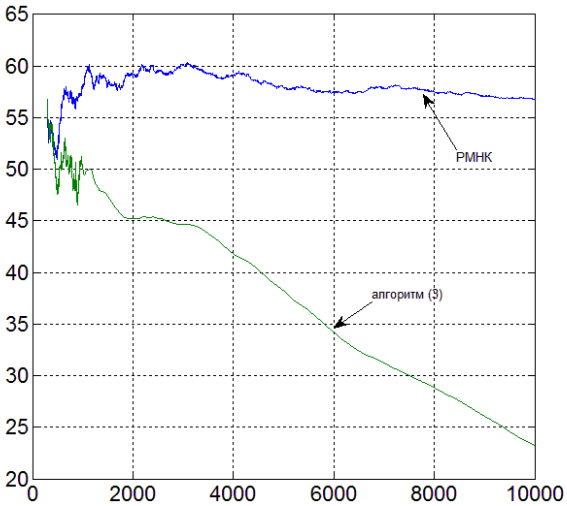


Рис.1. Графики относительных погрешностей определения параметров для первого выхода: 1 – Рекуррентный метод наименьших квадратов; 2 –Алгоритм (3) определения оценок.

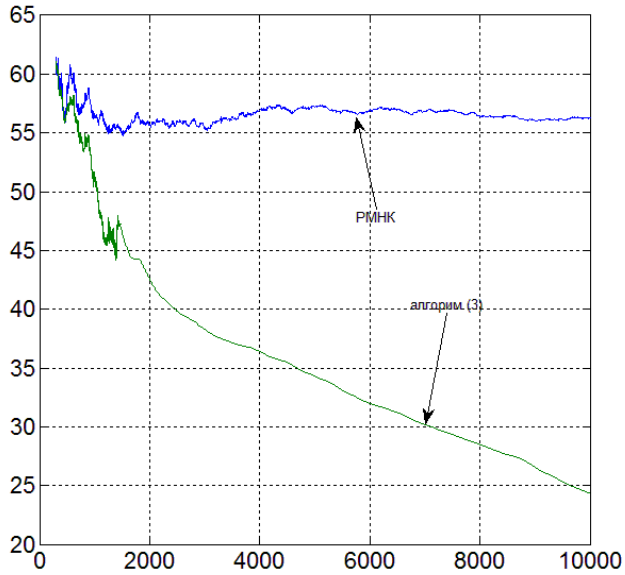


Рис.2. Графики относительных погрешностей определения параметров для второго выхода: 1 – Рекуррентный метод наименьших квадратов; 2 – Алгоритм (3) определения оценок.

Проанализировав полученные графики (рис.1,2), можно сделать вывод, что алгоритм (3) моделирования многомерных по входу и выходу разного порядка линейных динамических систем при наличии помех во входных и выходных сигналах дает точные оценки параметров, в сравнении с рекуррентным методом наименьших квадратов. Полученные результаты подтверждают эффективность работы алгоритма (3).

Список литературы

1. Кацюба О.А. Сандлер И.Л. Рекуррентное оценивание параметров многомерных по входу и выходу разного порядка линейных динамических систем с помехами во входных и выходных сигналах методом стохастической аппроксимации.//Научно-технический журнал: «Системы управления и информационные технологии».: Москва- Воронеж, издательство: «Научная книга», 2012 №1(47) . с. 31-34

2. Деревицкий Д.П., Фрадков А.Л. Прикладная теория дискретных адаптивных систем управления. – М.: Наука, 1991. -215 с.

3. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. – М.: Наука, 1966. – 575 с.

4. Невельсон М.Б., Хасьминский Р.З. Стохастическая аппроксимация и рекуррентное оценивание. – М.: Наука, 1972. – 304 с

5. Chen H.F. Stochastic Approximation and Its Applications. Dordrecht: Kluwer, 2002. 357pp.

6. Chen H.F. A Unified Approach to Recursive System Identification/ In: Procc. 17th IFAC Symposium on System Identification, Sait-Malo, France / World Congress, 17(Part 1), 2009. pp.420-425.

7. Сандлер И.Л. Рекуррентное оценивание параметров многомерных по входу и выходу разного порядка линейных динамических систем с помехами во входных и выходных сигналах. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2012615960. Дата регистрации 29.06.2012.

8. Сандлер И.Л. Рекуррентный алгоритм оценивания параметров многомерных линейных динамических систем разного порядка со стационарными белошумными помехами. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013619621. Дата регистрации 11.10.2013.

УДК 656.7.025

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В ТЕХНОЛОГИЯХ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

ON THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN TECHNOLOGIES OF FORESTRY

Стариков А.В., д.т.н., профессор,
Малышев В.В., к.с-х.н., доцент, **Батурин К.В.,** аспирант
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»
г. Воронеж, Россия
Dialog810@ya.ru

DOI: 10.12737/15986

Аннотация: Для эффективного ведения лесного хозяйства необходимо оперативно получать достоверную информацию о состоянии лесных насаждений, подвергающихся воздействию различных факторов (лесные пожары, поражения вредителями и др.), а также уничтожению незаконными рубками. Помимо этого, требуется систематически осуществлять мониторинг лесов для получения информации о качественных и количественных характеристиках лесного фонда.

Summary: For effective forest management need to receive accurate information about the state of the forest stands exposed to various factors (forest

fires, pests and defeat al.), as well as the elimination of illegal logging. In addition, the need to systematically monitor the forest for information on the qualitative and quantitative characteristics of forest resources.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, мониторинг, лесные насаждения, лесное хозяйство.

Keywords: unmanned aerial vehicles, monitoring, forest plantation, forestry.

Россия обладает 25 % мирового запаса лесных ресурсов, которые требуют постоянных мероприятий по охране, защите и воспроизводству. Проведение данных мероприятий невозможно без использования средств малой авиации или космических спутников. К лесоавиационным работам относятся: авиационная охрана (патрулирование) лесов от пожаров и тушение их с применением авиации, аэрофотосъемка лесов, аэротаксация лесов, лесопатологическое обследование, авиахимические работы по борьбе с вредителями лесов, нежелательной древесно-кустарниковой растительностью, аэросев леса и авиаобслуживание лесной промышленности, лесозаготовок и лесосплава.

В настоящее время одной из актуальных задач эффективного ведения лесного хозяйства является применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для вышеперечисленных работ [1, 2].

Применение БПЛА для борьбы с лесными пожарами позволит решить следующие задачи:

1. Использование БПЛА в качестве географически привязанного воздушного пункта наблюдения для обнаружения пожаров в районах возникновения высокой пожарной опасности лесов, прежде всего в целях защиты населенных пунктов.
2. Патрулирование локальных площадных (сельскохозяйственных угодий, участков ценных насаждений, молодняков, мест массового посещения людьми и т. п.) или линейных объектов (ЛЭП, железных дорог, автомагистралей и т.п.).
3. Осмотр действующих пожаров в чрезвычайные периоды, когда применение классической авиации невозможно из-за задымленности района.
4. Мониторинг состояния торфяных пожаров.
5. Информационная поддержка оперативных штабов по тушению крупных лесных пожаров, в том числе в сложных и чрезвычайных условиях.

Существующая в настоящее время проблема оперативного лесопатологического мониторинга заключается в том, что необходимо периодически осматривать несколько десятков участков, расположенных в удаленных труднодоступных районах региона с целью своевременного выявления отрицательных лесопатологических тенденций. Организация работы наземных команд для осмотра контрольных участков требует больших затрат. Применение БПЛА для решения задач планового лесопатологического мониторинга позволит:

1. Заблаговременно выявлять районы с негативными лесопатологическими тенденциями.
2. Снизить затраты на проведение планового мониторинга состояния лесов.
3. Способствовать адресному использованию ресурсов служб по защите леса.
4. Предотвратить возможный ущерб за счет своевременности реализации лесозащитных мероприятий.

Накопленный отечественный опыт показал незначительную эффективность использования аэрокосмических снимков дистанционного зондирования Земли по борьбе с незаконной заготовкой древесины. Недостатками такого подхода является недостаточная разрешающая способность получаемых снимков, контроль за незначительной зоной лесного фонда, необходимость получения предварительной информации о фактах и координатах мест незаконной деятельности. По нашему мнению, решение проблемы мониторинга незаконной заготовки древесины может быть выполнено при помощи использования БПЛА, способных не только фиксировать факт незаконной рубки, но и наводить оперативные группы на нелегальные лесосеки.

Полеты по обеспечению противодействия незаконной хозяйственной деятельности выполняются на высоте 600…800 м. В качестве патрульных карт используются топографические карты масштаба 1:100000–1:200000 или их копии. На карту наносятся действующие лесосеки, переданные в аренду участки лесного фонда. В процессе полета, после взлета и набора высоты, оператор путем просмотра видеоизображения, передаваемого с БПЛА в режиме реального времени ведет наблюдение за пролетаемой местностью. При этом видеокамеру БПЛА следует устанавливать таким образом, чтобы

обеспечивался обзор пролетаемой местности с частичной видимостью горизонта.

При осмотре территории обращается внимание на характерные изменения в ландшафте насаждений: изменение полноты древостоя; изменение цвета насаждения; наличие проезжих дорог в лесных массивах; районы вырубок прошлых лет; поляны в лесу [3].

Имеющийся опыт показал, что применение БПЛА для патрулирования лесного фонда является одной самых сложных задач с технической точки зрения. Ограничение радиуса эффективных действий БПЛА по дальности прямого радиоканала не позволяет использовать БПЛА малых классов для патрулирования территорий лесного более 200 тысяч гектаров, среднее качество оптических каналов БПЛА малых классов снижает радиус обзора камер до 10 км [4]. Решением этой задач может являться БПЛА с радиусом действия от 50 до 150 км и специализированной целевой нагрузкой, обладающей следующими характеристиками:

1. Оптические системы высокого разрешения с дальностью обнаружения дымовой колонки пожара размерами 0,1 га.
2. Наличие инфракрасного канала обнаружения пожара.
3. Наличие системы передачи цифровых данных с высокой пропускной способностью.
4. Ретрансляция сигналов УКВ-связи по направлению пожар-пожар, пожар-авиаотделение, пожар-лесничество;
5. Системы автоматического обнаружения (без участия оператора) и идентификации загораний.
6. Наличие систем предотвращения столкновения в воздушном пространстве.

Таким образом, направление развития БПЛА для решения задач лесного хозяйства идет от «универсальности» в сторону «специализации» беспилотных аппаратов и самих комплексов на «унифицированных» платформах управления, т.е. комплексы, в перспективе, будут создаваться исключительно под целевые требования заказчика. При этом «унификация» платформы управления позволят формировать один комплекс с набором аппаратов разного класса и типа.

Список литературы

1. Портал Woodbusiness.ru – интернет-журнал лесопромышленного комплекса [Электронный ресурс] / компания Woodbusiness.ru. – СПб., 2013. – Режим доступа: http://woodbu-siness.ru.

2. Форумы лесной отрасли: forums.wod.ru – портал лесной отрасли [Электронный ресурс] / учеб. Центр «Альдема». – Иркутск, 2013. – Режим доступа: http://info@wood.ru.

3. Коршунов Н.А., Котельников Р.В. Борьба с лесными пожарами: проблема информационного обеспечения авиасредствами и ее решение [Текст] / Н.А. Коршунов, Р.В. Котельников // Пожарная безопасность. – 2008. – №1. – С. 125-129.

4. Никифоров А.А. Применение беспилотных летательных аппаратов для инвентаризации, картирования и управления объектами садово-паркового хозяйства [Текст] / А.А. Никифоров // Леса России в XXI веке: матер. Первой Международной науч.-практ. интернет-конф. – 2009. – №1. – С.248-251.

УДК 630

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К АВТОМАТИЗИРОВАННОМУ УЧЁТУ ЗАГОТОВЛЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ, ОТРАЖЁННЫЕ В ЛЕСНОМ КОДЕКСЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

MODERN REQUIREMENTS TO AUTOMATED ACCOUNTING OF HARVESTED WOOD IS REFLECTED IN THE FOREST CODE OF THE RUSSIAN FEDERATION

Стариков А.В., д.т.н., профессор,
Малышев В.В., к.с-х.н., доцент, **Батурин К.В.,** аспирант
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»
г. Воронеж, Россия
Dialog810@ya.ru
DOI: 10.12737/15987

Аннотация: В работе рассмотрены изменения законодательства Российской Федерации, связанные с учётом заготовленной древесины. Наиболее значимым среди них является включение в Лесной кодекс РФ

требований к сортиментации и учёту круглых лесоматериалов, которые предусмотрены Федеральным законом от 28 декабря 2013 года № 415-ФЗ по учёту древесины и сделок с ней.

Summary: The paper discusses the changes in the legislation of the Russian Federation related to the view of harvested wood. The most significant of these changes is the establishment of the Forest Code of the Russian Federation requirements wood grading and accounting of harvested wood that provided by federal law from December 28, 2013 № 415-DL on the timber accounting and transactions with it.

Ключевые слова: учёт объема, заготовленная древесина, сортиментация леса, методы учёта, погрешности учёта.

Keywords: keeping the volume-harvested wood, wood grading, accounting methods, accounting errors.

Правовая база по рассматриваемому вопросу кардинально изменилась после принятия Федерального закона «О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях» № 415-ФЗ от 28.12.2013. Краткое рабочее название этого закона: 415-ФЗ – Об учёте древесины и сделок с ней [1].

В течение двадцати лет, с 1993 по 2013 год, Россия была единственной страной в мире с развитым лесопользованием, у которой не было обязательных требований к сортиментации и учёту древесины. Достаточно отметить, что в действующем Лесном кодексе РФ термины сортимент и учёт древесины до принятия 415-ФЗ отсутствовали. Отсутствовали они и в разработанных в соответствии с Кодексом нормативно-правовых актах.

В связи с резким изменением состава сортиментов и требований к ним старые сортиментные таблицы в настоящее время непригодны для решения вопросов обеспечения сортиментами требуемого качества и в требуемом объёме существующих и проектируемых лесоперерабатывающих предприятий. Они должны быть заменены на современные методы моделирования распределения заготовляемой древесины между существующими в районе заготовки потребителями с учётом их требований к сортиментам.

Дополнительные требования, внесённые в Лесной кодекс РФ Федеральным законом 415-ФЗ, предусматривают решение следующих новых задач:

1. Сортиментация лесопользователями заготовленной древесины, т.е. определение сортиментного состава заготовленной и разделение заготовленной древесины по назначениям (сортиментам).

2. Учёт лесопользователями заготовленной древесины до её вывоза из леса с классификацией по видам древесины, утверждённой Постановлением правительства РФ [2].

3. Создание Единой государственной автоматизированной информационной системы учёта древесины и сделок с ней (ЕГАИС УДС), которая должна обеспечивать достижение следующих целей: формирование информации об учёте древесины и сделках с ней, анализ, обработку представленной в ней информации, контроль за достоверностью данной информации.

4. Представление органом государственной власти или органом местного самоуправления в ЕГАИС УДС основных сведений, содержащихся в следующих документах:

- заключённых договорах аренды лесных участков;
- заключённых договорах купли-продажи ленных насаждений;
- заключённых договорах о предоставлении лесных участков в постоянное (бессрочное) пользование;
- принятых от лесопользователей лесных деклараций по договорам аренды лесных участков, принятых от лесопользователей отчётах об использовании лесов с указанием объёмов заготовленной древесины с разделением по сортиментам и породам.

5. Представление юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем, который является участником сделки с древесиной Декларации о сделке с древесиной в ЕГАИС УДС.

6. Проведение юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем поштучной маркировки древесины ценных пород – из дуба, бука, ясеня, поставляемой на экспорт и введение в ЕГАИС УДС сведений о поштучной маркировке.

7. Оформление собственником древесины (или его представителем) специального сопроводительного документа при транспортировке древесины всеми видами транспорта с указанием номера декларации о сделке, если транспортировка проводится для выполнения сделки.

Основным системным противоречием Федерального закона 415-ФЗ, регламентирующего проведение в РФ учёта древесины и сделок с ней, является несоответствие области применения операций связанных с учетом древесины до и после ее вывоза из леса. Правила учёта древесины регламентируют учёт только до вывоза из леса, а сделки с древесиной в основном проводятся после вывоза древесины из леса. Таким образом, требования Правил учёта древесины по 415-ФЗ не распространяются на учёт всех видов древесины после её вывоза из леса.

Для обеспечения сходимости результатов учёта древесины на всех операциях от её заготовки до переработки или экспорта рекомендуется применять установленные Правилами методы учёта древесины: поштучный секционный метод, метод концевых сечений, метод учёта по верхнему диаметру, штабельный метод учёта, весовой метод и метод учёта по числу брёвен в партии.

Для соблюдения норм достоверности учёта необходимо обеспечить, чтобы погрешность определения объёма партии каждым из рабочих методов не превышала ± 3,0% по сравнению с объёмом по опорному методу концевых сечений.

$$\Delta p = \frac{V_p - V_{KC}}{V_{KC}} \cdot 100 \leq |3.0|, \qquad (1)$$

где Δp – погрешность определения объема круглых лесоматериалов рабочим методом, %.

V_p – объем выборки, измеряемый рабочим методом, м^3.

V_{KC} – объем выборки, измеряемый опорным методом концевых сечений, м^3.

Контроль соблюдения требования к допускаемой погрешности измерения объёма круглых лесоматериалов рабочим методом ±3,0% рекомендуется проводить по случайным выборкам, содержащим не менее 500 брёвен, периодичность контроля погрешностей – не реже одного раза в 5 лет. Для вычисления погрешности измерения объёма древесины рабочим методом достаточно в Протоколе выборочного учета заполнить таблицу «Контроль погрешности учёта рабочим методом» и указать наименование проверяемого метода, а так же объём брёвен в выборке по проверяемому рабочему методу.

По результатам выборочного контроля погрешностей учёта рабочим методом проводят их регулирование принятием следующих мер:

1) Контроль погрешности поштучного измерения объёма по таблицам ГОСТ 2708-75. Если погрешность измерения объёма этим методом превышает ±3,0%, то переходят на использование метода верхнего диаметра и среднего сбега с использованием среднего сбега для сортимента, установленного при выборочном измерении погрешности.

2) Контроль погрешности поштучного измерения объёма методом верхнего диаметра и среднего сбега. Если погрешность измерения объёма этим методом превышает ±3,0%, то проводят корректировку среднего сбега для сортимента использованием значения, установленного при выборочном измерении погрешности.

3) Контроль погрешности измерения объёма штабельным методом. Если погрешность измерения объёма этим методом превышает ±3,0%, то проводят корректировку базового значения коэффициента полнодревесности штабелей сортимента использованием значения, установленного при выборочном измерении погрешности.

Список литературы

1. Федеральный закон Российской Федерации № 415-ФЗ «О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях», 28.12.2013. – 45с.

2. Постановление Правительства Российской Федерации № 1525 «Об утверждении Правил учета древесины», 26.12.2014.

УДК 004.09:684.4

МЕТОД КОНТРОЛИРУЕМОГО ДОСТУПА К ПАРАМЕТРАМ ПРОТОТИПНОЙ МОДЕЛИ МЕБЕЛЬНОГО ИЗДЕЛИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОЦЕДУРЫ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ

THE METHOD OF CONTROLLED ACCESS TO PARAMETERS OF PROTOTYPE MODEL OF CABINET FURNITURE DURING THE EXECUTION OF THE RESTRUCTURING PROCEDURE

Старикова А.А., к.т.н., преподаватель
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»
г. Воронеж, Россия
starlet.vrn@gmail.com
DOI: 10.12737/15988

Аннотация: Описан метод контролируемого доступа к параметрам прототипной модели изделия корпусной мебели, применяемый на стадии реинжиниринга. Приведена укрупнённая структурная схема алгоритма, реализующего автоматическое обновление значений связанных параметров.

Summary: The method of controlled access to parameters of prototype model of cabinet furniture, which is used on reengineering stage, is described. The enlarged block diagram of algorithm implemented automated updating of values of connected parameters is introduced.

Ключевые слова: прототипная модель изделия, реинжиниринг прототипной модели, процедура реструктуризации прототипной модели, метод контролируемого доступа к параметрам прототипной модели.

Keywords: prototype model of cabinet furniture, the reengineering of prototype model, the procedure of restructuring of prototype model, the method of controlled access to parameters of prototype model.

В условиях позаказного промышленного производства корпусной мебели процесс проектирования изделий разделяется на две стадии – инжиниринг и реинжиниринг. На стадии инжиниринга формируется прототипная модель мебельного изделия. В ходе реинжиниринга выполняется процедура реструктуризации прототипной модели изделия, предназначенная для изменения значений параметров модели с целью удовлетворения индивидуальных требований заказчика, предъявляемых к конкретному мебельному изделию [1].

При выполнении процедуры реструктуризации может использоваться разработанный автором метод контролируемого доступа к параметрам прототипной модели изделия корпусной мебели, обеспечивающий механизм контроля выполнения комплекса конструкторско-технологических требований и ограничений (КТТО) для изделий на стадии реинжиниринга [2].

На стадии инжиниринга для каждого мебельного элемента модели изделия, определяются ограничения на действия с ним, показывающие, возможно ли изменение или удаление данного элемента (например, включение возможности удаления для съёмных полок шкафа).

Для каждого параметра мебельного элемента также определяются:

- ограничения, в частности отключение возможности редактирования значений для неизменяемых параметров;
- связи с другими параметрами.

Связи между параметрами могут быть могут быть представлены некоторой аналитической функциональной зависимостью

$$P_{k,i} = f(P_{l,j_1}, P_{m,j_2}, ..., P_{q,j_n}), \quad (1)$$

где $P_{k,i}$ – i-й параметр k-го элемента; P_{l,j_1} – j_1-й параметр l-го элемента и т.д. Если при этом существует функциональная зависимость

$$P_{l,j_1} = g(P_{k,i}, P_{m,j_2}, ..., P_{q,j_n}), \quad (2)$$

то параметры $P_{k,i}$ и P_{l,j_1} являются взаимосвязанными, т.е. изменение значения $P_{k,i}$ приводит к изменению значения P_{l,j_1} и наоборот.

Пример функциональной зависимости длины съёмной полки шкафа от ширины и толщины его боковых стенок можно записать в следующем виде:

$$L_{sh} = W_t - (T_{swl} + T_{swr}) - \delta, \quad (3)$$

где L_{sh} – длина полки (мм); W_t – ширина стола (мм); T_{swl} – толщина левой боковой стенки (мм); T_{swr} – толщина правой боковой стенки стола (мм), δ – двухсторонний зазор между полкой и боковыми стенками, обычно равный 2 мм.

На стадии реинжиниринга при изменении значений параметров мебельных элементов в ходе выполнения процедуры реструктуризации осуществляется проверка допустимости каждого такого изменения.

Значение параметра можно изменить, если выполняется одно из следующих условий:

1) изменяемый параметр является полностью независимым, т.е. не существует каких-либо функциональных зависимостей, связывающих его с другими параметрами;

2) изменяемый параметр независим от других параметров, т.е. является аргументом во всех функциональных зависимостях, где он встречается;

3) изменяемый параметр является взаимосвязанным с другими параметрами элементов мебельного изделия, т.е. при наличии функциональной зависимости $P_{k,i} = f(P_{l,j}, ...)$ должна также существовать зависимость $P_{l,j} = g(P_{k,i}, ...)$.

Во всех других случаях изменение параметра для элемента изделия не допускается.

Для проверки возможности изменения параметра $P_{k,i}$ необходимо отыскать все функциональные зависимости параметров в модели изделия, где этот параметр является зависимой величиной, т.е. представляется некоторой функцией $P_{k,i} = f(P_{l,j})$. Если такие функциональные зависимости не найдены, значение данного параметра может быть изменено. Иначе требуется отыскать обратную связь между параметрами, т.е. функцию вида $P_{l,j} = g(P_{k,i})$. Если обратная связь не найдена, «ручное» изменение параметра невозможно. В этом случае значение параметра $P_{k,i}$ будет изменено автоматически при изменении параметра $P_{l,j}$ в соответствии с формулой функциональной параметрической связи.

Если же изменение значения параметра $P_{k,i}$ возможно, то после его изменения выполняется автоматическое обновление значений всех связанных с ним параметров согласно заданным в модели изделия функциональным параметрическим связям.

Помимо функциональных зависимостей между значениями связанных параметров в модели мебельного изделия могут задаваться ограничения на значения связанного ($P_{l,j} < f(P_{k,i}, ...)$) или изменяемого параметра ($P_{k,i} < c$, где c – некоторая константа).

Укрупненная структурная схема алгоритма автоматического обновления значений связанных параметров приведена на рисунке 1.

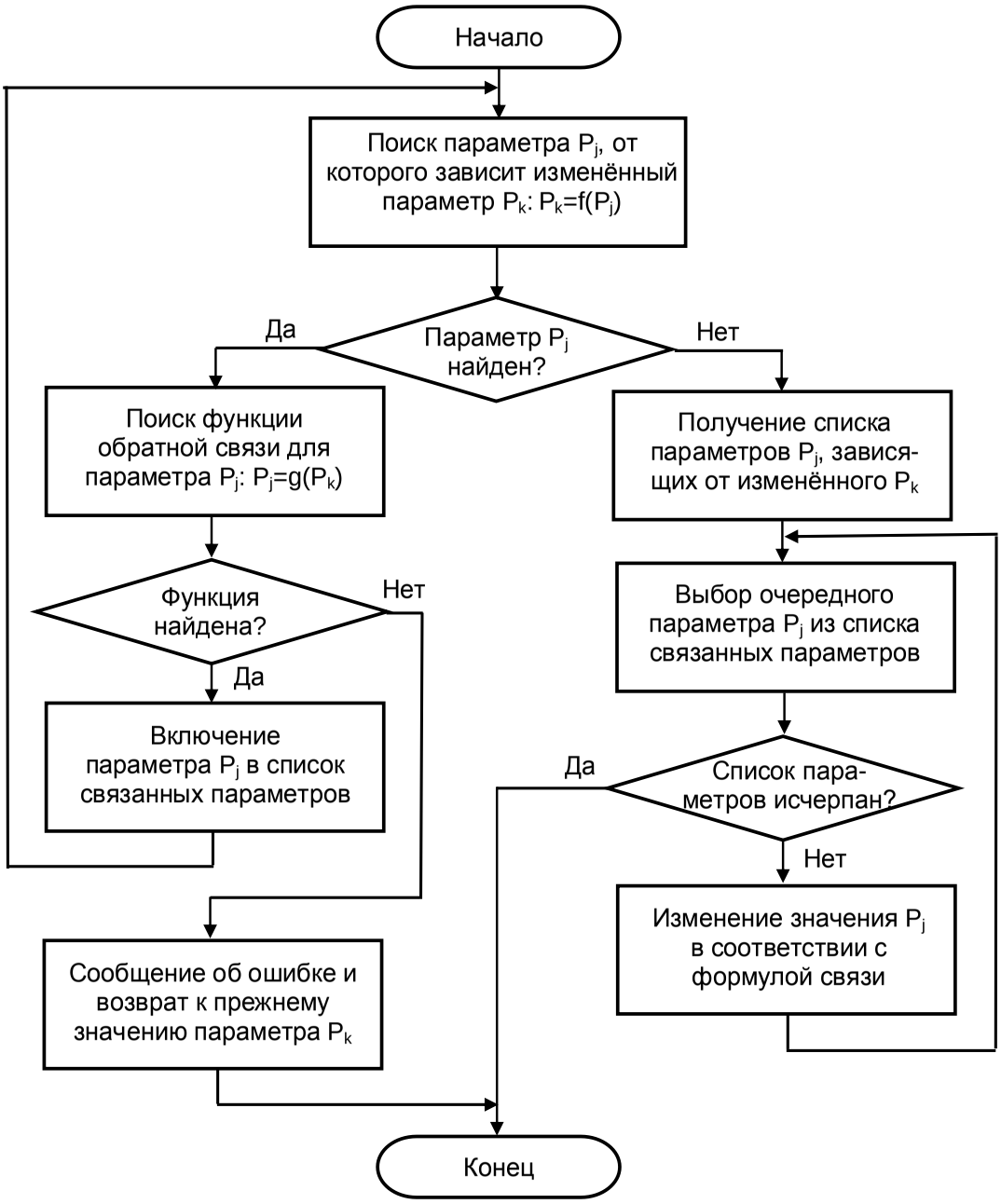


Рис. 1 – Укрупненная структурная схема алгоритма автоматического обновления значений связанных параметров

Список литературы

1. Бунаков, П.Ю. Новая парадигма проектирования САПР сложной корпусной мебели для позаказного промышленного производства: монография / П.Ю. Бунаков, А.В. Стариков, А.А. Старикова, В.Н. Харин. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – 319 с.

2. Щекалёва, А.А. Разработка методов и средств поддержки реинжиниринга изделий в САПР корпусной мебели: автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.13.12 / Щекалёва Анна Александровна. – Воронеж, 2013. – 22 с.

УДК: 539.215+624.131

ВЛИЯНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА НА ПОЛЕ СКОРОСТЕЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ В ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ ЗАДАЧЕ

INFLUENCE OF THE MICROSTRUCTURE OF LOOSE IN THE FIELD OF MOVEMENT SPEEDS IN THE AXISYMMETRIC TASK

Фролова О.А.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

г. Воронеж, Россия

oksanafrola@yandex.ru

DOI: 10.12737/15989

Аннотация: В статье рассматривается кинематика осесимметричного деформирование сыпучей среды для осесимметричной задачи вблизи оси симметрии. Получены уравнения в частных производных для скоростей перемещений. Найдено выражения для радиальной компоненты скорости перемещения с учётом характерного размера микроструктуры.

Summary: In article the kinematics axisymmetric deformation of the loose environment for an axisymmetric task near a symmetry axis is considered. The equations in private derivatives for speeds of movements are received. It is found expressions for radial movement speed components taking into account the characteristic size of a microstructure.

Ключевые слова: сыпучие материалы, грунты, осесимметричное течение, материал с микроструктурой.

Keywords: loose materials, soils, axial-symmetric flow, microstructure of material.

Рассмотрим сыпучую среду в цилиндрической системе координат r,θ,z. Пусть заданные нагрузки и смещения обладают осевой симметрией, тогда поле деформации и поле напряжения будут осесимметричными, то есть компоненты напряжения и смещения не зависят от угла θ.

Ассоциированный закон пластического течения позволяет связать скорость деформирования с напряжённым состоянием с использованием неопределённого множителя Лагранжа λ [1]:

$$\varepsilon_{ij} = \lambda \frac{\partial \Phi}{\partial \sigma_{ij}}, \qquad (1)$$

где ε_{ij} – тензор скоростей деформации, σ_{ij} – тензор напряжения.

Замкнутое условие пластичности в цилиндрической системе координат для сыпучего материала имеет вид [2]:

$$\Phi = \sigma_{rr}^2 + \sigma_{\theta\theta}^2 + \sigma_{zz}^2 + 2\sigma_{rz}^2 - \frac{1}{3} I_{1\sigma}^2 - (\mathrm{Y} + \alpha I_{1\sigma})^2 + f^2 I_{1\sigma}^2 = 0, \qquad (2)$$

где $I_{1\sigma}$ – первый инвариант тензора напряжения, Y – сцепление, α - коэффициент внутреннего трения, f – коэффициент трения качения.

Компоненты тензора скоростей деформации с учётом микроструктуры имеют вид [2]:

$$\varepsilon_{rr} = \frac{\partial U_r}{\partial r} + \frac{h^2}{6}\left(\frac{1}{r}\frac{\partial^2 U_r}{\partial r^2} + \frac{\partial^3 U_r}{\partial r^3} + \frac{\partial^3 U_r}{\partial \mathrm{z}^2 \partial r}\right),$$

$$\varepsilon_{\theta\theta} = \frac{U_r}{r} + \frac{h^2}{6}\left(\frac{1}{r}\frac{\partial^2 U_r}{\partial r^2} - \frac{1}{r^2}\frac{\partial U_r}{\partial r} + \frac{1}{r^3}U_r + \frac{1}{r}\frac{\partial^2 U_r}{\partial z^2}\right), \qquad (3)$$

$$\varepsilon_{zz} = \frac{\partial U_z}{\partial \mathrm{z}} + \frac{h^2}{6}\left(\frac{\partial^3 U_z}{\partial z^3} + \frac{\partial^3 U_z}{\partial r^2 \partial \mathrm{z}} + \frac{1}{r}\frac{\partial^2 U_z}{\partial r \partial \mathrm{z}}\right),$$

$$\varepsilon_{rz} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial U_r}{\partial \mathrm{z}} + \frac{\partial U_z}{\partial r}\right) + \frac{h^2}{12}\left(\frac{\partial^3 U_r}{\partial r^2 \partial \mathrm{z}} + \frac{1}{r}\frac{\partial^2 U_r}{\partial r \partial \mathrm{z}} + \frac{\partial^3 U_r}{\partial z^3} + \frac{\partial^3 U_z}{\partial r^3} + \frac{1}{r}\frac{\partial^2 U_z}{\partial r^2} + \frac{\partial^3 U_z}{\partial r \partial \mathrm{z}^2}\right),$$

где U_r, U_z – компоненты скоростей перемещений, h – характерный размер микроструктуры.

Для учёта влияния микроструктуры на малых характерных размерах перейдём к новой координате $\rho = \frac{r}{h^2}$, то есть малым значениям r соответствуют большие значения ρ. Разложим скорости перемещений в ряд Тейлора по малому параметру h и, ограничиваясь слагаемыми второго порядка малости, получим:

$$U_r = U_r^{(0)} + h^2 U_r^{(2)} + o(\mathrm{h}^4), \qquad (4)$$

$$U_z = U_z^{(0)} + h^2 U_z^{(2)} + o(\mathrm{h}^4),$$

где $o(\mathrm{h}^4)$ – остаточный член ряда Тейлора.

Компоненты скоростей перемещений в нулевом приближении имеют вид [3]:

$$U_r^{(0)} = \frac{U_r\left(r_0(\mathrm{z}), \mathrm{z}\right)}{r_0(\mathrm{z})},$$

$$U_z^{(0)} = U_r\left(r, \mathrm{z}_0(\mathrm{r})\right) - 2\frac{U_r\left(r_0(\mathrm{z}), \mathrm{z}\right)}{r_0(\mathrm{z})} \times \qquad (5)$$

$$\times\left[z-z_0+\frac{3\left(\alpha^2-f^2\right)\sigma_{z0}+3\alpha Y}{\gamma}\ln\left|\frac{\gamma z-2\beta\sigma_{z0}-2\alpha Y}{\gamma z_0-2\beta\sigma_{z0}-2\alpha Y}\right|\right],$$

где $\beta=\frac{1}{3}+\alpha^2-f^2$.

Подставляя выражения (2) и (3) в ассоциированный закон пластического течения (1), выделяя слагаемые второго порядка малости по h, получим в первом приближении:

$$12\lambda\left(\sigma_{rr}^{(2)}-\beta I_{1\sigma}^{(2)}\right)=\frac{1}{\rho}\frac{\partial^2U_r^{(2)}}{\partial\rho^2}+\frac{\partial^3U_r^{(2)}}{\partial\rho^3},$$

$$12\lambda\left(\sigma_{\theta\theta}^{(2)}-\beta I_{1\sigma}^{(2)}\right)=\frac{1}{\rho}\frac{\partial^2U_r^{(2)}}{\partial\rho^2}-\frac{1}{\rho^2}\frac{\partial U_r^{(2)}}{\partial\rho}+\frac{U_r^{(2)}}{\rho^3}, \qquad (6)$$

$$\lambda\left(\sigma_{zz}^{(2)}-\beta I_{1\sigma}^{(2)}\right)=0,$$

$$48\lambda\sigma_{rz}^{(2)}=\frac{1}{\rho}\frac{\partial^2U_z^{(2)}}{\partial\rho^2}+\frac{\partial^3U_z^{(2)}}{\partial\rho^3}.$$

Выразим из второго уравнения (6) λ:

$$\lambda=\frac{1}{12\left(\sigma_{\theta\theta}^{(2)}-\beta I_{1\sigma}^{(2)}\right)}\left(\frac{1}{\rho}\frac{\partial^2U_r^{(2)}}{\partial\rho^2}-\frac{1}{\rho^2}\frac{\partial U_r^{(2)}}{\partial\rho}+\frac{U_r^{(2)}}{\rho^3}\right). \qquad (7)$$

Подставив (7) в первое уравнение (6), получим уравнение для $U_r^{(2)}$:

$$\rho^3\frac{\partial^3U_r^{(2)}}{\partial\rho^3}+\rho^2\frac{\partial^2U_r^{(2)}}{\partial\rho^2}\left(1-F(\rho,z)\right)+\rho\frac{\partial U_r^{(2)}}{\partial\rho}F(\rho,z)-U_r^{(2)}F(\rho,z)=0, \qquad (8)$$

где $F(\rho,z)=\frac{\sigma_{rr}^{(2)}-\beta I_{1\sigma}^{(2)}}{\sigma_{\theta\theta}^{(2)}-\beta I_{1\sigma}^{(2)}}$.

Последнее уравнение является дифференциальным уравнением третьего порядка и при известных напряжениях может быть приближённо решено разложением в ряд Тейлора. Ограничиваясь слагаемыми второго порядка малости, получим:

$$U_r^{(2)}=C_1\rho+C_2\left(48\rho\ln\rho+172\rho\right)+C_3\left(\frac{4}{\rho}-\frac{216(\alpha^2-f^2)}{-2+3\alpha^2-3f^2}\right), \qquad (9)$$

где C_1, C_2, C_3 – константы интегрирования.

С учётом (9) выражения для λ примет вид:

$$\lambda=\frac{1}{12\left(\sigma_{\theta\theta}^{(2)}-\beta I_{1\sigma}^{(2)}\right)}\left(\frac{16C_3}{\rho^4}-\frac{C_3}{\rho^3}\frac{216(\alpha^2-f^2)}{-2+3\alpha^2-3f^2}\right). \qquad (10)$$

Подставляя выражение (10) в четвёртое уравнение (6), получим уравнение для нахождения осевой скорости перемещения $U_z^{(2)}$:

$$\rho^3 \frac{\partial^3 U_z^{(2)}}{\partial \rho^3} + \rho^2 \frac{\partial^2 U_z^{(2)}}{\partial \rho^2} - P(\rho, z) C_3 \left(\frac{16}{\rho} - \frac{216(\alpha^2 - f^2)}{-2 + 3\alpha^2 - 3f^2} \right) = 0, \quad (11)$$

где $P(\rho, z) = \frac{4\sigma_{rz}^{(2)}}{\sigma_{\theta\theta}^{(2)} - \beta I_{1\sigma}^{(2)}}$.

Список литературы

1. Быковцев, Г.И. Теория пластичности / Г.И. Быковцев, Д.Д. Ивлев. – Владивосток :Дальнаука, 1998. – 528 с.

2. Фролов А.Л. Осесимметричное напряженное состояние связного сыпучего материала с учетом микроструктуры материала / А.Л. Фролов, О.А. Фролова // Вестник ЧГПУ им. И.Я. Яковлева. Серия : Механика предельного состояния. – 2013. – №1(15). – С. 214–221.

3.Фролов, А.Л. Осесимметричное деформирование микрополярных связных сыпучих материалов / А.Л. Фролов // Материалы школы семинара посвященного 70-летию профессора Д.Д. Ивлева. – Воронеж. – 2000. – Ч. 2. – С. 474–480.

УДК (532.529.536.24)

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СТРУЙНЫХ ТЕЧЕНИЙ ЖИДКОСТИ С ПРЕГРАДАМИ

INTERACTION OF JET CURRENTS OF LIQUID WITH BARRIERS

Чернышевич В.Е.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»,

г. Воронеж, Россия

victori.kivi@gmail.com

DOI: 10.12737/15990

Аннотация: На основе выполненного теоретического исследования простейшей модели струйного течения при натекании на твердую поверхность, проведен компьютерный анализ с помощью пакета программ ANSYS CFX и установлены некоторые основные закономерности взаимодействия струи с твердой поверхностью.

Summary: On the basis of the executed theoretical research of the elementary model of a jet current at a natekaniye on a firm surface, the computer analysis by

means of the software package of ANSYS CFX is carried out and some main consistent patterns of interaction of a stream with a firm surface are determined.

Ключевые слова: Течение жидкости, твердая поверхность, сдвиговые напряжения, нормальные напряжения.

Keywords: Current of liquid, firm surface, shift tension, normal tension.

Одной из важных проблем современной науки и техники является нахождение менее затратных методов обработки неметаллических материалов. При обработке струей жидкости достигается высокая точность реза, выделяется минимум тепла на поверхности детали [6].

В статье [2] рассматривалась простейшая задача струйного течения, которая в дальнейшем была решена с помощью пакета программ Mathcad.

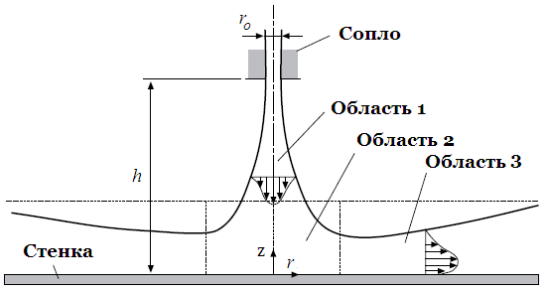


Рис. 1 – Схема течения

Рассматриваемая краевая задача смоделирована с помощью программы ANSYS CFX. Решение проводится для трех разных по форме сопел (цилиндрическое, конусное, сопло двоякой кривизны). Течение в рассматриваемой задаче описывается уравнениями движения, неразрывности [1]:

$$\nabla \cdot \bar{\mathbf{v}} = 0, \tag{1}$$

$$\rho\left[\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + (\nabla \cdot \bar{\mathbf{v}})\,\bar{\mathbf{v}}\right] = \nabla \cdot \mathbf{P} + \rho \mathbf{f}\,, \tag{2}$$

Реологическое уравнение для жидкости выбирается в традиционном виде

$$\mathbf{P} = -p\mathbf{I} + 2\mu_{eff}\,\mathbf{E} \tag{3}$$

В данном случае рассматривается турбулентное течение, с помощью модели «k-Epsilon», которая описывается следующими уравнениями [4,5]:

$$\frac{\partial \rho k}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho k \bar{\mathbf{v}}) = \nabla \cdot \left(\frac{\mu_{eff}}{\sigma_k} \nabla k\right) + G - \rho\varepsilon \tag{4}$$

$$\frac{\partial \rho \varepsilon}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \varepsilon \bar{\mathbf{v}}) = \nabla \cdot \left(\frac{\mu_{eff}}{\sigma_\varepsilon} \nabla \varepsilon\right) + \frac{\varepsilon}{k}(C_1 G - C_2 \rho\varepsilon), \tag{5}$$

Здесь $\mathbf{P}$, $\mathbf{I}$, $\mathbf{E}$ - тензоры напряжений, единичный и скоростей деформаций, составленный с учетом рейнольдсовых напряжений, $\bar{\mathbf{v}}$ - вектор осредненной скорости, $\mathbf{f}$ - плотность массовых сил ρ - плотность среды, k - кинетическая энергия турбулентных пульсаций; ε - скорость диссипации кинетической энергии; $C_1 = 1.44$, $C_2 = 1.92$, $\sigma_k = 1.0$, $\sigma_\varepsilon = 1.3$, $c_\mu = 0.09$ - численные значения

параметров *K-Epsilon* модели, μ_{eff} - эффективный коэффициент турбулентной вязкости, равный

$$\mu_{eff} = \mu + \mu_t, \tag{6}$$

где μ - коэффициент «молекулярной вязкости»; μ_t - коэффициент турбулентной вязкости; G - диссипативная функция турбулентного потока, которая вычислена

$$G = 2\mu_t \mathbf{E} \cdot (\nabla \mathbf{v}) \tag{7}$$

Граничные условия для данной задачи записываются следующим образом $\mathbf{v} = 0$ на твердой поверхности и

$$z = h,\ r_1 = r:\ \mathbf{v} = u_0,\ p = P_0,\ k(r,h) = k_0,\ \varepsilon(r,h) = \varepsilon_0 \tag{8}$$

$$0 \le z \le h,\ r_2 = R:\ \mathbf{v} = u_1,\ p = P_1 \tag{9}$$

Где $k_0 = \tau_w / (\rho c_\mu^{1/2})$ - кинетическая энергия турбулентных пульсации на выходе из сопла, $\varepsilon_0 = \kappa c_\mu^{1/2} k^{3/2} / [(C_2 - C_1)\sigma_\varepsilon z]$ - скорость диссипации кинетической энергии на выходе из сопла.

На рис.2 представлены исследуемые модели, построенные в CFX.

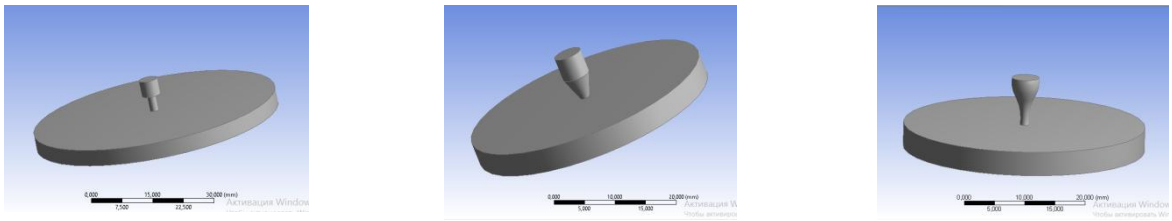


Рис. 2 – Геометрические модели цилиндрического сопла, конусного сопла и сопла двоякой кривизны

На представленных ниже рисунках показаны некоторые результаты полученных решений.

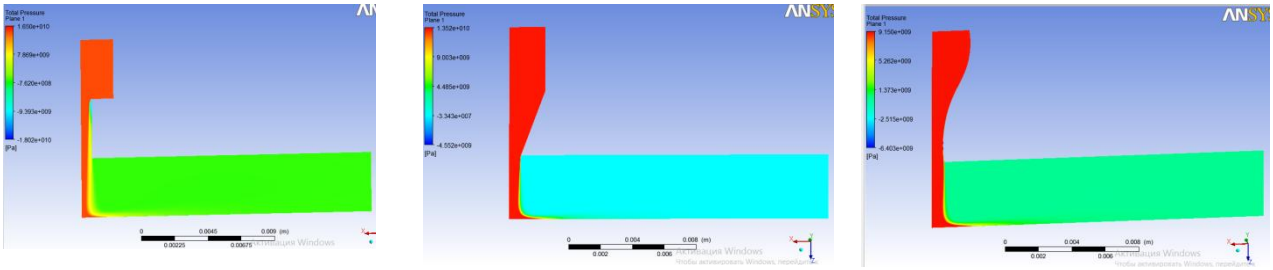


Рис. 3 – Распределение давления для различных форм сопел (цилиндр, конус, сопло двоякой кривизны)

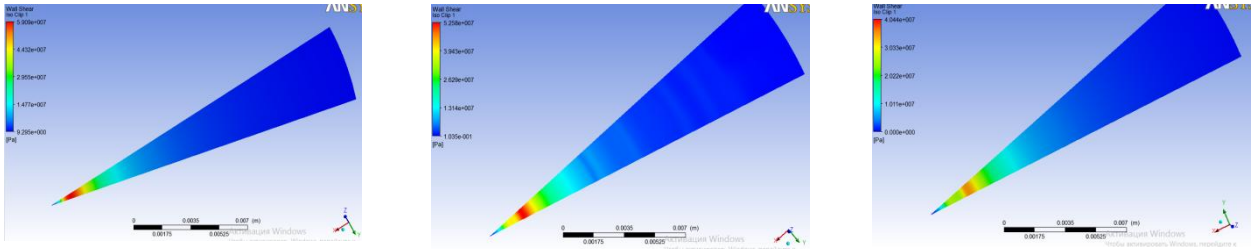


Рис. 4 – Распределение сдвиговое напряжение для различных форм сопел (цилиндр, конус, сопло двоякой кривизны)

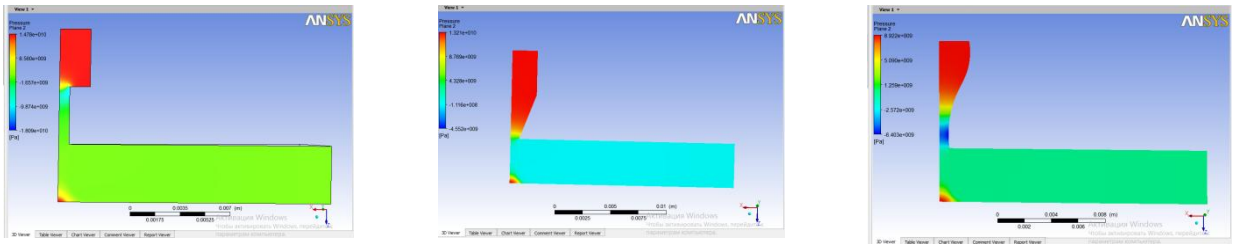


Рис.5 – Распределение нормальное напряжение для различных форм сопел (цилиндр, конус, сопло двоякой кривизны)

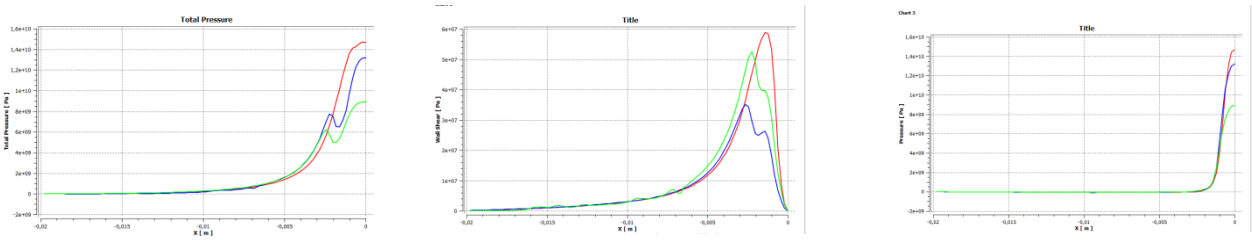


Рис 6 – Распределение вдоль радиуса: а – полное давление, б – сдвиговое напряжение, в – нормальное напряжение, где цилиндр; конус; сопло двоякой кривизны.

Были проведены расчеты для различных геометрических форм сопел: цилиндрической, конической и двоякой кривизны. На рисунках 3 – 6 представлены результаты вычислений сдвигового и нормального напряжений для каждой формы профиля сопла в виде графиков для этих зависимостей. На основании анализа результатов видно, что с увеличением радиуса потока жидкости, сдвиговые напряжения быстро возрастают, отдаляясь от критической точки. Следует отметить, что сдвиговые и нормальные напряжения отличаются почти на три порядка, и, следовательно, для инженерных расчетов при взаимодействии струи с поверхностью можно ограничиваться лишь нормальными напряжениями [2]. Кроме того, сравнение полученных результатов между собой показало, что наиболее целесообразно в WJT-технологи [3] применять сопло двоякой кривизны.

Список литературы

1. Белов И.А., Исаев С.А. Моделирование турбулентных течений. - СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2001. - 108 с.
2. Бураков А.В., Коржов Е.Н., Чернышевич В.Е. Компьютерное моделирование взаимодействия струи гидрорезной установки с твердой поверхностью. //Информатика: проблемы, методология, технологии. Воронеж. 2015. Т.1, с.223-227.
3. Волков К.Н. Моделирование крупных вихрей взаимодействия круглой турбулентной струи с преградой. //Прикладная механика и техническая физика. 2007. Т. 48, №1. - С. 55-67.
4. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. - М.: Дрофа, 2003. – 840 с.
5. Юн А.А. Теория и практика моделирования турбулентных течений. – М.: Либроком, 2009. – 272 с.
6. Momber A.W. Hydrodemolition of Concrete Surfaces and Reinforced Concrete Structures. - New York: Elsevier, 2005. – 282p.

УДК 517.958

СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТОВ СИСТЕМ МАГНИТНОЙ ЛЕВИТАЦИИ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА НА ОСНОВЕ РЕШЕНИЙ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ

SYNTHESIS OF OPTIMAL ELECTROMAGNETS OF THE MAGNETIC LEVITATION SYSTEMS OF SURFACE TRANSPORTATION BASED ON SOLVING INVERSE PROBLEMS

Юфанова А.Л., магистрант
Южно-Российский государственный политехнический
университет имени М.И. Платова
г. Новочеркасск, Россия
ufanova@outlook.com

DOI: 10.12737/15991

Аннотация: Предложена методика синтеза электромагнитов систем левитации наземного транспорта с магнитным подвесом на основе решения обратных задач, включающая этап минимизации массы электромагнитов.

Методика предназначена для использования на первом этапе проектирования – при оценке необходимой мощности экипажа. Исследована возможность плоскопараллельного приближения при построении математической модели магнитного поля электромагнитов. Выбран оптимальный, по массе и магнитодвижущей силе, вариант конструкции электромагнитов.

Summary: The article describes the method for the synthesis electromagnets of the systems levitation of surface transportation with magnetic suspension using a methodology based on solving inverse problems and including the stage of minimizing the mass of electromagnets. The method is intended for use at the first stage of design - when assessing the necessary power of the crew. Have been investigated the possibility of a plane-parallel approximation in constructing a magnetic field mathematical model of the electromagnets. The results received shows optimum variant of the design electromagnets by mass and magnetomotive force.

Ключевые слова: магнитная левитация, электромагнит, обратная задача, математическая модель.

Keywords: magnetic levitation, electromagnet, inverse problem, mathematical model.

Введение

Транспорт в жизни общества играет исключительно важную роль. Необходимо создание экологически чистых, бесшумных, экономичных вариантов транспортных систем. Одним из перспективных решений считается бесконтактный транспорт с магнитной левитацией [1,2]. В Китае и Японии успешно эксплуатируются коммерческие транспортные системы с магнитным подвесом [3,4]. Шанхайский экспресс развивает скорость до 430 км/час, зазор между электромагнитами подвеса и феррорельсом 15 мм. Магнитный подвес получает все большее применение в приборостроении и машиностроении (магнитные подшипники, системы позиционирования и т.п.). Поэтому развитие теории, методов проектирования и исследования указанных систем является актуальной задачей. Приведенные в данной работе материалы предназначены для использования на первом этапе проектирования – при оценке необходимой мощности экипажа. Выбран итерационный алгоритм проектирования электромагнитов систем левитации экипажей, основанный на решении условно корректных обратных задач [5,6]. Особенностью алгоритма является наличие этапа минимизации массы электромагнитов, что позволяет увеличить полезный вес экипажей.

Описание объекта исследования

Конструкции электромагнитов, устанавливаемых на специальной консоли, связанной с экипажем, приведены на рис. 1 [2].

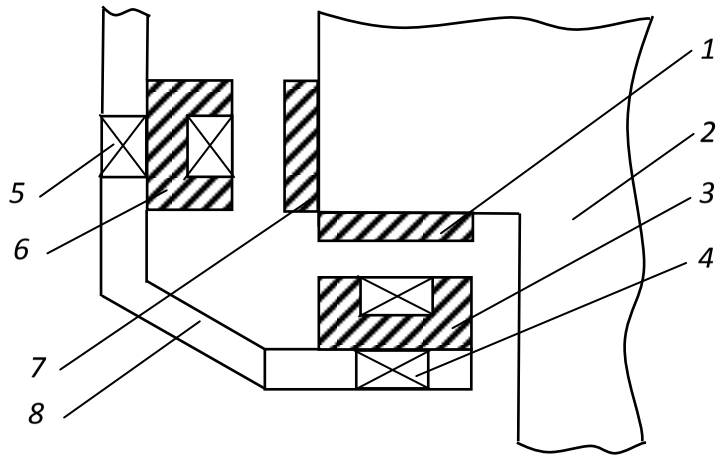


Рис. 1. Конструкции электромагнитов и их размещение на консоли, связанной с экипажем: *1* – феррорельс системы левитации; *2* – опора; *3* – сердечник электромагнита левитации; *4* – катушка; *5* – катушка; *6* – сердечник электромагнита боковой стабилизации; *7* – феррорельс системы боковой стабилизации; *8* – консоль.

Анализ трех вариантов конструкции электромагнитов с помощью описанного алгоритма позволяет выбрать оптимальные по массе и по затратам электроэнергии устройства.

Рассмотрим следующие варианты конструкций электромагнитов левитации (рис. 2, а, б, в).

Выбор и обоснование модели

Трехмерное (в общем случае) магнитное поле исследования описывается системой уравнений Максвелла, которая преобразуется введением векторного магнитного потенциала $\vec{A}$ к одному дифференциальному уравнению (модель 3*D*).

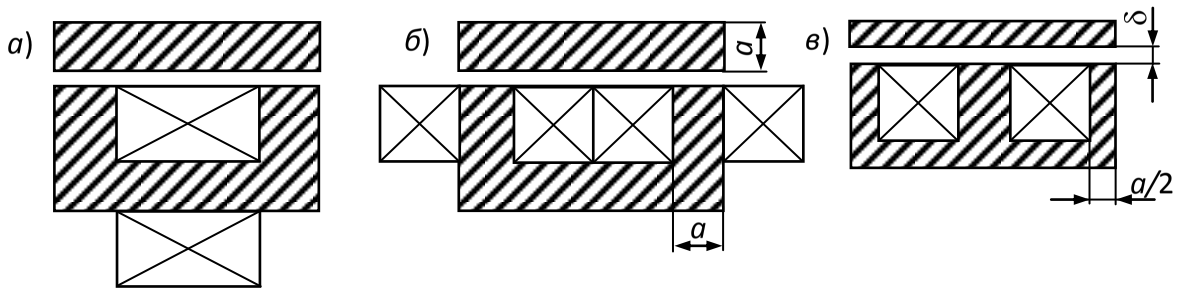


Рис. 2. Варианты конструкций электромагнитов левитации

В плоскопараллельном приближении поле описывается более простым уравнением с использованием скалярного магнитного потенциала $\varphi = A_z$, где A_z – проекция $\vec{A}$ на ось 0*z*. При этом сокращается существенно размерность и время решения задачи (модель 2*D*).

Для численного расчета магнитного поля применялся метод конечных элементов.

Исследована возможность использования плоскопараллельного приближения. Выполнен расчет силы левитации $F_л$ в стационарном режиме (экипаж не подвижен) для электромагнита конструкции по второму варианту (рис. 2, б), размеры которого приведены ниже. Установлено, что при длине электромагнита по оси 0*z* $L = 0{,}148$ м погрешность расчета силы $F_л$ с использованием модели 2*D* составляет $\delta(F_л) = 2{,}7\,\%$. При $L = 1$ м – $\delta(F_л) = 1{,}2$ %. Далее принято $L = 1$ м и использовалась модель 2*D*.

Результаты и обсуждение вычислительных экспериментов

Расчеты выполнены для следующих исходных данных: масса экипажа $M = 60$ т, число электромагнитов $n = 20$, расположенных в два ряда; плотность тока в катушках $j = 3 \cdot 10^6$ А/м^2; магнитная индукция в зазоре $B_\delta = 1$ Тл; коэффициент выпучивания $k_в = 1{,}5$; коэффициент заполнения окна катушки по меди $k_з = 0{,}7$; зазор $\delta = 0{,}015$ м; $a = 0{,}04$ м; допустимая относительная погрешность в определении силы левитации $\varepsilon(F_л) = 0{,}01$.

Установлено, что минимальные массы $M_{эм}$ и магнитодвижущие силы электромагнитов $F_м$, обеспечивающие заданную силу левитации $F_л = Mg/n = 30$ кН, где g – ускорение свободного падения, имеют следующие значения:

1 вариант конструкции (рис. 2, а) – $M_{эм} = 178$ кг, $F_м = 16900$ А;

2 вариант конструкции (рис. 2, б) – $M_{эм} = 138$ кг, $F_м = 15700$ А;

3 вариант конструкции (рис. 2, в) – $M_{эм} = 109$ кг, $F_м = 16500$ А.

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы.

Электромагнит, выполненный по второму варианту конструкции имеет минимальную магнитодвижущую силу $F_м$, по третьему варианту – минимальную массу $M_{эм}$. Учитывая, что при этом масса $M_{эм}$ на 27 % меньше, а магнитодвижущая сила $F_м$ всего на 5 % больше, следует выбрать третий вариант конструкции.

Заключение

Предложена апробированная методика синтеза оптимальных электромагнитов систем левитации высокоскоростного наземного транспорта, обладающих минимальными массой и потребляемой энергией.

Следует отметить, что при движении экипажа в ферромагнитных рельсах индуцируются вихревые токи, магнитное поле которых направлено навстречу полю электромагнитов, что приводит к уменьшению силы левитации. Учет этого фактора требует дополнительных исследований.

Список литературы

1. Бахвалов Ю.А., Бочаров В.И., Винокуров В.А., Нагорский В.Д. Транспорт с магнитным подвесом. М: Машиностроение, 1991. 320 с.

2. Бочаров В.И., Бахвалов Ю.А., Талья И.И. Основы проектирования электроподвижного состава с магнитным подвесом и линейным тяговым электроприводом. Ч.1. Ростов н/Д.: Изд-во Рост. ун-та, 1992. 432 с.

3. Yasuda Y., Fujino M., Tanaka M., et al. The first HSST maglev commercial train in Japan, In: Maglev 2004 Proceedings, Shanghai, China, 2004: pp. 76-85.

4. Wu X.M. Maglev Train. Shanghai Science and Technology Press, Shanghai, 2003: pp. 1-10.

5. Бахвалов Ю.А., Горбатенко Н.И., Гречихин В.В. Обратные задачи электротехники. Новочеркасск: Изд-во журнала «Известия вузов. Электромеханика». 2014. 211 с.

6. Бахвалов Ю.А., Гречихин В.В., Юфанова А.Л. Расчет и оптимизация электромагнитов систем левитации и боковой стабилизации наземного транспорта с магнитным подвесом на основе решения обратных задач // Методы и алгоритмы прикладной математики в технике, медицине и экономике: материалы 15-ой Междунар. науч.-практ. конф., г. Новочеркасск, 20 марта 2015 г. / Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т (НПИ) имени М.И. Платова. – Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2015. – С. 19-23.

УДК 519.8

РОЛЬ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ В ВОЕННОМ ПРОГНОЗИРОВАНИИ

THE ROLE OF PROBABILITY THEORY IN MILITARY FORECASTING

Шашкина С.А., к. ф.-м.н., **Самсонов А.Н.**
ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
г. Воронеж, Россия
soffia-alex@inbox.ru

DOI: 10.12737/15992

Аннотация: В статье рассматривается роль статистических и вероятностных методов при решении военно-прикладных и военно-технических задач.

Summary: The article discusses the role of statistic and probabilistic methods in solving military-technical and application tasks.

Ключевые слова: теория вероятностей, военно-прикладные задачи.

Keywords: probability theory, military-technical tasks.

При научном исследовании различных военно-прикладных задач часто приходится встречаться со случайными явлениями. Рассмотрим примеры.

1. Производится стрельба из орудия, установленного под заданным углом к горизонту (рис. 1).

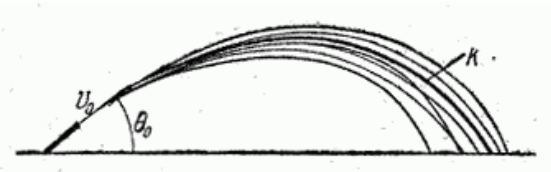


Рис. 1.

Пользуясь методами внешней баллистики, можно найти теоретическую траекторию снаряда (кривая на рис. 1). Эта траектория вполне определяется условиями стрельбы: начальной скоростью снаряда, углом бросания и баллистическим коэффициентом снаряда. Фактическая траектория каждого отдельного снаряда неизбежно несколько отклоняется от теоретической за счет совокупного влияния многих факторов. Среди этих факторов можно назвать: ошибки изготовления снаряда, отклонение веса заряда от номинала, неоднородность структуры заряда, ошибки установки ствола в заданное положение, метеорологические условия и т.д. Если произвести несколько выстрелов при неизменных основных условиях, мы получим не одну

теоретическую траекторию, а целый пучок (сноп) траекторий, образующих так называемое «рассеивание снарядов».

2. Самолет совершает полет на заданной высоте. Теоретически он летит горизонтально, равномерно и прямолинейно. Фактически полет сопровождается отклонениями центра массы самолета от теоретической траектории и колебаниям самолета около центра массы. Эти отклонения и колебания являются случайными и связаны с турбулентностью атмосферы; от раза к разу они не повторяются.

3. Производится ряд подрывов осколочного снаряда в определенном положении относительно цели. Результаты отдельных подрывов несколько отличаются друг от друга: меняются общее число осколков, взаимное расположение их траекторий, вес, форма и скорость каждого отдельного осколка. Эти изменения являются случайными и связаны с влиянием таких факторов, как неоднородность металла корпуса снаряда, неоднородность взрывчатого вещества, непостоянство скорости детонации и т.п. В связи с этим различные подрывы, осуществленные, казалось бы, в одинаковых условиях, могут приводить к различным результатам: в одних подрывах цель будет поражена осколками, в других – нет.

Совершенно очевидно, что в природе нет ни одного физического явления, в котором не присутствовали бы в той или иной мере элементы случайности. Как бы точно и подробно ни были фиксированы условия опыта, невозможно достигнуть того, чтобы при повторении опыта результаты полностью и в точности совпадали. Случайные отклонения неизбежно сопутствуют любому закономерному явлению. Тем не менее, в ряде практических задач этими случайными элементами можно пренебречь, рассматривая вместо реального явления его упрощенную схему и, предполагая, что в данных условиях опыта явление протекает вполне определенным образом [2]. Такая схема изучения явлений постоянно применяется в физике, механике, технике.

Однако для решения ряда реальных военных задач упрощенная схема оказывается плохо приспособленной. Существуют такие военно-прикладные задачи, где интересующий нас исход опыта зависит от столь большого числа факторов, что практически невозможно зарегистрировать и учесть все эти факторы. Это – задачи, в которых многочисленные второстепенные, тесно переплетающиеся между собой случайные факторы играют заметную роль, а вместе с тем число их так велико и влияние столь сложно, что применение классических методов исследования себя не оправдывает.

Рассмотрим пример. Производится стрельба по некоторой цели **Ц** из орудия, установленного под углом к горизонту (рис. 2). Траектории снарядов, как было указано выше, не совпадают между собой; в результате точки падения снарядов на земле рассеиваются [1]. Если размеры цели велики по сравнению с областью рассеивания, то этим рассеиванием, очевидно, можно пренебречь: при правильной установке орудия любой выпущенный снаряд попадает в цель. Если же (как обычно и бывает на практике) область рассеивания снарядов превышает размеры цели, то некоторые из снарядов в связи с влиянием случайных факторов в цель не попадут. Возникает ряд вопросов, например: какой процент выпущенных снарядов в среднем попадает в цель? Сколько нужно потратить снарядов для того, чтобы достаточно надежно поразить цель? Какие следует принять меры для уменьшения расхода снарядов?

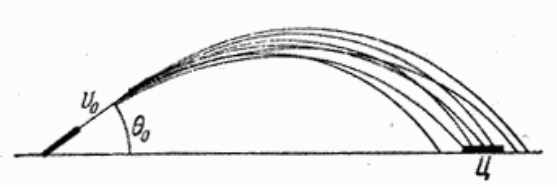


Рис. 2.

Эти вопросы органически связаны со случайной природой явления. Для того, чтобы на них ответить нельзя просто пренебречь случайностью, - надо изучить случайное явление рассеивания снарядов с точки зрения закономерностей, присущих ему именно как случайному явлению. Надо исследовать закон, по которому распределяются точки падения снарядов; выяснить случайные причины, вызывающие рассеивание, сравнить их между собой по степени важности и т.д. Подобные задачи требуют изучения не только основных закономерностей, но и анализа случайных возмущений и искажений, связанных с наличием второстепенных факторов и придающих исходу опыта при заданных условиях элемент неопределенности.

Для исследования случайных явлений в военном деле наука приводит множество путей и методов. Теоретически можно неограниченно повышать точность решения каждой военно-прикладной задачи, учитывая все новые и новые группы факторов. Однако практически такая попытка привела бы только к тому, что решение задачи, в силу непомерной громоздкости и сложности, оказалось бы практически неосуществимым и к тому же не имело бы никакой познавательной ценности. Например, теоретически можно было бы поставить и решить задачу об определении траектории вполне определенного снаряда, с учетом всех конкретных погрешностей его изготовления, точного веса и

конкретной структуры данного, вполне определенного порохового заряда при точно определенных метеорологических данных (температура, давление, влажность, ветер) в каждой точке траектории. Такое решение не только было бы необозримо сложным, но и не имело бы никакой практической ценности, так как относилось бы только к данному конкретному снаряду и заряду в данных конкретных условиях, которые практически больше не повторятся.

Элемент неопределенности, сложности, присущий случайным явлениям, требует создания специальных методов для изучения этих явлений. Такие методы и разрабатываются в теории вероятностей. Практика показывает, что, наблюдая в совокупности массы однородных случайных явлений, мы обычно обнаруживаем в них вполне определенные закономерности, своего рода устойчивости, свойственные именно массовым случайным явлениям. Чем большее количество однородных случайных явлений участвует в задаче, тем определеннее и отчетливее проявляются присущие им специфические законы, тем с большей уверенностью и точностью можно осуществить научный прогноз.

Обширное поле применения находит теория вероятностей и её математический аппарат в разнообразных областях военной техники [3]: теория стрельбы и бомбометания, теория боеприпасов, теория прицелов и приборов управления огнем, аэронавигация, тактика и множество других разделов военной науки. Изучение законов вероятности и статистики позволяет не только осуществлять научный прогноз в своеобразной области случайных явлений, но в ряде случаев помогает целенаправленно влиять на ход случайных явлений, контролировать их, ограничивать сферу действия случайности, сужать её влияние на практику, что вносит существенный вклад в использование ресурсов страны и поддержание её обороноспособности.

Список литературы

1. Вентцель Е. С. Теория вероятностей / Е.С. Ветцель. – М.: Физматгиз, 1962. – 208 с.

2. Беллман Р., Гликсберг И., Гросс О. Некоторые вопросы математической теории процессов управления / Р. Беллман, И. Гликсберг, О. Гросс. - М.: Наука , 1982. – 198с.

3. Смирнов Н. В., Дунин-Барковский И. В. Теория вероятностей и математическая статистика в технике. – М.: Гостехиздат, 1955. – 214с.

СЕКЦИЯ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССАХ УПРАВЛЕНИЯ»

УДК 004.5

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ДВИЖЕНИЯ ГЛАЗ

DEVELOPMENT OF A COMPUTER SYSTEM FOR MONITORING EYE MOVEMENT

Алексеев А.В., магистрант,
Кургалин С.Д., д.ф.-м.н., профессор, **Туровский Я.А.,** к.м.н., доцент
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»
г. Воронеж, Россия
kurgalin@bk.ru

DOI: 10.12737/15993

Аннотация: Рассматриваются проблемы разработки и реализации компьютерной системы мониторинга движения глаз на основе видеоокулографии. В ходе программно-аппаратной реализации системы решены задачи устойчивого выделения на изображении зрачка и устранения ложного детектирования непроизвольных движений глаз. Проведено тестирование системы, интегрированной в шлем виртуальной реальности.

Summary: In the article the problem of development and implementation of computer systems for monitoring the movement of the eye based on videooculography – one of the most promising method of monitoring eye movements. During hardware and system implementation issues have been solved, which appears when you select this method of detecting eye movement, associated with the sustainable allocation of the pupil and the false detection of involuntary eye movements. The system was successfully tested on 28 users on a self-propelled chassis. Currently tested systems are integrated into a virtual reality helmet.

Ключевые слова: информационные технологии, окулография, видеоокулография, нейрокомпьютерный интерфейс.

Keywords: information technology, oculography, videooculography, neurocomputer interface.

Анализ движения глаз человека является одной из актуальных задач для таких направлений исследований как маркетинг, медицина, usability и др.

Управления различными устройствами и механизмами с помощью движения глаз – это также полезное для людей направление прикладных исследований. Особенно это поможет людям с ограниченными физическими возможностями [1]. В повседневную жизнь все активнее входят электронные системы управления (например, «умный дом»), здесь тоже могут быть использованы подобные системы.

В настоящей работы используются принципы видеоокулографии. После проведения анализа рынка окулографических систем и устройств, стало понятно, что данные устройства в странах СНГ и России единичны, несмотря на то, что первые окулографические системы появились именно в Советском Союзе [2]. Исходя из этого, было принято решение о создании собственной модульной окулографической системы, которая могла бы работать совместно с нейрокомпьютерными интерфейсами.

Для анализа подобных систем были выбрана лидирующая на рынке системы фирмы SensoMotoric Instruments (SMI). Эта фирма была основана В.Тайвайсом в 1991 г. и являлась первым производителем коммерческих систем трекинга глаз на основе видеоокулографии. Первый продукт SMI – 3D VOG – использовался на бортах орбитального комплекса «Мир», космических кораблей Европейского космического агентства и НАСА для анализа воздействия пребывания в космическом пространстве на вращательные движения глаз космонавта, что вызвается длительным отсутствием гравитации. Устройства данной фирмы весьма дороги, так как используют комплектующие, которые производятся на заказ. Они достаточно сложны в управлении и требуют специального обучения, что делает их использование затруднительным.

Исходя из анализа и других аналогичных систем и устройств, было принято решение о создание собственной модульной системы мониторинга движения глаз.

Для достижения цели этой работы должны быть решены следующие задачи:

1) создание новых методов обработки изображений, отражающих особенности данной системы, и соответствующих алгоритмов;

2) разработка достаточно дешевого и простого устройства для обнаружения зрачка;

3) создание компьютерной системы, позволяющей определить направление взгляда, на основе данных, получаемых от видеокамер

Исходя из указанных задач, был проведен ряд исследований, которые позволили определить оптимальные характеристики системы, а также направления создания оригинальных алгоритмов обработки изображений и выявленияна нём зрачка глаза.

Для решения первой задачи было выбрано направление создания алгоритма, который использует фильтрацию изображения и, учитывая освещенность участка глаза, проводит настройку системы. Такой алгоритм был реализован, а также дополнен системой подавления шума, который появляется из-за различных факторов и может помешать правильной обработке изображения глаза [3].

Для выполнения второй задачи была использована обычная видеокамера с извлеченным инфракрасным (ИК) фильтром, что позволило получить более четкое изображение области глаза. Это заметно упростило поиск зрачка на изображении. В ряде случаев, для улучшения освещенности области глаза был использован вариант установки маломощного ИК-диода для подсветки [4].

Для решения третий задачи был создан программно-аппаратный комплекс, который состоит из одной ИК-камеры, двух обычных видеокамер и программного обеспечения, осуществляющего обработку информации. Для определения направления взгляда были использованы две видеокамеры, которые фиксируют изображения объектов, расположенных перед пользователем, и составляют панорамную картину этих объектов.

Комплекс работает следующим образом: после получения изображения зрачка и изображения объектов, которые находятся перед человеком, программа определяет координаты положения зрачка и переносит их на панорамное изображение. В качестве дополнения в данную систему был добавлен нейрокомпьютерный интерфейс, использующий частотные компоненты электроэнцефалограммы (ЭЭГ) в качестве дополнительных данных для управления внешними устройствами [5]. Для быстрой обработки этих данных была использована технология CUDA [6].

Основными потребителями данной системы являются предприятия и учреждения, специализирующиеся на реабилитации больных, а также стабильно развивающейся рынок AR-устройств. С учётом вышеизложенного, на данный момент у предлагаемой системы нет конкурентов в категории систем мониторинга движения глаз.

При реализации данного проекта были выполнены все поставленные задачи. Для проведения тестирования окулографического интерфейса «глаз-

мозг-компьютер» была создана фокус-группа из 32 человек, состоящая из 28 мужчин и 4 женщин. Перед ними была поставлена задача проезда по замкнутому маршруту, управляя самодвижущимся шасси. Управление осуществлялось при помощи окулографического интерфейса. Важно отметить, что все участники тестирования до момента начала теста не управляли какими-либо устройствами при помощи подобных интерфейсов, а задание и расположение препятствий держались в секрете. После каждого проезда, данные с участников собирались и подвергались анализу. По результатам проведения такого тестирования 28 человек из 32 успешно справились с такой задачей.

Исходя из данных, полученных в ходе заездов, были выявлены сильные и слабые стороны информационной системы с нейрокомпьютерным интерфейсом «глаз-мозг-компьютер» при использовании ее для управления внешними устройствами и намечены пути её совершенствования.

Список литературы

1. Wedel, M. Eye fixations on advertisements and memory for brands: a model and findings / M.Wedel, R.Pieters // Marketing Science. - 2000. -№19, - С. 297-312.
2. Duchowski A.T. A Breadth-First Survey of Eye Tracking Applications / A.T. Duchowski // Behavior Research Methods, Instruments, & Computers. - 2002. - №34, - С. 455-470.
3. Posner M.I. Orienting of attention / M.I. Posner // Quarterly Journal of Experimental Psychology. -1980. - №32. - С. 3-25.
4. Bulling, A. Wearable EOG goggles: Seamless sensing and context-awareness in everyday environments / A.Bulling, D.Roggen, G.Tröster // Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments. -2009. - №1. -С. 157-171.
5. Туровский Я.А. Моделирование нейрокомпьютерного интерфейса на основе активностной парадигмы. / Я.А.Туровский, С.Д. Кургалин, А.В.Максимов // Системы управления и информационные технологии. -2012. - Т.47. - № 1. –С. 99-103.
6. Вахтин А.А. Реализация численного вейвлетного преобразования на графических адаптерах архитектуры NVIDIA CUDA / А.А.Вахтин, А.Я.Туровский // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Системный анализ и информационные технологии. – Воронеж, 2012. - №1. – С. 69-72.

УДК 004.652

ПОСТРОЕНИЕ БАЗ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ EAV-ТЕХНОЛОГИЙ

CREATION OF DATABASES ON THE BASIS OF EAV-TECHNOLOGIES

Андреева К.Ю., магистрант
ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»
г. Воронеж, Россия
vgtu-aits@yandex.ru

DOI: 10.12737/15994

Аннотация: В статье рассматривается статическая модель базы данных EAV. Достоинства и недостатки этой модели, сравнение с реляционной моделью.

Summary: The article considers static model of the EAV database. There are merits and demerits of this model, comparison with relational model.

Ключевые слова: база данных, структура, масштабируемость.

Keywords: database, structure, scalability.

Введение. При использовании реляционной модели данных часто возникают проблемы с хранением и использованием данных с динамически изменяющейся структурой. Чаще всего набор атрибутов велик и заранее не известен. Структура базы, существующие таблицы и набор атрибутов меняется и в текущий момент не известен. Например, при появлении нового атрибута необходимо менять количество столбцов в таблице, а при появлении нового типа сущности – добавлять новую таблицу. Если с одной базой работает несколько человек, такие изменения сильно осложняют работу. Как сделать так, что бы при динамическом развитии наполнения базы, структура базы данных оставалась постоянной и соответственно методы взаимодействия с ней не менялись. Этого и позволяет добиться модель данных EAV, EAV-технология.

Что такое EAV? Аббревиатура EAV означает названия главных компонент модели: Entity, Attribute и Value. Рассмотрим компоненты по отдельности. Entity (с англ. сущность) - это любые объекты в базе данных, например, товары, сотрудники, покупатели и заказы. Attribute (с англ. атрибут) – это характеристики сущности. Например, сущность «товар» может иметь такие атрибуты, как наименование, цена, статус и пр. Обратите внимание, что

атрибут это только название характеристики, а не ее значение. Значение это Value, конкретное значение конкретного атрибута.

Для отделения физической структуры данных от логической и обеспечения статической структуры базы данных необходимо придерживаться схемы, представленной на рисунке 1. На рисунке 1 обозначены всего три таблицы, которые могут покрыть любую информационную структуру, не требуя дополнений или усложнений по мере эволюции базы данных. Каждый, кто работает с базой данных, всегда будет работать с теми же тремя таблицами, не смотря на рост количества данных. Ведь все сущности накапливаются в одной таблице, все атрибуты в другой, и таблица со значениями атрибутов для каждой сущности связывает две предыдущие.

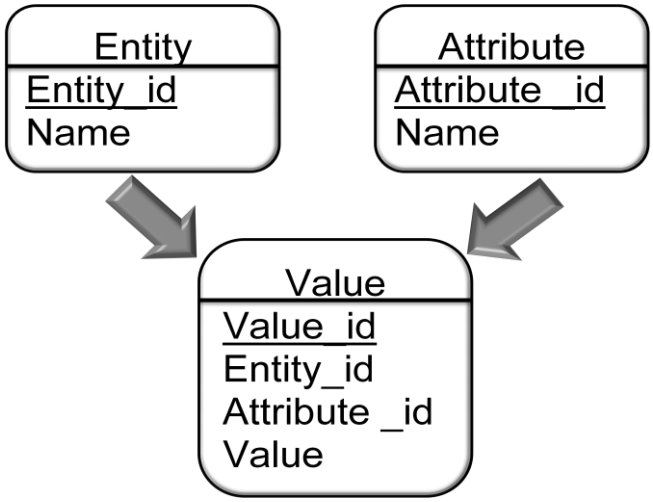


Рис. 1 Общая схема модели EAV

Существенным недостатком такой модели является ее неочевидность и сложность для понимания, тогда как система, в которой каждому типу сущности соответствует своя таблица с атрибутами и значениями кажется естественной и понятной. Приведем простой пример без связи с конкретной тематикой трансформации одной модели в другую. Таблица 1 – это вид данных в таблицах широко использующаяся реляционной модели данных

Таблица 1 – Реляционная модель данных

Вид объектов 1				
	Атрибут 1	Атрибут 2	…	Атрибут n
Объект 1	Значение 11	Значение 21		Значение n1
Объект 2	Значение 12	Значение 22		Значение n2
…				
Объект m	Значение 1m	Значение 2m		Значение nm

В таблицах 2,3, 4 представлены те же данные только в EAV-модели. Добавлены значения ID – это уникальный идентификатор (автоинкрементный).

Таблица 2 – EAV-модель. Сущности

Сущности	
ID	Сущность
1	Объект 1
2	Объект 2
	…
m	Объект m

Таблица 3 – EAV-модель. Атрибуты

Атрибуты	
ID	Атрибут
1	Атрибут 1
2	Атрибут 2
	…
n	Атрибут n

Таблица 4 – EAV-модель. Значения

Значения		
ID Сущности	ID Атрибута	Значение
1	1	Значение 11
2	1	Значение 12
…	…	…
m	1	Значение 1m
1	2	Значение 21
2	2	Значение 22
…	…	…
m	2	Значение 2m
…	…	…
1	n	Значение n1
2	n	Значение n2
…	…	…
m	n	Значение nm

На первый взгляд структура стала не только сложнее, но и избыточнее. Но ведь мы преобразовали только один вид объектов. При неизбежном увеличении количества атрибутов и типов объектов, количество таблиц в реляционной модели будет быстро расти, в то время как в EAV-модели количество таблиц всегда будет равно трем. Таблица со значениями становится

очень большой, что неудобно, но так как связи между таблицами обеспечивают значения ID, которые не занимают много памяти, объем данных будет оставаться относительно небольшим.

Заключение. EAV-технология благодаря невероятной масштабируемости, которую не способна дать привычная модель базы данных. Можно добавлять новые атрибуты к любой сущности без каких-либо модификаций структуры базы данных. Когда добавляется новый атрибут, не добавляется никакой новой логики для работы с ним, поскольку логика остается той же. Статическая структура базы данных делает возможным динамическое расширения ее информационного наполнения.

УДК: 004

АНАЛИЗ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ СНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НЕОБХОДИМЫМИ РАСХОДНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

ANALYSIS AND PROBLEM DEFINITION OF SUPPLY OF OBJECTS OF DIFFERENT FUNCTION WITH NECESSARY EXPENDABLES

Белых В.А., курсант, **Щербаков М.О.,** курсант,
Шипилова Е.А., к.т.н., доцент
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
г. Воронеж, Россия
elen_ship@list.ru
DOI: 10.12737/15995

Аннотация: В статье рассматривается задача снабжения различных объектов необходимыми расходными материалами. Определен класс подобных задач. Приводится математическая формулировка и определяется порядок решения задачи. Сформулировано множество критериев, рассмотрены проблемы, возникающие при решении многокритериальных транспортных задач.

Summary: In article the problem of supply of various objects with necessary expendables is considered. The class of similar tasks is defined. The mathematical formulation is provided and the order of the solution of a task is defined. The set of

criteria is formulated, the problems arising at the solution of multicriteria transport tasks are considered.

Ключевые слова: транспортная задача, критерии оптимизации, многокритериальность, альтернатива, лицо, принимающее решение.

Keywords: transport task, criteria of optimization, multicriterial, alternative, person making the decision.

Для своевременного снабжения объектов военного и гражданского назначения необходимыми расходными материалами и запасными частями, предназначенными для ремонта оборудования, в мирное время, а особенно в военное, целесообразно организовывать разветвленную сеть складов, каждый из которых в свою очередь может обслуживать несколько объектов. Доставку материального имущества с подобных складов, как правило, организуют с использованием автомобильных грузоперевозок. Соответственно для всех предусмотренных складов и обслуживаемых с них объектов необходимо организовать грузоперевозки, для доставки материалов и оборудования по различным маршрутам. С целью организации грузоперевозок необходимо оперативно определять, какие автомашины (по вместительности, специальной оборудованности) и сколько машин должны обслуживать различные маршруты.

Задачи такого типа, в которых известны грузовые потоки между разными потребителями и общее число имеющихся автомашин различной грузоподъемности и оборудованности и в которых требуется распределить машины по маршрутам так, чтобы минимизировать расходы на их обслуживание, относятся к транспортным задачам исследования операций. Основными этапами решения задачи такого типа являются: 1) построение модели; 2) выбор критерия оптимальности; 3) нахождение оптимального решения.

Словесному описанию двух последних задач соответствует четкое математическое описание, представляющее собой математическую модель. Классическая постановка транспортной задачи общего вида такова. Имеется m пунктов отправления («поставщиков») и n пунктов потребления («потребителей») некоторого однотипного товара. Для каждого пункта определены: W_i – объемы запасов i-го поставщика, $i = 1, \ldots, m$; q_j – потребность j-го потребителя, $j = 1,\ldots,n$; c_{ij} – стоимость перевозки одной единицы продукции из пункта W_i – i-го поставщика, в пункт Q_j – j-го потребителя. Требуется найти

план перевозок, при котором бы полностью удовлетворялся спрос всех потребителей, при этом хватало бы запасов поставщиков и суммарные транспортные расходы были бы минимальными (в случае однокритериальной транспортной задачи).

Под планом перевозок понимают объем перевозок, т.е. количество товара, которое необходимо перевезти от *i*-го поставщика к *j*-му потребителю. Для построения математической модели задачи необходимо ввести $m \cdot n$ переменных x_{ij}, $i = 1,\ldots, n$, $j = 1, \ldots, m$, каждая переменная x_{ij} обозначает объем перевозок из пункта W_i в пункт Q_j. Набор переменных $X = \{x_{ij}\}$ и будет планом, который необходимо найти, исходя из постановки задачи.

Ограничения задачи примут вид:

$$\begin{cases} f(x) = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij} x_{ij} \to \min & \text{– условие минимизации суммарных транспортных расходов;} \\ \sum_{j=1}^{n} x_{ij} \le a_i,\ i = 1,\ldots,m & \text{– ограничения по запасам;} \\ \sum_{i=1}^{n} x_{ij} \ge b_j,\ j = 1,\ldots,m & \text{– ограничения по потребностям;} \\ x_{ij} \ge 0,\ i = 1,\ldots,m,\ j = 1,\ldots,n & \text{– условие неотрицательности.} \end{cases}$$

Из условий ограничения по запасам и по потребностям, для обеспечения разрешимости задачи необходимо, чтобы суммарный спрос не превышал объема запасов у поставщиков: $\sum_{i=1}^{n} b_i \le \sum_{j=1}^{m} a_i$

На практике задачи принятия решений, возникающие при управлении системами, при решении задач проектирования, оценки свойств систем, как правило, являются многокритериальными, т.к. системы обычно описываются несколькими свойствами – локальными критериями.

Проблемная ситуация многокритериального принятия решений при определенности формально описывается следующей моделью:

- существуют альтернативы x, которые обладают m свойствами (характеристиками) $z_1, \ldots, z_m$;
- каждому i-му ($i = 1, \ldots, m$) свойству z_i альтернативы x соответствует критериальная оценка $z_i = f_i(x)$ – локальный критерий;
- каждой альтернативе x соответствует в m-мерном критериальном пространстве Z решение (точка) $z = (z_1, \ldots, z_m) = (f_1(x), \ldots, f_m(x)) \in R^m$;
- альтернативы x принадлежат исходному множеству альтернатив X, образованному ограничениями и условиями ($x \in X$);

• отображение множества X в критериальное пространство Z порождает в этом пространстве множество решений Z_X, являющееся образом множества X:

$$X \xrightarrow{(f_1(x),\ldots, f_m(x))} Z_X \subset Z = R^m$$

• на множество решений в критериальном пространстве наложены критериальные ограничения, образующие подмножество Z_Z;

• допустимое множество решений в критериальном пространстве Z образовано пересечением множеств Z_X и Z_Z ($Z_D = Z_X \cap Z_Z$).

Особенностью задачи является то, что альтернативе x соответствует однозначное описание в пространстве критериев $z = (z_1, \ldots, z_m) = (f_1(x), \ldots, f_m(x))$.

Задачу принятия решений при управлении различными системами в общем виде можно формализовать следующим образом.

Требуется найти альтернативу (решение) x^* (для непрерывной задачи вектор управления $x^* = (x_1^*, ..., x_n^*)$), обеспечивающую такие значения локальных критериев, которые удовлетворяют лицо, принимающее решение (ЛПР), и для которой: $\max\limits_{x \in X} f_i(x)$, $i = 1,..., m$, $X = \{x: x \in \Omega, g_j(x) \geq b_j, j = 1, ..., L\}$,

где $f_i(x)$ – локальные критерии, значения которых либо вычисляются по моделям, либо получены в результате измерений или с помощью экспертных оценок; $g_j(x)$, $j = 1, ..., L$, – функции ограничений, определяющих допустимую область X многокритериальной задачи; Ω – исходное множество альтернатив.

Обычно критерии являются противоречивыми, и улучшение (увеличение) значений по одному из критериев приводит к ухудшению (уменьшению) значений по другим критериям. В этой ситуации нужно искать компромисс.

В рассматриваемой задаче, целесообразно выбрать критерии минимальности затрат на перевозку, максимальности безопасности маршрута, по которому следует автотранспорт и комфортабельности осуществляемых перевозок, т.е. оборудованности автомобиля специальными средствами (стойки, кронштейны, крепления).

При появлении многих критериев, задачи выбора наилучшего решения приобретают следующие особенности: 1) Задача имеет уникальный, новый характер – нет статистических данных, позволяющих обосновать соотношения между различными критериями. 2) На момент принятия решения принципиально отсутствует информация, позволяющая объективно оценить возможные последствия выбора того или иного варианта решения. Но поскольку решение, так или иначе, должно быть принято, то недостаток информации необходимо

восполнить. Это может быть сделано лишь людьми на основе их опыта и интуиции.

Многокритериальные задачи с объективными моделями сложны для ЛПР. Чтобы принять решение, необходимо, во-первых, установить, насколько хорошие значения по критериям достижимы одновременно. Сделать это совсем не просто, так как число переменных, описывающих область B допустимых значений, равно сотням и тысячам. Получая каким-то из способов решение задачи, ЛПР видит соотношения между критериями и вырабатывает компромисс между оценками по критериям, определяя желательное для него отношение между ними в точке решения. Выработка такого компромисса достигается путем проб, ошибок и затрат времени.

Многокритериальную задачу линейного программирования можно сформулировать следующим образом: **Дано:** область B допустимых значений переменных, определяемая совокупностью линейных равенств и неравенств; критерии C_k оценивающие качество решения. Каждый из критериев линейно связан с переменными: $C_i = \sum_{j-1}^{n} c_{ij} x_j$, где n – число переменных j = 1, ..., n; c_{ij} – числовые коэффициенты. **Требуется:** найти решение (x_1, x_2, ..., x_n) в области D, при котором достигаются наиболее приемлемые значения по всем критериям.

УДК 621.398 + 630.65

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСНЫМИ РЕСУРСАМИ

DEVELOPMENT OF FOREST MANAGENENT AND CONTROL SYSTEM

Боровик А.А., студент, **Пацей Н.В.**, к.т.н., доцент
Учреждение образования
«Белорусский государственный технологический университет»
г. Минск, Республика Беларусь.

DOI: 10.12737/15996

Аннотация: разработана информационная система, предназначенная для контроля и управления лесными ресурсами.

Summary: information system designed to monitor and control of forest resources is developed.

Ключевые слова: информационная система, контроль, учет, лесные ресурсы, база данных, распределенная система.

Keywords: information system, monitoring, accounting, forest resources, database, distributed system.

ВВЕДЕНИЕ

Повышение эффективности лесозаготовительного производства, составляющего существенный вклад в ВВП, является актуальной задачей. Повысить эффективность можно путём внедрения новых методов управления и контроля, для чего необходимо использование информационных систем.

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМЫ

Предлагаемая система контроля и учета лесных ресурсов включает в себя функционал, позволяющий: вести многомерное хранилище данных, в котором размещается информация о процессах заготовки и транспортировки лесных ресурсов (древесины), информация о подразделениях и пользователях системы, а также другие данные. Кроме того система позволяет выполнять удаленное управление хранилищем данных; анализировать собранную информацию с возможностью подготовки отчетов и их экспорта; управлять и вести мониторинг выполнения рабочих планов; создавать и просматривать уведомления и напоминания пользователям системы; управлять пользователями и разделять их на группы, в соответствии с привилегиями.

С целью достижения максимального удобства использования и обслуживания нами была предложена распределённая система, состоящая из модуля хранения и обработки информации, и модулей взаимодействия с пользователями. Проектирование архитектуры проекта осуществлялось с учетом вышеперечисленных задач.

Для составления концептуального описания проектируемой системы была составлена диаграмма вариантов использования, основным назначением которой является описание функциональности и поведения, позволяющее заказчику, конечному пользователю и разработчику совместно обсуждать проектируемую или существующую систему.

Диаграмма вариантов использования системы, разрабатываемой в рамках данной работы, представлена на рис. 1.

Рис. 1 - Диаграмма вариантов использования

После разработки и анализа диаграммы вариантов использования функционал системы был разделен на части, которые были реализованы в виде отдельных классов.

Класс «User» является ключевым классом системы. Практически для всех операций, выполняемых в системе, необходима информация о пользователе, который выполняет данные операции. Данный класс используется для получения и хранения информации о пользователе, который прошёл авторизацию, а также, в случае наличия соответствующих прав у текущего пользователя, для добавления новых пользователей системы.

Класс «Job» предназначен для добавления новых организаций в систему.

Класс «Lesnichestvo» предназначен для добавления новых подразделений (лесхозов) в организации, присутствующие в системе .

Класс «Promsklad» используется для добавления новых записей о результатах работы лесозаотовителей.

Класс «Report» служит для составления и экспорта отчётов, основанных на информации, хранящейся в базе данных.

Класс «Plan» используется для просмотра рабочих планов, а также, в случае наличия необходимых прав у пользователя, добавление новых планов.

Класс «Tasker» предназначен для добавления напоминаний и показа уведомлений в запланированное время.

Все вышеперечисленные классы наследуются от класса «Connection», который отвечает за выполнение операций с базой данных – соединение с сервером, получение таблиц, наборов данных, выполнение запросов, не возвращающих результата.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ

Исходя из требований, предоставляемых к системе и её функционала, которые были подробно рассмотрены и проанализированы при разработке архитектуры системы, разработана структура базы данных, включающая в себя шесть таблиц.

Схема разработанной базы данных с отображением связей таблиц представлена на рис. 2.

Таблица «Users» предназначена для хранения информации о пользователях системы.

Таблица «Jobs» используется для хранения информации о местах работы пользователей системы.

Таблица «Lesnichestvo» хранит информацию о лесничествах, подразделениях лесхозов.

Таблица «Promsklad» предназначена для хранения информации о заготовленных лесных материалах.

Таблица «Plan» предназначена для хранения о планах заготовки древесины для каждого лесхоза на определённый год.

Таблица «Notifications» предназначена для хранения уведомлений для пользователей.

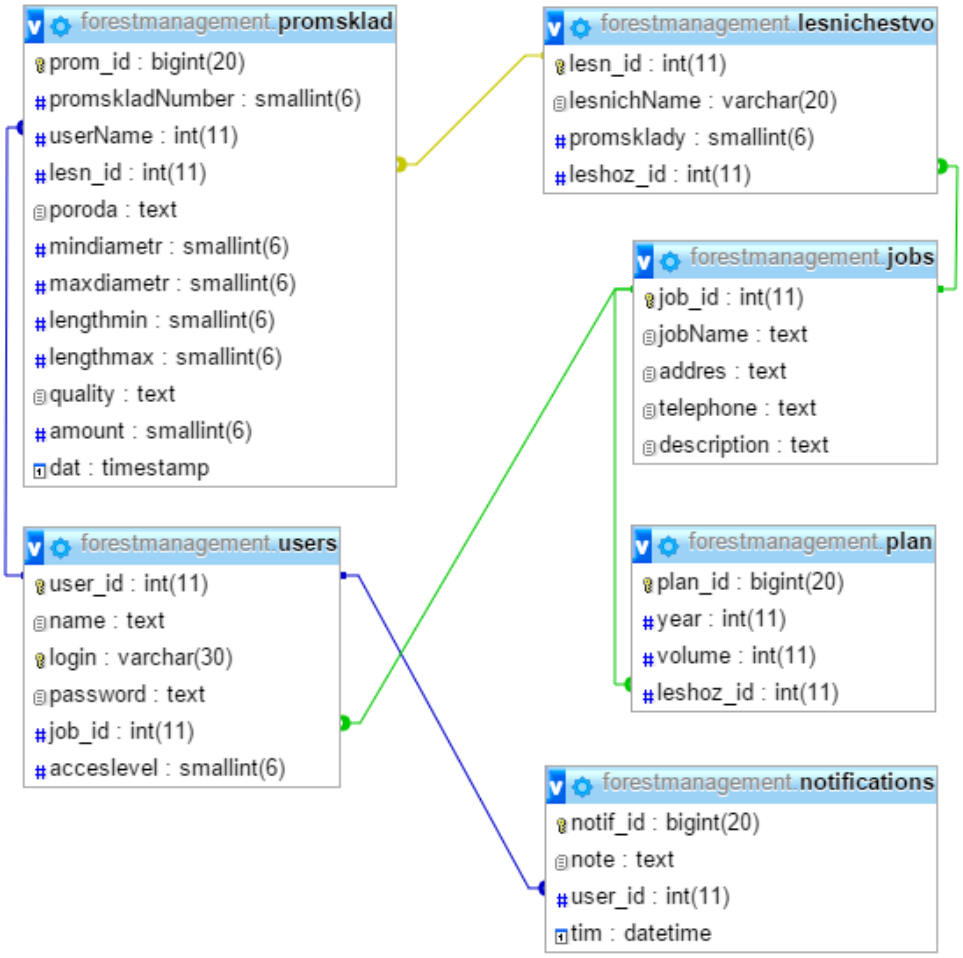


Рис. 2 - Схема базы данных

РЕЗУЛЬТАТЫ

Разработанная архитектура системы контроля и управления лесными ресурсами позволяет организовать высокопроизводительную модульную информационную систему, осуществляющую сбор, хранение, обработку и анализ больших объемов информации. Это дает возможность осуществлять оперативный и полный контроль на различных уровнях управления, организовать рациональное и эффективное управление, тем самым снижая финансовые и человеческие затраты на перемещение лесной продукции и повышая продуктивность лесозаготовительных процессов.

Список литературы

1. Рудикова Л.В. Базы данных. Разработка приложений /Л. В. Рудикова – БХВ-Петербург, 2006

2. Проектирование систем управления/ Грэм К. Гудвин, Стефан Ф. Гребе, Марио Э. Сальгадо – Бином.Лаборатория знаний, 2009

УДК: 681.3

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАСЧЕТА ВЕРОЯТНОСТИ РЕЦИДИВА ИНСУЛЬТА У БОЛЬНЫХ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ

ALGORITHMIC AND THE SOFTWARE CALCULATE THE PROBABILITY OF RECURRENCE THE STROKE IN PATIENTS WITH HYPERTENSION

Гладских Н.А., к.т.н., ассистент, **Судаков О.В.,** д.м.н., доцент,
Алексеев Н.Ю., к.м.н., доцент, **Богачева Е.В.,** к.ф.-м.н., доцент
ГОУ ВПО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко»
г. Воронеж, Россия
ngladskikhl@rambler.ru

DOI: 10.12737/15997

Аннотация: В статье представлена алгоритмическая и программная реализация расчета вероятностных оценок рецидива инсульта у больных с артериальной гипертензией.

Summary: The paper presents algorithmic and program implementation for calculation of probability estimates the recurrent stroke in patients with hypertension.

Ключевые слова: информативность признаков, модифицированная формула Байеса, артериальная гипертензия.

Keywords: informative features, modified Bayes' formula, hypertension.

Для совершенствования системы принятия решений в медицине актуально в последнее время использование моделей, алгоритмов, построенных на основе комбинации различных методик.

В рамках данного исследования был выбран подход, основанный на определении информативности признаков по Кульбаку. Данный метод по сравнению с другими методами минимизации информативной избыточности наиболее прост и доступен для алгоритмизации. Его машинная адаптация не является трудоемкой и не влечет за собой значительных вычислительных затрат и ресурсов.

Преимущества этого критерия перед другими, например, не-параметрическими критериями X^2 или U в качестве показателя информативности состоит в том, что он характеризует *среднюю степень*

приближения суммы диагностических коэффициентов к диагностическому порогу за счет рассматриваемого признака.

Методика расчета информативности признаков по Кульбаку базируется на расчете диагностических коэффициентов. Алгоритм формирования словаря информативных признаков представлен на рис. 1.



Рис. 1. Алгоритм формирования словаря информативных признаков

На следующем этапе применялась модифицированная формула Байеса, позволяющая вычислить вероятность по комплексу информативных признаков, используя частоту проявления того или иного признака и априорные вероятности появления повторного инсульта.

$$P(A_1 / x_1 x_2 ... x_n) = \frac{P(A_1)P(x_1 / A_1)P(x_2 / A_1)...P(x_n / A_n)}{\sum_k P(A_k)P(x_1 / A_k)P(x_2 / A_k)...P(x_n / A_k)}, \qquad (1)$$

В данном исследовании *p(A1)*- априорная вероятность появления повторного инсульта, *p(A2)*- априорная вероятность отсутствия повторного

инсульта, *p(Xij|Ak)* – условная вероятность появления признака при принадлежности к основной или контрольной группе.

Алгоритм методики приводится на рис. 2.



Рис. 2. Алгоритм определения вероятностных оценок рецидива инсульта

На основе представленных алгоритмов был разработан обобщенный алгоритм (рис. 3), на основе которого было разработано соответствующее программное обеспечение системы расчета вероятности рецидива инсульта, интерфейс которого представлен на рисунках 4 и 5.

Разработка программы осуществлялась с использованием современных методов и эффективных инструментальных средств, соответственно стандартам, обеспечивающим высокое качество разработки, производительность программирования, а также надежность дальнейшего развития и сопровождения.

Программа предназначена для ведения базы данных пациентов и анализа вероятностей повторного инсульта как за определенный временной интервал (5 лет), так и в отдельности по годам (1-й го, 2-й год, ...).

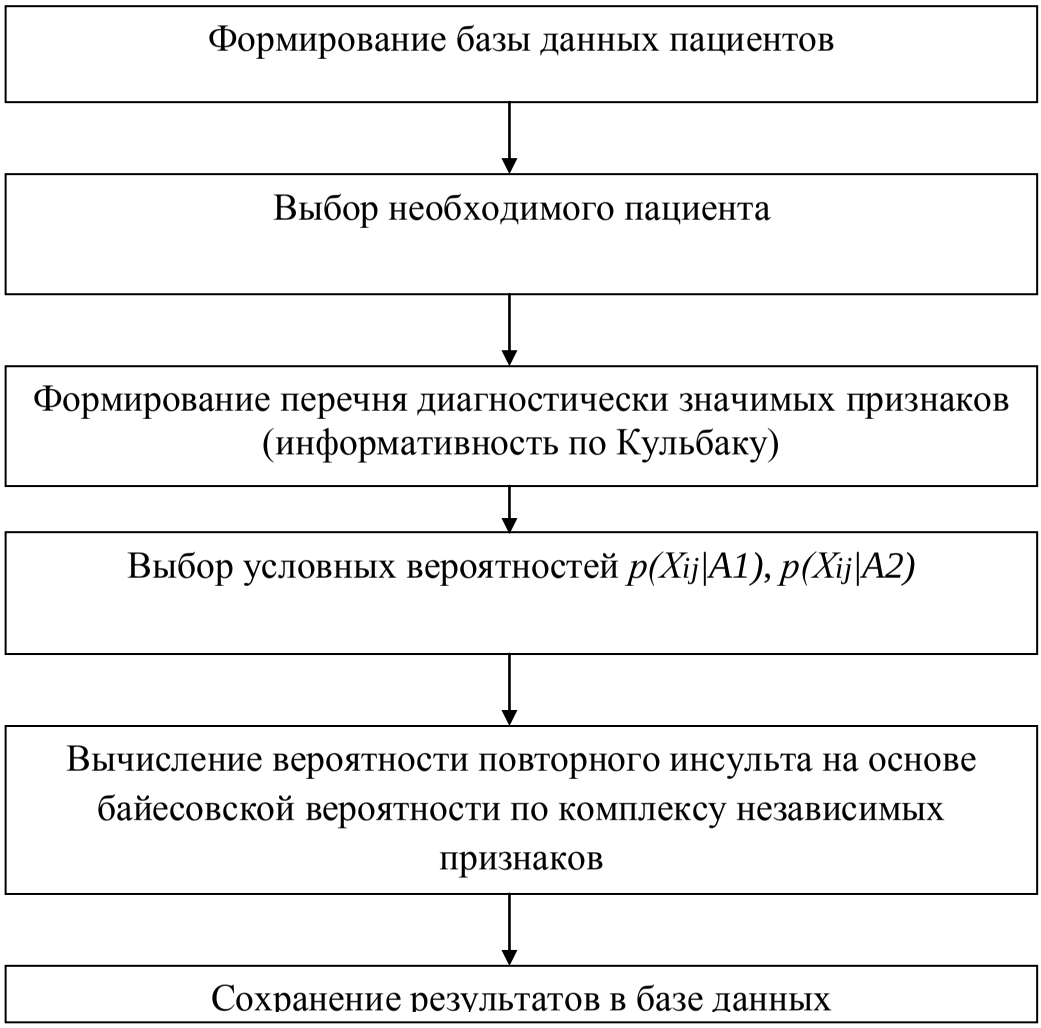


Рис. 3. Алгоритм работы программы расчета вероятностной оценки рецидива инсульта

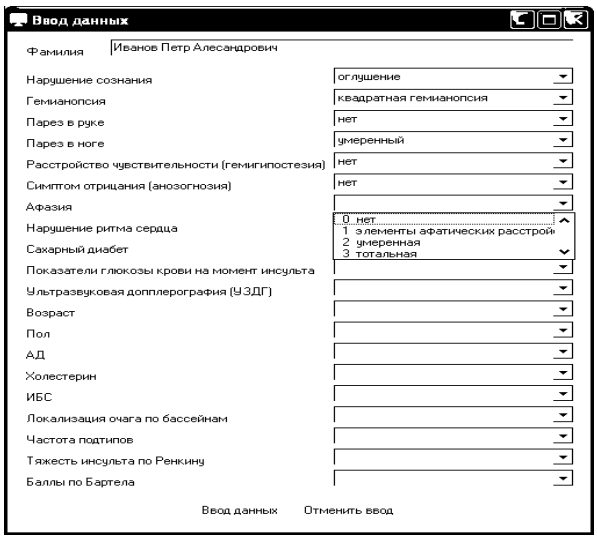


Рис.4. Окно заполнения данных о пациенте

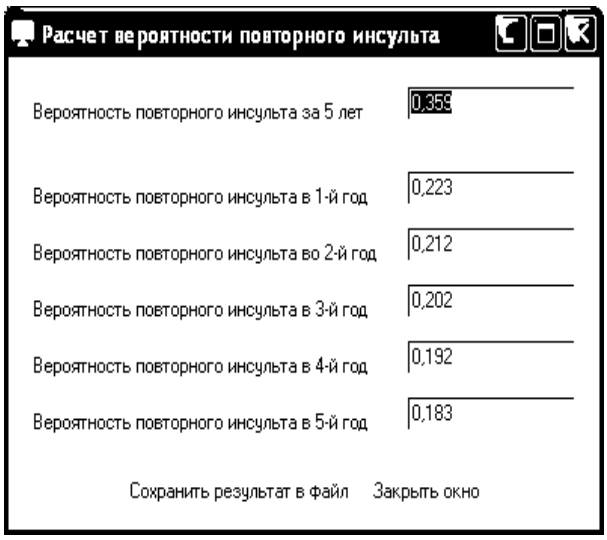


Рис. 5. Окно просмотра результатов расчета вероятностных оценок рецидива инсульта

УДК: 681.3

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМ ПОСТАНОВКИ ДИАГНОЗА У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

MATHEMATICAL MODELS AND ALGORITHMS OF DIAGNOSIS IN PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS

Гладских Н.А., к.т.н., ассистент, **Судаков О.В.,** д.м.н., доцент,
Алексеев Н.Ю., к.м.н., доцент, **Богачева Е.В.,** к.ф.-м.н., доцент
ГОУ ВПО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко»
г. Воронеж, Россия
ngladskikhl@rambler.ru

DOI: 10.12737/15999

Аннотация: В статье представлена математическая модель и алгоритм постановки диагноза у больных сахарным диабетом.

Summary: The paper presents a mathematical model and an algorithm for the diagnosis of patients with diabetes mellitus.

Ключевые слова: сахарный диабет, метод априорного ранжирования, экспертное оценивание.

Keywords: diabetes, a priori method of ranking, expert evaluation.

Еще 20 лет назад численность больных **сахарным диабетом** в мире не превышала 30 млн. человек. В настоящее время сахарным диабетом страдает приблизительно 285 миллионов человек во всем мире, что составляет 6 – 7% всего взрослого населения. Около 50% которых приходится на наиболее активный, трудоспособный возраст – 40 – 59 лет. Сахарный диабет признан эпидемией, и к 2030 г. ожидается, что количество больных достигнет 438 миллионов человек. Также, согласно прогнозам ВОЗ, к 2030 году СД может стать седьмой ведущей причиной смерти в мире.

Высокие темпы роста заболеваемости сохраняются и в России. За последние 10 лет численность больных СД по обращаемости выросла в 2 раза и достигла 3,029 млн человек (по данным Государственного регистра больных СД на январь 2009 г.). Между тем, данные исследований, проведенных Эндокринологическим научным центром в 2002-2009гг., показали, что реальная численность больных СД выше зарегистрированной в 2-3 раза и составляет около 9 млн человек.

Таким образом, становится актуальным разработка методов и алгоритмов при постановке диагноза у больных сахарным диабетом.

На первом этапе все возможные значения показателей, используемых при постановке диагноза заболевания сахарным диабетом, ранжируются по степени значимости. Для ранговой оценки каждого значения применяется метод априорного ранжирования, использующий экспертную информацию. Метод априорного ранжирования позволяет объективно оценить субъективное мнение специалистов (экспертов), так как при большом числе параметров мнение экспертов о степени влияния того или иного фактора могут расходиться.

При сборе априорной информации экспертам (m>7) предлагается заполнить анкеты, в которых необходимо оценить n значений показателя в зависимости от степени их влияния на вероятность повторного инсульта.

В результате ранжирования показателей по степени убывания или возрастания их влияния каждому лингвистическому значению присваивается определенный ранг. Если эксперты затрудняются присвоить всем значениям различные ранги, они могут присвоить двум или нескольким переменным одинаковые ранги. В случае одинаковых рангов матрица ранжирования приводится к нормальному виду. Для этого переменным, имеющим одинаковые ранги, приписывается ранг, равный среднему значению мест, которые переменные поделили между собой.

Пользуясь предложенной методикой, на основе сформированной базы данных, были рассчитаны диагностические коэффициенты и значения информативности по каждому из признаков, а также были отобраны следующие показатели:

1. **Глюкоза** - анализ крови на уровень глюкозу.
2. **Суточный мониторинг АД (СМАД)**
3. **Общий анализ мочи** (функция почек, белок, …).
4. **ИМТ** (рост, вес, ожирение)
5. **Гликированный гемоглобин**

Значения оценок экспертов приведены в таб. 1. Веса рассчитывались по формуле

$$W_i = \frac{[m*n-\sum r_{ij}]}{[m*n*(n-(m-1)/2)]} \quad (1)$$

где n- количество показателей, m- количество экспертов, r_{ij} - оценка i- го эксперта j-му показателю.

Таблица 1. Значения оценок экспертов.

ПЕРЕМ.	ПОКАЗАТЕЛИ	ОЦЕНКИ ЭКСПЕРТОВ								∑	w_i
X1	Глюкоза	3	3	5	1	1	1	1	1	16	0,400
X2	СМАД	2	1	3	1	5	4	5	2	23	0,283
X3	Анализ мочи	3	2	4	1	4	5	4	1	24	0,266
X4	ИМТ	4	4	3	2	3	3	2	2	23	0,283
X5	Гликированный гемоглобин	1	5	1	1	2	2	3	1	16	0,400

В нашем случае n=5, m=8.

Получаем $w_1=0,400;\ w_2=0,283;\ w_3=0,266;\ w_4=0,283;\ w_5=0,400.$

Тогда математическая модель($Y_{сах.диаб}$)

$$Y_{сах.диаб.}=\sum x_i w_i \qquad (2)$$

$$Y_{сах.диаб.}=0,400*x_1+0,283*x_2+0,266*x_3+0,283*x_4+0,400*x_5. \qquad (3)$$

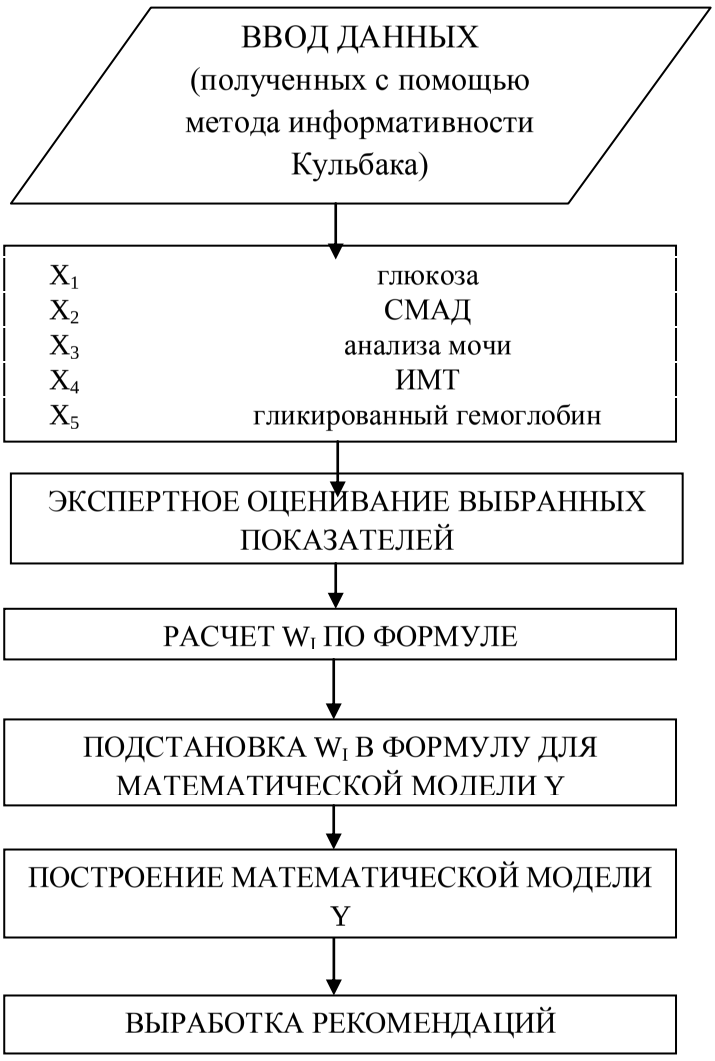


Рис. 1. Алгоритм построения модели заболеваемости сахарным диабетом.

Вышеуказанные показатели переводят из лингвистических значений в численные оценки, которые после нормируются вследствие чего получают нормированные оценки, которые и подставляют в разработанную модель (3) для последующего анализа заболеваемости и уточнения степени тяжести.

Алгоритм построения модели представлен на рис. 1.

УДК: 517.982

ПОЗИЦИОННЫЕ ИГРЫ С НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ НА ПРИМЕРЕ ТЕОРЕТИКО-ИГРОВОЙ МОДЕЛИ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ

POSITIONAL GAMES WITH INCOMPLETE INFORMATION FOR EXAMPLE THEORETIC MODEL OF MILITARY ACTIONS

Головко Н.И., Фатьянов А.С., Шкрыкин И.Р.

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

г. Воронеж, Россия

golovko_nadezhda46@mail.ru

DOI: 10.12737/16000

Аннотация: В статье рассматривается построение математической модели боевых действий как позиционной игры, а именно находятся оптимальные стратегии противников в зависимости от тех или иных погодных условий, а также вычисляется значение игры, позволяющее оценить выигрыш сторон.

Summary: The article deals the construction of a mathematical model as the positional game, namely the optimal strategies of opponents which depend on weather conditions are found. Moreover, this article allows to estimate the prize of the opponents by finding the value of the game.

Ключевые слова: позиционная игра, оптимальные стратегии, значение игры

Keywords: the positional game, the optimal strategies, the value of the game.

Проиллюстрируем построение и решение игры с различной информацией о функции выигрыша у игроков на конкретном примере, учитывающем невозможность противников оценить эффективность действий друг друга.

Предположим, что противолодочный самолет (игрок 2) для обнаружения подводной лодки (игрок 1), находящейся в некотором районе, может использовать различные средства поиска: гидроакустические буи и магнитометр. Подводная лодка, зная эффективность этих средств, может выбрать разную глубину погружения. Моделью такого столкновения является антагонистическая игра.

Функция выигрыша игрока 1 представлена множеством матриц $H = (H^1,..., H^r)$. Игрок 0 (природа) делает ход, выбирая $k \in K = (1,...,r)$ (тип гидроакустический условий). Число k сообщается игроку 1. Последний, зная матрицу $H^k = \|h_{ij}{}^k\|$, выбирает число i *(i= 1,2,…,m)*. Игрок 2, в свою очередь, должен выбрать число $j (j = 1,2,\ldots,n)$, зная только множество $K = (1,...,r)$ и распределения вероятностей p^k на нем, в соответствии с которым выбирается $k \in K$ (см.[1] – [2]) Поскольку игрок 2 не знает, какой именно тип гидроакустических условий в районе поиска, матрица выигрышей игрока 1 примет вид:

$$H = \begin{pmatrix} h^1{}_{11} & h^1{}_{12} \\ h^2{}_{21} & h^2{}_{22} \end{pmatrix} \qquad (1.1)$$

где h_{ij}^k - вероятность необнаружения подводной лодки в гидроакустических условиях k-го типа при i-ой глубине погружения и j-м средстве поиска. Пусть вероятность наличия гидроакустических условий 1-го типа равна p_1, а 2-го – p_2.

Представим эту игру как позиционную. Граф игры изображен на рисунке, который получен из графа игры с полной информацией путем объединения информационных множеств 2-го игрока. [3]

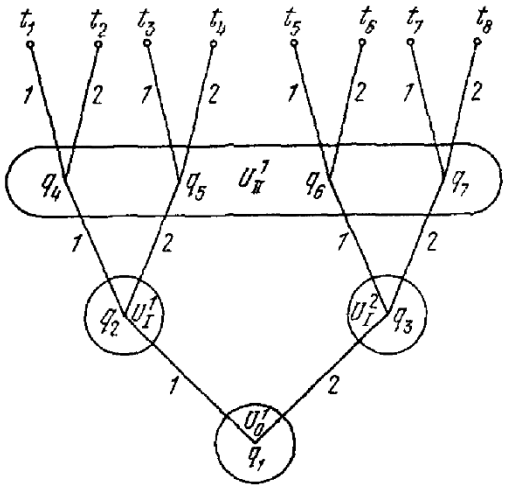


Рис. 1. Позиционная игра с неполной информацией

Очевидно, что игрок 1 имеет четыре стратегии ($x_{11}, x_{12}, x_{21}, x_{22}$), а игрок 2 – две ($y_1, y_2$). Здесь x_{ij} - выбор игроком 1 такого хода, который предписывает погружение лодки на глубину A_i при j-х гидроакустических условиях.

Каждая пара стратегий ($x_{ij} y_j$) определяет математическое ожидание выигрыша игрока 1 в игре, которое является соответствующим элементом матрицы нормальной формы позиционной игры (как показано в [1] – [3]):

$$h_{(i_1,\ldots,i_r),j} = \sum h^k{}_{ij} p^k \tag{1.2}$$

Составим матрицу игры, в которой строки – стратегии игрока 1, столбцы – игрока 2:

$$\begin{matrix} h^1{}_{11} p_1 + h_{11}{}^2 p_2 & h^1{}_{12} p_1 + h_{12}{}^2 p_2 \\ h^1{}_{11} p_1 + h_{21}{}^2 p_2 & h^1{}_{12} p_1 + h_{22}{}^2 p_2 \\ h^1{}_{21} p_1 + h_{11}{}^2 p_2 & h^1{}_{22} p_1 + h_{12}{}^2 p_2 \\ h^1{}_{21} p_1 + h_{21}{}^2 p_2 & h^1{}_{22} p_1 + h_{22}{}^2 p_2 \end{matrix} \tag{1.3}$$

Решением данной матричной игры являются векторы оптимальных смешанных стратегий игроков 1 и 2:

$$\begin{aligned} &\xi = [\xi(x_{11}), \xi(x_{12}), \xi(x_{21}), \xi(x_{22})]; \\ &\eta = [\eta(y_1), \eta(y_2)]. \end{aligned} \tag{1.4}$$

Для обоснования практического применения задачи будем считать известными благодаря исследованиям вероятности появления гидроакустических условий: p_1=1/3, p_2 = 2/3. Пусть также матрицы выигрышей игрока 1 при разных гидроакустических условиях имеют вид:

$$H^1 = \begin{pmatrix} 0,30 & 0,50 \\ 0,20 & 0,30 \end{pmatrix} \quad H^2 = \begin{pmatrix} 0,30 & 0,40 \\ 0,60 & 0,20 \end{pmatrix} \tag{1.5}$$

Воспользовавшись формулой (1.3), получим матрицу выигрыша игрока 1:

$$H = \begin{pmatrix} \frac{0,9}{3} & \frac{1,3}{3} \\ \frac{1,5}{3} & \frac{0,9}{3} \\ \frac{0,8}{3} & \frac{1,1}{3} \\ \frac{1,4}{3} & \frac{0,7}{3} \end{pmatrix} \tag{1.6}$$

Заметим, что первая и вторая стратегии игрока 1 доминируют четвертую и третью. Таким образом, матрица примет вид:

$$H' = \begin{pmatrix} \frac{0,9}{3} & \frac{1,3}{3} \\ \frac{1,5}{3} & \frac{0,9}{3} \end{pmatrix} \qquad (1.7)$$

По теореме о подыгре ([1]) всякое решение игры $\Gamma' =< X \setminus \{3,4\}, Y, H' >$, представленной матрицей H', является решением исходной игры $\Gamma =< X, Y, H >$.

Заметим, что матрица H' не имеет седловой точки, так как не выполнено равенство минимакса и максимина. Таким образом, игра не имеет решения в чистых стратегиях.

Пусть x_{11}, x_{12} - смешанные стратегии игрока 1, тогда (x_{11}, x_{12}) = (ξ. 1- ξ), где $\xi \in [0,1]$. Пусть также игрок 2 выбрал чистую стратегию $j(1,2)$. Найдем оптимальные стратегии. Выигрыш игрока 1 в ситуации (x, j) по определению равен ([1]):

$$K(x, j) = \xi\, h_{ij} + (1-\xi) h_{ij}, \qquad (1.8)$$

или, применимо к поставленной задаче:

$$K((\xi, 1-\xi), \bar{1}) = (\xi, 1-\xi) \begin{bmatrix} \frac{0,9}{3} \\ \frac{1,5}{3} \end{bmatrix} = -\frac{0,6}{3}\xi + \frac{1,5}{3}; \qquad (1.9)$$

$$K((\xi, 1-\xi), \bar{2}) = (\xi, 1-\xi) \begin{bmatrix} \frac{1,3}{3} \\ \frac{0,9}{3} \end{bmatrix} = \frac{0,4}{3}\xi + \frac{0,9}{3}. \qquad (1.10),$$

где $\bar{1}, \bar{2}$ - выбранные чистые стратегии игрока 2.

Выигрыш игрока 1 представляет собой прямую в координатах (ξ, K). Точка ξ^*, в которой достигается максимум функции $H(\xi)$ и дает требуемое оптимальное решение $x^* = (\xi^*, 1-\xi^*)$. Решив в системе уравнения (1.9), (1.10), получим оптимальную стратегию 1 игрока $x^* = (3/5, 2/5, 0, 0)$. Оптимальная стратегия находим аналогично, используя теорему о значении игры([1], гл.1) В результате имеем:

$$(1, 0) \begin{bmatrix} \frac{0,9}{0,3} & \frac{1,3}{3} \\ \frac{1,5}{3} & \frac{0,9}{3} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} \eta \\ 1-\eta \end{pmatrix} = -\frac{0,4}{3}\eta + \frac{1,3}{3} \qquad (1.11)$$

$$(0,1)\begin{bmatrix} \frac{0,9}{0,3} & \frac{1,3}{3} \\ \frac{1,5}{3} & \frac{0,9}{3} \end{bmatrix}\begin{pmatrix} \eta \\ 1-\eta \end{pmatrix} = \frac{0,6}{3}\eta + \frac{0,9}{3} \qquad (1.12)$$

где $(1,0)$ - чистые стратегии 1-го, а $\begin{pmatrix} \eta \\ 1-\eta \end{pmatrix}$ - смешанные стратегии 2-го игрока.

Отсюда получаем оптимальную стратегию $y^* = (2/5, 3/5)$ игрока 2. Вычислим оптимальные стратегии игроков на своих информационных множествах: $X^*(1) = (1,0),\ X^*(2) = (3/5, 2/5),\ Y^* = (2/5, 3/5).$

Здесь были использованы формулы стратегий поведения (см.[3], с. 128):

Полученные данные позволяют интерпретировать результат с практической точки зрения. Таким образом, подводной лодке рекомендуется в гидроакустических условиях 1-го типа находиться на глубине A_1. В условиях 2-го типа подводной лодке целесообразно находиться попеременно на глубинах A_1 и A_2, пропорционально вероятностям выбора чистых стратегий.

Поясним сказанное. Пусть T - время нахождения подводной лодки в районе поиска её противолодочными самолётами. Очевидно, что $T = T_1 + T_2$, где T_1- время нахождения на глубине A_1, T_2 - время нахождения на глубине A_2. Так, если T=100 часов, то подводная лодка на глубине A_1 должна находиться 60 часов, а на глубине A_2 - 40 часов.

Список литературы

1. Петросян Л. А., Зенкевич Н. А., Семина Е. А. Теория игр. – М.: Высш.шк., Книжный дом "Университет", 1998. – 304 с.

2. Дюбин Г. Н., Суздаль В. Г. Введение в прикладную теорию игр. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981. – 336 с.

3. Оуэн Г. Теория игр. – М.: Мир, 1971. – 230 с.

4. Крушевский А.В. Теория игр. - Киев: Вища школа, 1977. – 215 с.

5. Вентцель Е.С Элементы теории игр. - М.: Физматгиз, 1969. – 64 с.

6. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. – М., 1981.

УДК: 519.6

МНОГОМЕРНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННЫЙ ЭТАП

MULTIDIMENSIONAL OPTIMIZATION MODERN STAGE

Золотухин С.И., адъюнкт, **Синёв М.Ю.,** к.т.н., доцент
ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
г. Воронеж, Россия
sx1188@rambler.ru

DOI: 10.12737/16001

Аннотация: В статье представлены общие преимущества и недостатки классических детерминированных и стохастических поисковых алгоритмов оптимизации. Рассмотрен пример гибридного алгоритма, его принцип организации и преимущества.

Summary: This paper presents the general advantages and disadvantages of the classical deterministic and stochastic search algorithms optimization. An example of a hybrid algorithm, its organizing principle and benefits.

Ключевые слова: гибридный алгоритм, глобальная оптимизация, функция, дифференцируемость, сходимость.

Keywords: hybrid algorithm, global optimization, function, differentiability, convergence.

Введение

В процессе проектирования интеллектуальных систем часто возникает задача определения наилучших значений параметров или структуры объектов. Такая задача называется оптимизационной. Многие научные и инженерные проблемы в современном обществе решаются по средствам моделирования изучаемых объектов, с дальнейшей оптимизаций, структуры и (или) параметров применительно к соответствующей задаче. Разработка модели с имеющимся на сегодняшний день математическим аппаратом и прикладным программным обеспечением не составляет особо больших затруднений. Вопрос оптимизации стоял и стоит особняком. Возрастающая сложность оптимизируемых объектов, наблюдаемая в последние десятилетия, приводит к усложнению их математических моделей, что значительно затрудняет решение соответствующих экстремальных задач.

Основная часть

Существует класс задач оптимизации, в которых рассматриваются критериальные функции с сильными математическими свойствами, такими как липшицева непрерывность, дифференцируемость и т.д. В подобных случаях возможно применение классических детерминированных алгоритмов, которые, в частности, используют информацию о производных первого и второго порядка от критериальных функций, а также характеризуются высокой скоростью сходимости [1]. Однако в значительном числе практических задач современной действительности мы сталкиваемся с не дифференцируемостью, зашумленностью , стохастичностью, это в свою очередь налагает ограничения на моделирование, вследствие чего критериальные функции обычно не обладают желаемыми свойствами. Описание некоторых современных подходов к повышению эффективности известных детерминированных методов оптимизации приведено в работах [2,3]. Размерность задачи оптимизации накладывает ограничение на применимость детерминированных методов, а именно, чем больше число переменных, тем меньше эффективность используемого метода.

Для эффективного решения задач глобальной оптимизации в 80-х годах прошлого века началась интенсивная разработка класса стохастических поисковых алгоритмов оптимизации, которые в разных публикациях называют поведенческими, интеллектуальными, метаэвристическими, вдохновленными (инспирированными) природой, роевыми, многоагентными, популяционными и т.д. [4]. К ним относятся алгоритмы моделируемого отжига, генетические, управляемого случайного поиска, метод оптимизации роя частиц и др. Вместе с тем, чувствительность к выбору параметров перечисленных алгоритмов, устанавливаемых пользователем или обусловленных содержанием задачи, во многом определяет скорость сходимости итерационного процесса. Основным недостатком, ограничивающим применение стохастических алгоритмов, является высокая вычислительная стоимость получаемых решений.

В настоящее время большую популярность приобретают так называемые гибридные алгоритмы. Суть построения данных алгоритмов заключается в объединении различного рода стохастических алгоритмов, осуществляющих поиск области, перспективной на глобальный экстремум, и методов детерминированного локального поиска. Некоторые гибридные алгоритмы глобальной оптимизации, построенные на основе эволюционных алгоритмов в

сочетании с детерминированными процедурами локального поиска, описаны в работах [5,6].

В настоящее время преимущественно за рубежом идет активный синтез новых гибридных алгоритмов и сравнение их эффективности. Рассмотрим один из новых гибридных алгоритмов M-PCAHJ реализованный в виде прикладного программного обеспечения. В представленном ниже фрагменте псевдокода гибридного алгоритма его первая (генерация начального решения) и третья (рассеяние) функции полностью соответствуют аналогичным функциям стохастического алгоритма M-PCA [1, 7].

```
1. Generate an initial solution Old_Config
Best_Fitness = Fitness (Old_Config)
Update Blackboard
For n=0 to # of particles
    For n=0 to # of iterations
        Update Blackboard
        Perturbation ( )
        If Fitness (New_Config) > Fitness (Old_Config)
            If Fitness (New_Config) > Best_Fitness
                Best_Fitness := Fitness (New_Config)
            End If
            Old_Config := New_Config
            Exploration ( )
        Else
            Scattering ( )
        End If
    End For
End For
2. Exploration ( )
    For n=0 to # of iterations
        Small_Perturbation ( )
            Local search
            using Hooke–Jeeves method
            Check stopping criterion:
            Find global solution Best Fitness
            Else continue
```

If Fitness *(New_Config)* > *Best_Fitness*

Best_Fitness := Fitness *(New_Config)*

End If

Old_Config := *New_Config*

End For

Return

3. Scattering ( )

$p_{scatt} = 1 -$ (Fitness (New_Config)) / $(Best_Fitness)$

If p_{scatt} > random(0, 1)

Old_Config := random solution

Else

Exploration ( )

End If

Return

При использовании гибридного алгоритма HJPCA среднее количество вычислений значений критериальных функций составило 20,4% относительно алгоритма GLOBAL и 14,5% – относительно алгоритма C-GRASP [8]. Следовательно, гибридный алгоритм HJPCA является одним из наиболее мощных современных алгоритмов глобальной оптимизации.

Вывод

Решение оптимизационных задач, является актуальным вопросом сегодняшнего информационно-технотронного общества. С расширением области применения оптимизационных алгоритмов, повысились требования к их эффективности, что и вызвало развитие комплексных или гибридных алгоритмов, состоящих из нескольких, теперь уже можно сказать «классических» алгоритмов. Основным достоинством гибридных алгоритмов является компенсация недостатков одной из компонент за счет другой.

Список литературы

1. Сулимов В. Д., Шкапов П. М., Носачев С. К. Локальный поиск методом Хука–Дживса в гибридном алгоритме глобальной оптимизации/ М.: Наука и Образование, 2014г.

2. Lera D., Sergeev Ya.D. Acceleration of univariate global optimization algorithms working with Lipschitz functions and Lipschitz first derivatives // SIAM Journal on Optimization. 2013. Vol. 23, no. 1. P. 508-529. DOI: 10.1137/110859129

3. Birgin E.G., Martínez J.M., Prudente L.F. Augmented Lagrangians with possible infeasibil-ity and finite termination for global nonlinear programming // Journal of Global Optimiza-tion. 2014. Vol. 58, no. 2. P. 207-242. DOI: 10.1007/s10898-013-0039-0

4. Карпенко А. П., Шуров Д. Л. Гибридный метод глобальной оптимизации на основе искусственной иммунной системы/ М.: Наука и Образование, 2012г.

5. Voglis C., Parsopoulos K.E., Papageorgiou D.G., Lagaris I.E., Vrahatis M.N. MEMPSODE: A global optimization software based on hybridization of population-based algorithms and local searches // Computer Physics Communications. 2012. Vol. 183, no. 2. P. 1139-1154. DOI: 10.1016/j.cpc.2012.01.010

6. Źilinskas A., Źilinskas J. A hybrid global optimization algorithm for non-linear least squares regression // Journal of Global Optimization. 2013. Vol. 56, no. 2. P. 265-277. DOI: 10.1007/s10898-011-9840-9

7. Luz E.F.P., Becceneri J.C., de Campos Velho H.F. A new multi-particle collision algorithm for optimization in a high performance environment // Journal of Computational Interdisci-plinary Sciences. 2008. Vol. 1, no. 1. P. 3-10. DOI: 10.6062/jcis.2008.01.01.0001

8. Rios-Coelho A.C., Sacco W.F., Henderson N. A Metropolis algorithm combined with Hooke-Jeeves local search method applied to global optimization // Applied Mathematics and Computation. 2010. Vol. 217, no. 2. P. 843-853. DOI: 10.1016/j.amc.2010.06.027

УДК: 532.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЙ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ В КАВЕРНАХ МЕТОДОМ РЕШЕТОЧНЫХ УРАВНЕНИЙ БОЛЬЦМАНА

SIMULATION OF CURRENTS OF VISCOUS LIQUID IN CAVITIES BY THE LATTICE BOLTZMANN METHOD

Остапенко А.А., аспирант
ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»
Украина, г. Мариуполь
azzazelius@mail.ru

DOI: 10.12737/16002

Аннотация: В статье рассматривается моделирование течений жидкости в кавернах квадратной и клиновидной форм методом решеточных уравнений Больцмана. Результаты численного решения были сопоставлены с результатами численного решения аналогичных задач в пакете Comsol Multiphysics.

Summary: In this article discusses the simulation of fluid flows in a square and wedge shaped cavities by Lattice Boltzmann method (LBM). The numerical solutions were compared with the numerical solutions of the similar problems received in the Comsol Multiphysics package.

Ключевые слова: уравнение Навье-Стокса, численное решение, каверна, число Рейнольдса.

Keywords: Navier-Stokes equation, numerical solution, cavity, Reynolds number.

Традиционный подход, используемый в вычислительной гидродинамике – получение решения уравнения Навье-Стокса с помощью общепринятых численных методов: методов конечных разностей, конечных элементов, конечных объемов, спектральных методов и т. п. Однако часто возникают сложности при получении численного решения для уравнений Навье-Стокса с помощью традиционного подхода. Они связаны с огромными вычислительными затратами, необходимыми для решения гидродинамических проблем в системах с топологически сложными граничными условиями (например, в пористых средах) [1]. Однако в последние 25 лет развивается альтернативный подход – метод решеточных уравнений Больцмана (Lattice Boltzmann method или LBM), в котором для моделирования течения вязкой

ньютоновской жидкости решается дискретизированное уравнение Больцмана. [2].

В задаче о течении вязкой жидкости в каверне рассматривается область квадратной и клиновидной форм. Ставятся только кинематические граничные условия — условия непротекания на трех или двух сторонах каверны соответственно и условие скользящей стенки на верхней границе. Рассматривались малые и умеренные значения *Re*: 0.01, 1, 50, 100, 200, 500, 1000, 1500. Расчеты производились на сетках с одинаковым шагом по обеим декартовым координатам. Результаты численных решений, полученных методом решеточных уравнений Больцмана из оригинальной программы, написанной на языке C++ в среде разработки программного обеспечения MS Visual Community 2015, сравниваются с аналогичными решениями, полученными в пакете Comsol Multiphysics 4.2.

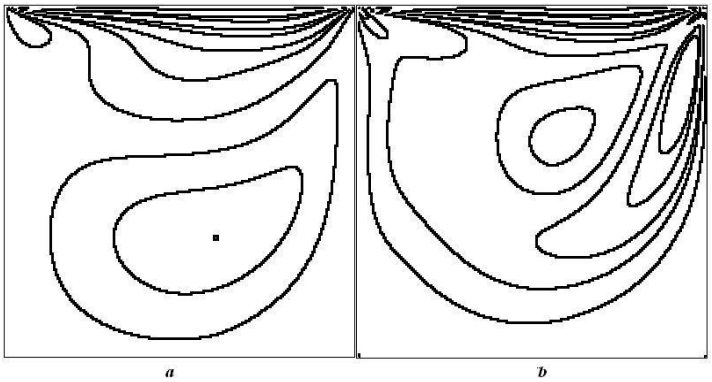


Рис. 1 – Линии уровня, полученные с помощью LBM
u_x компоненты скорости (a), модуля скорости u (b). *Re* = 360

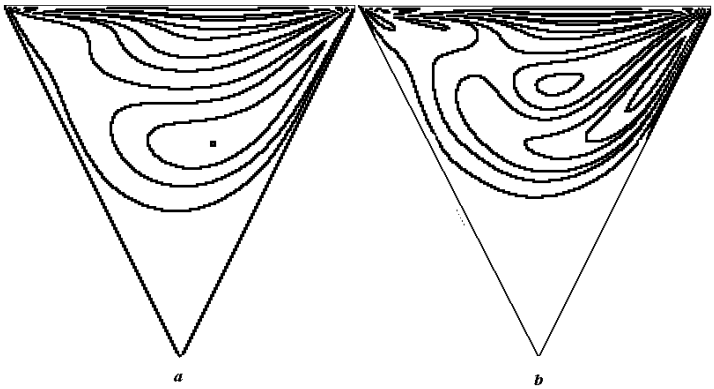


Рис. 2 – Линии уровня, полученные с помощью LBM
u_x компоненты скорости (a), модуля скорости u (b). *Re* = 600

Полученные результаты моделирования течений жидкости методом решеточных уравнений Больцмана в квадратной и клиновидной кавернах показывают, что метод имеет высокую точность решения и позволяет легко адаптировать задачу к различной геометрии. При этом LBM достаточно прост в понимании и программировании, поскольку опирается на кинетическую теорию газов. Среди прочих, к преимуществам альтернативного подхода можно отнести возможность распараллеливания алгоритма и простую адаптацию модели для различных внешних воздействий и физических свойств системы. Недостатком метода является условная устойчивость, которая не позволяет смоделировать течения с большими числами Рейнольдса (Re>2200). В дальнейшем предполагается модифицировать алгоритм для моделирования течений с большими числами Рейнольдса и исследовать возможности распараллеливания алгоритма.

Список литературы

1. Succi S. The Lattice Boltzmann Equation for Fluid Dynamics and Beyond, Oxford University Press/ S. Succi. – 1999. – 288 p.

2. X. He Lattice Boltzmann Model for the Incompressible Navier-Stokes// Journal of statistical physics. – 1997. – V.88. – 927-944 p.

3. M. Sucop Lattice Boltzmann Modeling. An Introduction for Geoscientists and Engineers/ Miami: 2006. – 171 p.

4. D. Wolf-Gladrow Lattice-Gas Cellular Automata and Lattice Boltzmann Method – An Introduction/ Bremerhaven: Alfred Wegener Institute for Polar and Marine, 2005. – 273 p.

5. Г.В. Кривовичев О расчете течений вязкой жидкости методом решеточных уравнений Больцмана / Г.В. Кривовичев // Компьютерные исследования и моделирование. – 2013. – Т.5. №2. – 165-178.

УДК 519.6

ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ БЕЗ ВЫБОРА ГЛАВНОГО ЭЛЕМЕНТА

NUMERICAL METHOD FOR SOLVING SYSTEMS OF LINEAR EQUATIONS WITHOUT MAKING A SELECTION OF THE MAIN ELEMENT

Парт А.А., преподаватель,
Жеребятьев А.Н., курсант, **Косниковский Н.Е.,** курсант
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е.Жуковского и Ю.А.Гагарина»
г.Воронеж, Россия
anna_razinkova@mail.ru
DOI: 10.12737/16003

Аннотация: Новый прямой метод решения систем алгебраических уравнений размерности (m,n), имеет прямой и обратный ход. Вследствие исключения процедуры выбора главного элемента, усилена его вычислительная устойчивость.

Summary: New direct method for solving linear systems of algebraic equations with (m,n)-matrix consists of the direct and backward parts. The absence of the main element choosing increases the numeric efficiency and accuracy of the method.

Ключевые слова: система алгебраических уравнений, матрица, ранг.

Keywords: systems of algebraic equations, matrix, rank.

Анализ прямых численных методов решения систем линейных алгебраических уравнений показывает, что многие из них опираются на последовательное исключение неизвестных. При этом процесс исключения предполагает ответы на вопросы, в какой последовательности рассматривать уравнения из заданной системы уравнений и какое неизвестное исключать из конкретного выбранного уравнения. Можно, например, исключать неизвестные в соответствии с их порядковым номером, начиная с первого. При этом, одна из лежащих на поверхности трудностей, заключается в том, что соответствующие коэффициенты при неизвестных, в некоторых случаях, могут оказаться нулевыми. Чтобы избежать этого, придется переставить уравнения местами, перенумеровать неизвестные, или выполнить другие продуманные действия.

Более серьезным может оказаться то, что выкладки будут не оптимальными последовательностями действий в смысле накопления погрешностей в компьютере. Для оптимизации можно, например, исключать из уравнения ту неизвестную, около которой будет наибольший числовой коэффициент. Аргументы в пользу такого действия носят эвристический характер, не до конца обоснованы. Анализ подобных методов исключения приводит к желанию разработать такой метод, который не зависел бы от выбора исключаемого элемента. Останется еще один произвол, связанный с последовательностью выбора уравнений из рассматриваемой системы. На нем также следует акцентировать внимание, так как порядок, в котором выбираются уравнения, может быть использован для реализации тех или иных вычислительных целей.

Как было показано в работе [1], нормальное псевдорешение системы уравнений

$$Au^T = b, \tag{1}$$

имеет вид

$$u^T = (E - A^T(AA^T)^{-1}A)p^T + A^T(AA^T)^{-1}b^T\ , \tag{2}$$

где A матрица размерности (m,n), ранг которой равен m. Тогда AA^T- квадратная матрица размерности $m \times m$. Её ранг, как и матрицы A, равен m, следовательно, обратная матрица $(AA^T)^{-1}$ существует.

Решение (2) представим в матричной форме

$$u^T = \Phi p^T + D^T,$$

где $\Phi = E - A^T(AA^T)^{-1}A$ и $D = Qb^T = A^T(AA^T)^{-1}b^T$. В цитируемой статье доказана теорема: Квадратная матрица Ф является проектором, матрица Q псевдообратной матрицей к матрице A, а вектор D нормальным псевдорешением системы уравнений (1).

В статье [1] на основе общего решения (2) был сконструирован алгоритм решения системы (1) без обратного хода. На основе формулы (2) нами разработан и протестирован новый метод нахождения псевдообратного решения систем алгебраических уравнений. Метод в своем составе содержит прямой и обратный ход и опирается на проектирование произвольной точки на аффинное пространство, задаваемое системой алгебраических уравнений с матрицей A. В случае квадратной матрицы, метод выполняет $2n^3$ флопов и по скорости сопоставим с известными методами [2,3], и, вероятно, более устойчив к погрешностям, так как не пользуется идеологией выбора главного элемента и, в тоже время, опирается на ограниченный диапазон чисел $-1 \le d \le 1$.

Список литературы

1. Кутрунов В. Н. Проекционный метод поиска псевдорешений систем линейных алгебраических уравнений// Вестник ТюмГУ, математика. 2004. № 4. С. 242-250.
2. Воеводин В.В.,Кузнецов Ю.А. Матрицы и вычисления. - М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984. - 320 с.
3. Голуб Дж., Ван Лоун Ч. Матричные вычисления: Пер. с англ.- М.: Мир,1999. - 548с.

УДК 630.79:004.9

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ДРЕВЕСНЫХ РЕСУРСОВ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

DEVELOPMENT FEATURES OF THE AUTOMATED INFORMATION SYSTEM INVENTORY OF WOOD RESOURCES OF FOREST PLANTATIONS

Стариков А.В., д.т.н., профессор,
Малышев В.В., к.с-х.н., доцент, **Батурин К.В.,** аспирант
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»
г. Воронеж, Россия
Dialog810@ya.ru

DOI: 10.12737/16004

Аннотация: В статье рассмотрена возможность создания автоматизированной лесоинвентаризационной информационной системы на основе информационно-справочной системы лесоводственно-таксационных нормативов показателей лесных насаждений с использованием современных методов и технологий дистанционного зондирования Земли.

Summary: The article considers the possibility of creating forest inventory automated information system based on information system forestry and taxation regulations indicators of forest plantations using modern methods and technologies of remote sensing of the Earth.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, лесотаксационные нормативы, математическое моделирование, таксационные показатели, автоматизация инвентаризации лесов.

Keywords: remote sensing, inventory areas regulations, mathematical modeling, inventory indices, forest inventory automation.

России принадлежит лидирующее место в мире по запасам (81,6 млрд. куб. м, или 25 % мировых запасов) и площади (771,1 млн. га) лесных ресурсов. Леса покрывают почти половину (45%) территории нашей страны. Всесторонняя оценка и учёт биологических ресурсов на огромной территории невозможны без применения современных информационно-справочных систем, технологий и средств дистанционного зондирования, а также ГИС нового поколения. Это направление деятельности в лесном хозяйстве России является приоритетным, требующим регулярного обновления технических средств и используемых технологических решений.

Инвентаризация лесов в соответствии со сложившейся традиционной технологией предусматривает наземную таксацию с использованием дешифрированных аэрофотоснимков (АФС). Для целей дешифрирования обычно используют спектрозональные аэрофотоснимки, на базе которых формируется цифровой ортофотоплан местности, а уже на его основе − выходные картографические материалы. Традиционная технология формирования лесоустроительных картографических материалов, построенная на основе использования АФС, отличается значительной трудоемкостью. Количество обрабатываемых снимков на территорию среднего лесхоза (около 100 тыс. га) приблизительно составляет около 500…700 шт. (при масштабе снимков 1:15000). Выполнение операций только по трансформированию и привязке снимков требует значительных трудозатрат. Для получения цифровых картографических лесоустроительных материалов необходимо выполнить сканирование дешифрированных АФС для их дальнейшей векторизации [1].

С появлением спутников дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), оборудованных оптико-электронными сенсорами сверхвысокого разрешения, сканерные космические снимки смогли составить конкуренцию аэрофотоснимкам в качестве исходного материала для крупномасштабного картографирования. По техническим характеристикам современные сканерные снимки пригодны для создания карт масштабов 1:5000 и меньше.

Переход на использование материалов космической съемки, в том числе сверхвысокого разрешения (0,5…1 м), позволит повысить точность и сократить сроки и затраты на ортотрансформирование (геопривязку) снимков и их дальнейшую обработку вследствие отображения на космических снимках значительных по площади территорий (в сравнении с материалами АФС).

Существенный недостаток материалов космической съемки сверхвысокого разрешения на сегодняшний день − это отсутствие доступности стереоизображений и их высокая стоимость, что ограничивает возможности выполнения дешифрирования насаждений, различающихся по высоте и породному составу.

В этой связи необходимо разработать автоматизированную информационную систему инвентаризации лесных насаждений, основанную на лесоводственно-таксационных нормативах, с возможностью автоматического «сопряжения» их с таксационными показателями, определяемыми при дешифрировании материалов ДЗЗ [2].

Следует отметить, что действующие на сегодняшний день лесоводственно-таксационные нормативы имеют условный характер и не отражают возрастной динамики роста, строения, общей, товарной, биологической продуктивности древостоев разной породной, возрастной и пространственной структуры, а так же не учитывают экологических условий местопроизрастания древостоев. Это связанно с тем, что применяемые нормативы отражают статичное состояние совокупности чистых по составу, нормальных (максимально сомкнутых) древостоев разного возраста. Доля таких древостоев занимает не более 10 % площади лесов Российской Федерации.

Для решения этой задачи необходимо разработать многомерные статистические модели определения возраста и среднего диаметра элементов леса в зависимости от верхней высоты и полноты древостоя в разрезе по типам лесорастительных условий. Верхняя высота является основным таксационным показателем, включаемым в математическую модель в качестве независимой переменной, и достаточно точно определяется дистанционно современными методами фотограмметрической обработки снимков [3].

В результате предложенных решений можно сделать следующие выводы:

1. Применение современных технологий ДЗЗ и методов фотограмметрической обработки снимков позволяют надежно дешифрировать

таксационные показатели древостоев, необходимые для процесса автоматизации инвентаризации древесных ресурсов.

2. Математическая обработка дешифрированных таксационных показателей методами статистического моделирования позволяет с высокой степенью достоверности определить таксационные показатели древостоев.

3. Создание автоматизированной информационной системы инвентаризации древесных ресурсов позволяет получать таксационную характеристику древостоев с возможностью их распределения по классам (ступеням) толщины.

Таким образом, изложенная последовательность методических решений позволяет учесть особенности автоматизации процесса инвентаризации лесных ресурсов дистанционными методами зондирования Земли.

Список литературы

1. Ильючин, М.А. Использование материалов ДЗЗ в лесоустройстве [Текст] / М.А. Ильючин, С.С. Цай // Геоматика. − № 4. – 2013. – С. 59-62.

2. Хлюстов В.К., Хлюстов Д.В. Современные технологии дистанционного зондирования и информационные справочные системы земли лесотаксационных нормативов − основные элементы автоматизации комплексной инвентаризации древесных ресурсов [Текст] / В.К. Хлюстов, Д.В. Хлюстов // Интерэкспо ГЕО-СИБИРЬ. − 2013.− Т. 8. С.29−35.

3. Хлюстов В.К., Устинов М.М., Хлюстов Д.В. Информационно-справочная система комплексной оценки древесных лесных ресурсов [Текст] / В.К. Хлюстов, М.М. Устинов, Д.В. Хлюстов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. − 2013.− Вып. 2. С.148−166.

УДК 512.563.6

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ПОДВИЖНОЙ ПЛАТФОРМОЙ С ТРЕМЯ КОЛЕСАМИ

DEVELOPMENT OF CONTROL ALGORITHM FOR MOVING PLATFORM WITH THREE WHEELS

Таболин И.И., студент
Воронежский государственный технический университет
г. Воронеж, Россия
iwan.tabolin@yandex.ru
DOI: 10.12737/16005

Аннотация: Поставлена задача: разработать схему управления подвижной платформы с тремя независимыми ведущими электродвигателями-колёсами, органы управления – кнопки «Вперёд», «Назад», «Вращение».

Summary: The task: to develop a scheme of control for moving platform with three independent leading motor-wheels, controls are - buttons "Forward", "Back", "Rotation".

Ключевые слова: алгоритм управления, Булева алгебра.

Keywords: control algorithm, Boolean algebra.

Для начала обозначим кнопки управления иксами, а движение колёс – игреками:

x1 – кнопка «Вперёд»;

x2 – кнопка «Назад»;

x3 – кнопка «Вращение»;

y1 – левое колесо вращается вперёд;

y2 – левое колесо вращается назад;

y3 – правое колесо вращается вперёд;

y4 – правое колесо вращается назад;

y5 – переднее колесо вращается вперёд;

y6 – переднее колесо вращается назад.

При нажатии кнопки «Вперёд» (x1), левое колесо вращается вперёд (y1), правое колесо вращается вперёд (y3), переднее колесо вращается вперёд (y5) – платформа едет вперёд.

При нажатии кнопки «Назад» (x2), левое колесо вращается назад (y2), правое колесо вращается назад (y4), переднее колесо вращается назад (y6) – платформа едет назад.

При нажатии кнопки «Вращение» (x3), левое колесо вращается назад (y2), правое колесо вращается вперёд (y3), переднее колесо вращается вперёд (y5) – платформа вращается против часовой стрелки.

Исходя из вышесказанных данных, составим таблицу истинности y(x).

x_1	x_2	x_3	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1	0	1	0
0	1	0	0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1	0	1	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0

Используя таблицу истинности, составим СДНФ и приведём их к ПФ с минимальным количеством операций:

$$y_1 = x_1 \wedge \neg x_2 \wedge \neg x_3;$$

$$y_2 = \neg x_1 \wedge x_2 \wedge \neg x_3 \vee \neg x_1 \wedge \neg x_2 \wedge x_3 = \neg x_1 \wedge (x_2 \wedge \neg x_3 \vee \neg x_2 \wedge x_3) = \neg x_1 \wedge (x_2 \oplus x_3);$$

$$y_3 = x_1 \wedge \neg x_2 \wedge \neg x_3 \vee \neg x_1 \wedge \neg x_2 \wedge x_3 = \neg x_2 \wedge (x_1 \wedge \neg x_3 \vee \neg x_1 \wedge x_3) = \neg x_2 \wedge (x_1 \oplus x_3);$$

$$y_4 = \neg x_1 \wedge x_2 \wedge \neg x_3;$$

$$y_5 = x_1 \wedge \neg x_2 \wedge \neg x_3 \vee \neg x_1 \wedge \neg x_2 \wedge x_3 = \neg x_2 \wedge (x_1 \wedge \neg x_3 \vee \neg x_1 \wedge x_3) = \neg x_2 \wedge (x_1 \oplus x_3);$$

$$y_6 = \neg x_1 \wedge x_2 \wedge \neg x_3;$$

Из формул видно, что правое и переднее колёса вращаются по одинаковым алгоритмам.

Построим структурную схему в математическом пакете MATLAB R2013b и запустим её:

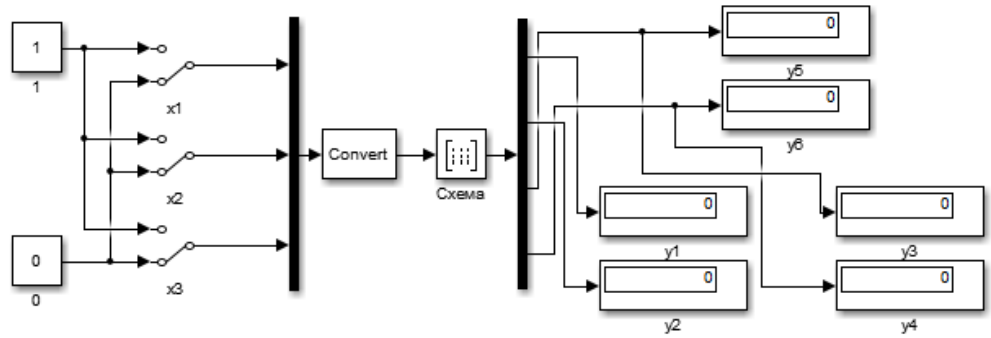


Рис. 1. Модель.

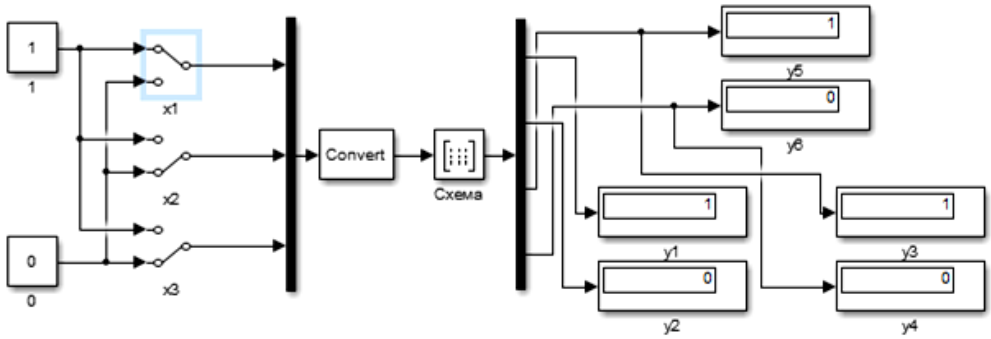


Рис. 2. Нажата кнопка «Вперёд».

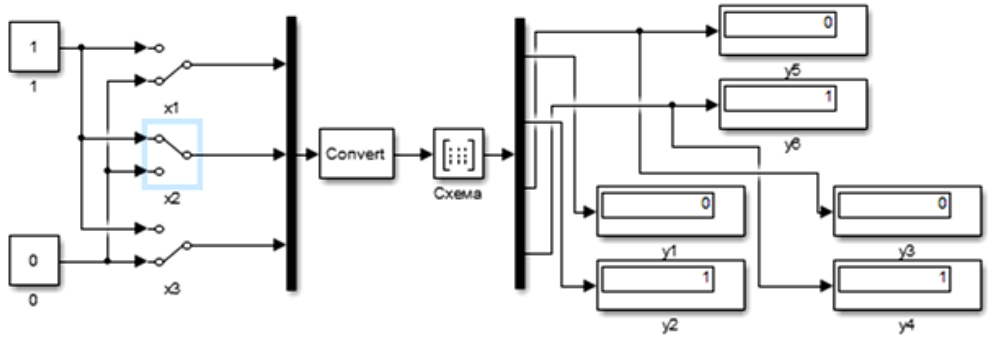


Рис. 3. Нажата кнопка «Назад».

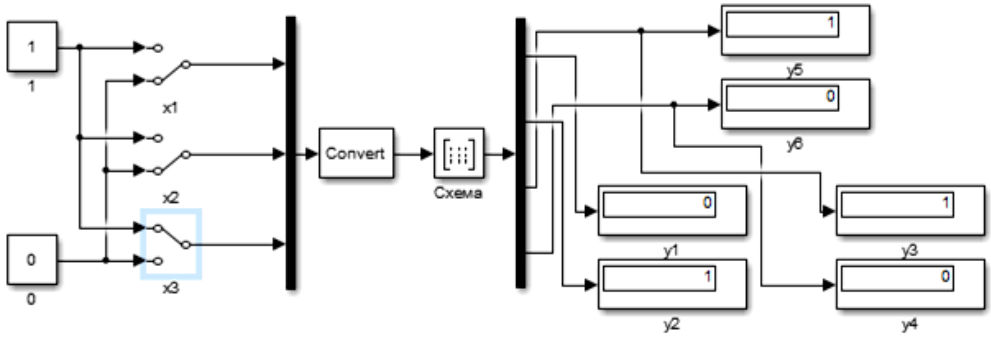


Рис. 4. Нажата кнопка «Вращение».

Список литературы

1. Кузнецов О. П., Адельсон-Вельский Г. М. Дискретная математика для инженера. — М.: Энергия. 1980

УДК 004.5 004.94

АВТОМАТИЗИРОВАНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОЧИПОВ

AUTOMATION OF SIMULATION TRAINING NEUROCHIP

Туровский Я.А., к.м.н., доцент, **Кургалин С.Д.,** д.ф.-м.н., профессор
ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет»
г. Воронеж, Россия
yaroslav_turovsk@mail.ru, kurgalin@bk.ru
Адаменко А.А., аспирант
ФГБОУ ВО "Воронежский государственный университет
инженерных технологий"
г. Воронеж, Россия
adamenko.artem@gmail.com
DOI: 10.12737/16006

Аннотация: в целях моделирования обучения интегрированных в нервную ткань нейрочипов разработан программный комплекс, позволяющий имитировать функционирование нервной ткани, для дальнейшего ее восстановления после моделирования повреждения. Для этапа моделирования восстановления поврежденной нервной ткани, программный комплекс позволяет моделировать восстановление поврежденной ИНС – “А” при помощи корректирующей ИНС – “Б”, путем эволюционного отбора последней. Проведены численные экспериментов подтверждающие возможности программного комплекса по созданию, повреждению и восстановлению ИНС, с целью моделирования восстановления поврежденных функций нервной ткани микрообластей мозга.

Summary: to simulate training integrated into the nervous tissue neurochips developed a software package that allows you to simulate the functioning of the nervous tissue, to further her recovery from damage modeling. At the stage of modeling the functioning of the nervous tissue is not damaged software package used for training ANN using algorithms such as backpropagation algorithm, evolutionary algorithm, sorting algorithm weights. The next step is simulating damage to the INS by manual or automated change the weights of ANN. For the simulation phase restoration of damaged nerve tissue, software package allows you to simulate the restoration of damaged ANN - "A" with the INS correction - "B" by the latest evolutionary selection. Numerical experiments confirm the possibility of software for

creating, damage and restoration of ANN to simulate repair damaged tissue in the nervous microscopic regions of the brain.

Ключевые слова: искусственные нейронный сети, нейрочип, восстановление нервной ткани, корректирование искусственной нейронной сети, повреждение искусственной нейронной сети, моделирование нервной ткани.

Keywords: Artificial neural network neurochip, the restoration of nervous tissue, correction of an artificial neural network, damage to an artificial neural network, modeling of neural tissue.

В настоящей работе создан программный пакет для моделирования функционирования нервной ткани и ее повреждений, а также для моделирования обучения нейрочипов с целью восстановления поврежденных участков нервной ткани. В качестве модели нервной ткани были использованы искусственные нейронные сети (ИНС). Этапы моделирования, реализованные в программном пакете, были разбиты на три взаимосвязанных модуля: 1) модуль создания и обучения ИНС; 2) модуль изменения и анализа ИНС; 3) модуль корректировки и восстановления ИНС. На первом этапе моделирования программный пакет позволяет моделировать функционирование нервных клеток мозга, находящихся в обычном состоянии. Для этого используются модули обучения ИНС, которые включают в себя наиболее актуальные параметры обучения ИНС, а также функции сохранения обученной ИНС и результатов тестирования и валидации. Модули обучения ИНС включают в себя пять разных алгоритмов обучения[1, 2, 3, 4]. На данном этапе исследований производится моделирование нормальной работы мозга путем использования обученной одним из выбранных алгоритмов ИНС. Назовем обученную, моделирующую нормальную работу мозга ИНС как ИНС–“А”. В первом этапе моделирования происходит создание и обучение ИНС–“А” для имитации функционирования мозга в рамках простой задачи классификации. Модули, используемые для данного этапа моделирования, включают в себя такие параметры, как: коэффициент обучения[5], момент[6], значение параметра наклона сигмоидальной функции активации нейронов[7], параметры топологии, алгоритм обучения, условия для динамического обучения ИНС. Параметры топологии ИНС–“А” задаются пользователем. Количество слоев ИНС не ограничено, количество нейронов в одном слое может от 1 до 1000. Эта сеть является современной моделью нервной ткани. Пользователь, исходя из

своих знаний о ИНС, может смоделировать функционирование такой ткани. В реализованном программном обеспечении для функции ошибки обучения используется выражение в виде суммы квадратов ошибок[8]. На втором этапе моделируется повреждение тканей мозга в ходе патологического процесса. Второй модуль используется для моделирования повреждения ИНС–“А”, а также для анализа связей между нейронами и их отключениями с целью моделирования процесса нарушения функционирования нервных клеток. Данный модуль позволяет: провести анализ нейронов ИНС–“А” путем их отключения в соответствии с различными комбинациями повреждения связей между нейронами, чтобы можно было определить, как сильно влияют на результат вычислений всей ИНС–“А” конкретные связи конкретных нейронов; запустить автоматическое отключение связей ИНС–“А” с целью поиска нужного уровня разрушения сети, после чего сохранить поврежденную сеть для дальнейших использования при моделировании восстановления поврежденных нервных клеток мозга.

Третий этап – этап корректировки ИНС-“А”. На этом этапе создается корректирующая сеть, которую назовем ИНС–“Б”, моделирующая нейрочип(НЧ), и подключается к поврежденной ИНС–“А”. На данном этапе моделирования нельзя использовать алгоритмы обучения ИНС с учителем, для обучения ИНС-“Б”, т.к. мы не знаем лучшие выходные параметры ИНС–“Б” для уменьшения процента ошибок ИНС–“А”. Это происходит в следствии того, что мы не знаем в какую именно область ИНС–“А” были подключены связи ИНС-“Б”. Но известен желаемый результат, т.к. можем протестировать ИНС-“А” и сравнить выходные значения с правильными. Поэтому для обучения ИНС-“Б” был реализован эволюционный алгоритм. В данном программном обеспечении для корректировки поврежденной ИНС–“А” используется корректировочная ИНС–“Б”, которая подключается своими входными и выходными нейронами к связям скрытых нейронов ИНС–“А”, и тем или иным образом влияет сигналами, проходящими по ней, на сигналы, проходящие по связям поврежденной сети ИНС–“А”. В серии численных экспериментов удалось продемонстрировать принципиальную возможность восстановления повреждённой ИНС-А до состояния, когда точность классификации выборок уступает таковой до повреждения не более чем на 5%. Таким образом, в настоящей работе создан программный комплекс, который позволяет проводить моделирование повреждений нервной ткани мозга и ее последующее восстановление на основе искусственных нейронных сетей. В разработанном

программном обеспечении присутствуют динамические визуальные элементы, функции сохранения результатов тестирования объектов ИНС, весовых коэффициентов и результатов моделирования. Проведены серии экспериментов подтверждающие работоспособность разработанного программного комплекса.

Список литературы

1. Improved backpropagation learning in neural networks with windowe momentum. *E. Istook, T. Martinez*. IIIInternational Journal Of Neural Systems. № 12. С. 303-318.
2. Learning representations by back-propagating errors. *D. E. Rumelhart, G. E. Hinton, R. J. Williams*. Nature. 1986. № 323. С. 533-536.
3. A Direct Adaptive Method for Faster Backpropagation Learning: The RPROP Algorithm. *M. Riedmiller, H. Braun*. Institut fur Logik, Komplexitat und Deduktionssyteme, University of Karlsruhe С. 586-591.
4. A Constructive Algorithm for the Training of a Multilayer Perceptron Based on the Genetic Algorithm. *H. C. Andersen, A. C. Tsoi*. Complex Systems. 1993. № 7. С. 249-268.
5. https://www4.rgu.ac.uk/files/chapter3%20-%20bp.pdf
6. On the momentum term in gradient descent learning algorithms. *N. Qian*. Neural Networks. 1999. № 12. С. 145-151.
7. http://www.aiportal.ru/articles/neural-networks/activation-function.html
8. Neural networks and their applications. *Chris M.Bishop*. Review of scientific instruments. 1994. № 6. С. 1803-1832.

УДК 372.8(072)

EDUCATIONAL INFORMATION FLOWS AND THEM MEASUREMENT

ОБ ИЗМЕРЕНИЯХ ПОТОКОВ УЧЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Урывская Т.Ю., к.ф.-м.н., **Петшауэр М.Ю., Щеглеватых Н.Н.**
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
г. Воронеж, Россия
u_tanya2002@mail.ru

DOI: 10.12737/16007

Аннотация: в статье рассматривается понятие информации, как части учебного процесса, порядок расчета информации. Рассчитаны количественные показатели информации.

Summary: the article discusses the concept of information as part of the studding process, the calculation of information. Calculated quantitative metrics information.

Ключевые слова: информация, количество информации, информационная емкость, плотность потока информации.

Key words: information, quantity of information, information capacity, the density of the flow of information.

Daily, we face with new knowledge, new information, whether it's computer technology and the Internet or radio and television, etc. In technical diagnostics, especially in the construction of optimal diagnostic processes, widely used information theory. Emerged as a mathematical theory of communication in the works of Wiener and Shannon, information theory has been applied in other scientific fields as General statistical theory of communication systems. In the Diagnosis of such systems are the system conditions (diagnoses) and the associated system of signs. Central to information theory is the notion of the entropy of the system. Information entropy is a measure of uncertainty or unpredictability of the information, the uncertainty of the occurrence of any of the primary symbol of the alphabet. In the absence of information loss is numerically equal to the amount of information per symbol of the transmitted messages. For example, in the sequence of letters that make up any sentence in Russian, different letters appear with different frequency, therefore the uncertainty of occurrence for some less letters than for others. If you consider that some combinations of letters (in this case we speak about

the entropy of the n-th order) are very rare, the uncertainty is reduced even more. Entropy is the amount of information per one elementary message source that produces statistically independent of the message [1].

Below is a diagram of calculation of the amount of generated information by the following calculation formula [2-3]:

1) the average number of characters contained in the message, i.e., its information capacity:

$$P_k = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} s_{ijk}}{m}, \quad (1)$$

where v_{ijk} is the number of characters in the *j*-th requisite of the *i*-th message of the *k*-th type; t is the amount of details in the message *k*-th species; *n* – number of studied communications *k*-th type;

2) the density of the flow of information on all types of messages used in this educational system

$$S_t = \sum_{k=1}^{l} P_k f_k, \quad (2)$$

where f_k is the frequency of education (transmitting, receiving, etc.) messages *k*-th species in the selected period (months); *l* is the number of message types used in the *s*-th educational functions.

The amount of information for each process involved in the educational system, is made according to the formula:

$$s_{ts} = \sum_{k=1}^{l} P_{ksts} f_k, \quad (3)$$

where P_{kst} is the information capacity of the message *k*-types used in the *s*-th informational process in the *t*-th educational system.

The amount of information that is involved in multiple processes, is by using simple equations based on the schema of the flow of information generated within the accepted period (month) is calculated by the formula:

$$s_{pr} = s_{ed} - s_{new}, \quad (4)$$

where s_{ed} - total number of all generated information; s_{new} – number information formed without the use of baseline information, including on the basis of natural measuring unit account.

The quantity of information received and transmitted to other systems without saving in this system is determined by the formula:

$$s_{next} = s_{in} - s_{sv}, \quad (5)$$

where s_{in} - the total number of incoming (received) data; s_{sv} – the amount of information received and stored in the system.

The ratio of the amount of information that is involved in various processes, and is best determined relative to the total number of educated information using the so-called characteristic ratios of information, which include:

1) the factor of formation of the derivative information that characterizes the specific weight of the derivative in the total number of educated information:

$$k_{form} = s_{pr} - s_{ed}, \quad (6)$$

2) the factor of total use to characterize the degree of application and received educational information:

$$k_{f.use} = \frac{s_{use}}{s_{incmn} + s_{ttl}}, \quad (7)$$

where s_{use} – the total number of data used for the formation of the derivative; s_{incmn} – total number of received information;

3) the factor of connection characterizing the degree of interaction with adjacent educational systems:

$$k_{ccnct} = \frac{s_{rlt}}{s_{out}}, \quad (8)$$

where s_{rlt} – the amount of information transmitted for use in interconnected systems; s_{out} – the total number of outgoing (transmitted) data.

The structure, the degree of persistence, the method characterized by the factors indicate the proportion of the respective amounts of information. For example, a method of indicating reflected by factor:

$$s = \frac{s_{vrb}}{s_{ttl}}, \quad (9)$$

where s_{vrb} - the amount of information contained in oral communications; s_{ttl} - the total amount of generated information, as determined by the degree of permanence factor

$$k_{prmn} = \frac{s_{const}}{s_{ttl}}, \quad (10)$$

where s_{const} - the number of permanent information as part formed.

Average for the function information capacity is measured separately for messages written and oral messages:

$$q_{s_{wrt}} = \frac{s_{s_{wrt}}}{k_{s_{wrt}}}, \tag{11}$$

$$q_{s_{vrb}} = \frac{\left(s_{s_{ttl}} - s_{s_{wrt}}\right)}{\left(k_{s_{ttl}} - k_{s_{wrt}}\right)}, \tag{12}$$

where $s_{s_{ttl}}$ - the total amount of generated information; $s_{s_{wrt}}$ - the total amount of written information (volume of information flow); $k_{s_{ttl}}$ - the total number of messages used in the *s*-th control system; $k_{s_{wrb}}$ - the number of written messages used in the *s*-th educational system.

The information capacity of individual operations, education-related information obtained by the formula:

$$q_0 = \frac{s_{gnrt}}{k_0}, \tag{13}$$

where s_{gnrt} - the amount of information generated on this operation; k_0 - the number of operations carried during the selected period of time.

The number of operations of the "measure" and "Easy Entry" (in order of numbers, dates, names, etc.) corresponds to the number of details contained in all messages sent within a month. The derivative is formed on the information specified algorithms convert the initial information with the operations of addition, subtraction, multiplication, division, carrying out of logical comparisons and groups of samples and record the results.

On the basis of standards it is easy to find a number of streams of information formed for each control function and the whole of the university the following formula (in thousands of characters):

$$s_{gnrt} = \frac{P_{gnrt} + \sum_{k=1}^{l} P_k c_k}{1000}, \tag{14}$$

where P_k - regulatory information capacity index of the organization in the symbols on the developed standards; c_k - numerical characteristic of the university (the number of teachers, the number of pieces of equipment, etc.); l - number of characteristics which depend on the volume formed by the information (in this case,

9); P_{gnrt} - the number information in characters formed whose value is dependent on the characteristics of the particular educational object.

Influence factors on the amount of generated information (complexity and scope, the level of specialization and others.) Are practically the same at educational facilities with a homogeneous character.

Bibliography

1. Урывская Т.Ю., Стрижак Е.Д. Об измерениях потоков учебной информации / Современные проблемы естествознания. Инженерный анализ объектов обеспечения авиации. Сборник статей по материалам II Межвузовской научно-практической конференции курсантов и слушателей «Молодежные чтения памяти Ю.А. Гагарина»20 мая 2015 г.

2. Трайнев В. А., Трайнев И. В. Информационные коммуникационные педагогические технологии. М., 2008.

3. Воронин А. М. Информационные и коммуникационные технологии в современном высшем образовании. Алматы, 2008.

УДК 004.912

ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВКИ И НАСТРОЙКИ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ MAC OS X НА PC

FEATURES OF INSTALLATION AND CONTROL MAC OS X ON PC

Чернышов М.К.
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»
Чернышова Е.В.
МБОУЛ «ВУВК им. А.П. Киселёва»
г.Воронеж, Россия
mkch69@gmail.com
DOI: 10.12737/16008

Аннотация: в статье обсуждаются вопросы установки операционных систем семейства Mac OS X компании Apple на IBM-совместимые персональные компьютеры.

Summary: The article discusses the installation of operating systems Mac OS X Apple's on IBM-compatible personal computers.

Ключевые слова: операционная система, файловая система, таблица разделов, загрузчик.

Keywords: operation system, file system, partition table, loader.

До недавнего времени установка и использование операционных систем компании Apple на IBM-совместимых персональных компьютерах была невозможна из-за аппаратной несовместимости данных платформ. В настоящий момент использование современных процессоров фирмы Intel позволяет не просто запустить операционную систему Mac OS X на PC, но и добиться ее работоспособности в штатном режиме, полноценно используя все возможности аппаратных ресурсов компьютера. Данная статья призвана ответить на ряд вопросов, возникающих во время установки и настройки операционных систем Mac OS X на IBM-совместимых персональных компьютерах. В настоящий момент актуальной является система Mac OS X версии 10.10 (Yosemite), либо версии 10.11 (El Capitan).

Стоит отметить, что наличие установленного процессора фирмы Intel (Core i3/i5/i7 или Core 2 Duo) является не единственным требованием к аппаратным ресурсам компьютера. Использование USB клавиатуры и мыши, современной материнской платы с поддержкой UEFI загрузки операционных систем, а также современной видеокарты позволит избавиться от ряда проблем во время установки и настройки операционной системы Mac OS X. Кроме того, предполагается, что в качестве загрузчика операционной системы Mac OS X используется Clover. Напомним, что EFI (Extensible Firmware Interface) — интерфейс между операционной системой и микропрограммами, управляющими низкоуровневыми функциями оборудования, пришедший на смену BIOS, предназначен для корректной инициализации оборудования при включении системы и передачи управления загрузчику операционной системы. Последняя версия стандарта носит название Unified Extensible Firmware Interface (UEFI). Проблема заключается в том, что штатный загрузчик DUET, поддерживающий стандарт UEFI на IBM-совместимых персональных компьютерах, не умеет запускать операционную систему Mac OS X. Разработанный в недавнем времени загрузчик Clover призван решить данную задачу. В настоящий момент разработка загрузчика полностью завершена.

Официальная страница загрузчика Clover EFI доступна по адресу: **http://sourceforge.net/projects/cloverefiboot/.**

Некоторые проблемы и способы их решения

1. Семейство операционных систем Mac OS X при работе с дисками и иными устройствами хранения данных использует таблицу разделов GUID (GPT, GIUD Partition Table) в отличие от BIOS персональных компьютеров, использующих по умолчанию главную загрузочную запись (MBR, Master Boot Record). При необходимости дальнейшего совместного использования на компьютере операционных систем семейства Mac OS X и Windows необходимо таблицу разделов на системном диске привести к формату GUID.

Решение. На самом деле каждая из данных операционных систем обладает встроенными средствами преобразования таблицы разделов из формата MBR в формат GUID. Однако использование данных средств неминуемо приведет к потере всех данных, что в некоторых случаях недопустимо. Однако существуют программные продукты сторонних производителей, использование которых сохранит данные пользователя. В частности, приложение Paragon Partition Disk Manager, работающее под управлением операционной системы MS Windows, позволит осуществить конвертирование таблицы разделов диска и сохранить на диске имеющиеся данные.

2. При загрузке компьютера вместо стартового меню загрузчика Clover появляется сообщение об ошибке (*The system found unauthorized changes on the firmware, operating system or UEFI drivers*).

Решение. В BIOS материнской платы (Boot – Secure Boot) необходимо изменить значение на «Other OS».

3. В приложении «Загрузочный том» (Системные настройки – Загрузочный том) не видны системные Windows-диски.

Решение. В приложении Tuxera NTFS, позволяющем осуществлять запись на NTFS-разделы (по умолчанию, Mac OS X не умеет этого делать), необходимо отключить требуемые диски из списка смонтированных (Tuxera NTFS – Разделы).

4. После загрузки системы невозможно подключиться к приложениям iMessage, FaceTime.

Решение. Часть настроек конфигурационного файла config.plist загрузчика Clover описана здесь:

https://applelife.ru/threads/nastrojka-appstore-imessage-i-icloud-v-os-x.40790/

5. Mac OS X не умеет работать с большей частью принтеров, используемых на PC.

Решение. К сожалению, это действительно так. Однако существует возможность подключить компьютер с установленной системой Mac OS X к сетевому принтеру (правда, для этого необходимо иметь как минимум второй компьютер с установленной операционной системой Windows). Для этого необходимо воспользоваться следующей инструкцией:

http://www.raymond.pro/poleznye-programmy/pecataem-s-apple-imac-na-windows-7-printere

Идея заключается в создании дополнительного виртуального сетевого принтера под Windows из набора, распознаваемого системой Mac OS X, в результате чего Windows будет осуществлять печать на реально существующий в системе принтер, а Mac OS X будет отправлять запросы к виртуальному принтеру.

6. Зачастую возникает необходимость установки на одном компьютере двух операционных систем: Mac OS X и MS Windows. По умолчанию переключение между этими операционными системами осуществляется при помощи BIOS, однако при использовании загрузчика Clover возможно не только установить обе операционные системы на один жесткий диск, но и переключаться между ними посредством меню данного загрузчика. Предполагается, что жесткий диск будет содержать таблицу разделов GPT, а материнская плата поддерживает вариант UEFI загрузки.

Решение. Для работы потребуется загрузочная UEFI флэш-карта. Найти готовые варианты можно в Интернете, либо сделать ее самостоятельно:

I. Форматируем флэш-карту в FAT32

II. a. Копируем на нее файлы из

https://drive.google.com/file/d/0B37MnxGInGbTdHVEeExWbDBCVjQ/view?usp=sharing

b. Добавляем в каталог sources на флэш-карте файл install.wim от Windows той версии, которая впоследствии будет развернута на жесткий диск (файл находится на установочном DVD-диске в одноименном каталоге)

III. Загружаемся с флэш-карты через меню загрузчика Clover

Замечание 1. Поскольку имеется Clover, предполагается, что на жестком диске операционная система Mac OS X установлена. В «Дисковой утилите» кроме раздела с данной системой категорически **не рекомендуется** заранее

создавать NTFS и прочие вспомогательные разделы. В противном случае Windows может неправильно идентифицировать данный диск как GPT.

IV. После загрузки с флэш-карты по нажатию Shift + F10 попадаем в терминальное окно, где будут выполняться дальнейшие команды.

V. При помощи утилиты diskpart необходимо создать EFI раздел под загрузчик Windows, а также раздел, на который будет развернута сама система.

list disk (найти диск с Mac OS. На компьютере их может быть несколько)

sel disk X (выбрать нужный диск. X – номер найденного диска: 0, 1, 2 и т.д.)

a. Создание EFI раздела с произвольным именем (в данном случае WINEFI)

```
create partition EFI size=100
format quick fs=FAT32 label=WINEFI
assign letter=S:
```

b. Создание Windows раздела с произвольным именем (в данном случае WIN_DISK)

```
create partition primary
format quick fs=NTFS label=WIN_DISK
assign letter=W:
exit
```

VI. После завершения работы с утилитой diskpart разворачиваем образ Windows, находящийся в файле install.wim в выбранный заранее раздел на жестком диске:

```
dism /apply-image /imagefile:X:\sources\install.wim /index:1 /applydir:W:\
```

Здесь X: представляет собой имя тома с загрузочной флэш-картой, которое можно уточнить в diskpart по команде

```
list volume
```

VII. На созданном EFI разделе (WINEFI) создаем загрузчик:

```
bcdboot W:\Windows /s S: /l ru-ru /f ALL
```

После выполнения данной последовательности действий в загрузочном меню Clover появляется пункт UEFI загрузки с раздела с именем WINEFI.

Замечание 2. При желании можно не создавать специальный дополнительный EFI раздел для загрузчика Windows. В этом случае пункты Va и VII можно не выполнять.

После пункта VI необходимо выполнить следующие действия:

VII*. Обновляем EFI загрузчик на загрузочной флэш-карте:

ren c:\efi efi.bak

bcdboot W:\Windows /s X: /f UEFI /l ru-ru

Здесь X: - имя тома с загрузочной флэш-картой.

VIII*. Копируем каталог EFI/Microsoft с флэш-карты в EFI раздел Clover.

7. Как «завести» видеокарту? Несмотря на то, что видеокарта может нормально работать в «родном» для текущего монитора видеорежиме, питание на нее может подаваться неправильно, вследствие чего возможно появление артефактов при выводе информации на экран.

Решение. Необходимо отметить, что операционной системе Mac OS X VGA-разъемы для подключения монитора в принципе не известны. Следовательно, при подключении монитора через DVI или HDMI разъем имеет смысл говорить именно об одном, «родном» разрешении экрана для каждого монитора.

Алгоритм состоит из нескольких шагов:

I. В конфигурационном файле Clover (config.plist) в разделе SMBIOS нужно удалить ключ ProductName (если он присутствует в файле) для того, чтобы **после перезагрузки системы** узнать, в качестве какой именно модели Macintosh воспринимается данный компьютер. Информация о модели доступна в программе «Информация о системе» (раздел «Аппаратные средства – Идентификатор модели»). В этой же программе (в разделе «Графика/Мониторы») необходимо найти информацию о производителе и уникальном номере используемой видеокарты (ID устройства).

II. После того, как модель Mac установлена, нужно отредактировать содержимое файла Info.plist, входящего в состав пакета

AppleGraphicsPowerManagement.kext

(расположенного в системном разделе Mac OS - System – Library – Extensions). Для этого в Finder необходимо щелкнуть правой клавишей мыши на имени пакета и выбрать пункт «Показать содержимое пакета». Искомый файл Info.plist расположен в каталоге Contents. Отредактировать его на месте не представляется возможным, поэтому для внесения поправок проще всего скопировать его на Рабочий стол, внося изменения в созданную копию. Впоследствии оригинальный файл нужно будет заменить на исправленную версию.

III. В разделе IOKitPersonalities – AGPM – Machines файла Info.plist перечислены всевозможные оригинальные модели компьютеров на базе Mac OS X. Необходимо выбрать ту модель, которая соответствует модели текущего

компьютера, определенной в п. (I). К сожалению, часть моделей заданы не своими именами, а своими Board-ID (например, Mac-FC02E91DDD3FA6A4). В этом случае необходимо для начала определить, какой именно модели Mac соответствует тот или иной номер. Проще всего ввести на любом поисковом сервере тот или иной Board-ID, после чего сервер найдет достаточное количество ответов, в каждом из которых скорее всего будет присутствовать номер модели Macintosh. В частности, данный номер Mac-FC02E91DDD3FA6A4 соответствует модели iMac13,2.

IV. Зайдя в найденный раздел, мы увидим несколько подразделов, каждый из которых соответствует одной из официально поддерживаемых данной системой видеокарт. Однако в разделе присутствует еще один подраздел с именем GFX0, который отвечает за подключенную в данный момент видеокарту. Его необходимо переименовать согласно образцу:

VendorXXXXDeviceYYYY,

где XXXX – имя производителя, YYYY – имя видеокарты. Например, для видеокарты Nvidia GeForce 8600GT «производитель» определяется как NVIDIA (0x10de), а «ID устройства» как 0x0402. В данном случае имя подраздела должно выглядеть следующим образом: Vendor10deDevice0402.

V. В заключении необходимо заменить оригинальный файл Info.plist на подправленную его версию, расположенную на Рабочем столе а также запустить какое-либо средство для «ремонта» данного пакета. Проще всего использовать программу Kext Utility, которая это сделает автоматически. После перезагрузки компьютера в системном логе вместо надписи «[AGPM Controller] unknownPlatform» можно будет увидеть другую надпись «[AGPM Controller] build GPUDict by Vendor10deDevice0402», что свидетельствует о том, что видеокарта работает в штатном режиме.

8. После выхода в свет новой версии операционной системы Mac OS X 10.11 (El Capitan) большинство пользователей, установивших данную систему на PC, столкнулось с проблемой частично неработающих портов USB. Данная проблема связана с тем, что в соответствующем системном пакете

IOUSBHostFamily.kext

(расположенном в системном разделе Mac OS /System/Library/Extensions) информация обо всех моделях семейства Mac, количестве USB портов и их аппаратных характеристиках оказалась указанной явным образом. В результате этого персональные компьютеры, не имеющие характеристик, которые бы

полностью совпадали с характеристиками той или иной модели Mac, перестали определять часть USB портов.

Решение данной проблемы заключается в том, чтобы привести к соответствию информацию о USB портах, хранящуюся в BIOS персонального компьютера, с информацией, содержащейся в конфигурационных файлах пакета IOUSBHostFamily.kext.

Информация о USB портах хранится в специальной таблице DSDT (Differentiated System Description Table), являющейся частью спецификации ACPI (Advanced Configuration and Power Interface) и хранящейся в BIOS. Таблица DSDT содержит сведения обо всех ключевых устройствах компьютера, а также о параметрах и режимах их функционирования.

Один из наиболее простых способов извлечения данной информации в виде скомпилированного файла предоставляет загрузчик Clover. При нажатии пользователем клавиши F4 в его стартовом меню на загрузочный EFI раздел диска Clover копируются все извлеченные из BIOS таблицы (в том числе и DSDT). Располагаться они будут в каталоге EFI/CLOVER/ACPI/origin в виде *.aml (ACPI Machine Language Binary) файлов.

Существует несколько редакторов AML-файлов (например, DSDT Editor, MaciASL), способных не только декомпилировать на лету и отображать содержимое DSDT файла, но и вносить в структуру файла изменения. При просмотре содержимого DSDT файла нас будет интересовать структура USB устройств EHC1, EHC2 (отвечающих за работу USB 2.0) и XHC (отвечающего за работу USB 3.0). Последнее устройство может также иметь имя XHC1. В древовидной структуре каждого из этих устройств обычно присутствует USB концентратор с именем RHUB или NHUB. В описании концентратора перечислены реально имеющиеся в наличии USB порты, информацию о которых и требуется внести в конфигурационные файлы пакета IOUSBHostFamily.kext.

В структуре пакета IOUSBHostFamily.kext (для получения доступа необходимо в Finder щелкнуть правой клавишей мыши на имени пакета и выбрать пункт «Показать содержимое пакета») в папке Contents/Plugins находятся пакеты AppleUSBEHCIPCI.kext и AppleUSBXHCIPCI.kext, отвечающие за работу USB устройств (версий 2.0 и 3.0 соответственно). В обоих пакетах имеются конфигурационные файлы Info.plist, которые и должны быть отредактированы в соответствии с информацией, хранящейся в соответствующих разделах таблицы DSDT. Отметим, что внесение изменений в

конфигурационные файлы нужно осуществлять способом, который описан в предыдущем разделе: файл Info.plist необходимо предварительно извлечь из пакета, скопировав его, например, на Рабочий Стол, затем внести изменения в копию и заменить оригинальный файл отредактированным. После этого необходимо запустить программу Kext Utility, которая автоматически восстановит работоспособность модифицированного пакета.

В каждом конфигурационном файле в разделе IOKitPersonalities перечислены все существующие модели компьютеров семейства Mac. Наша задача – подобрать такую модель, которая бы наилучшим образом соответствовала по характеристикам набору портов USB, описанному в таблице DSDT.

Рассмотрим в качестве примера таблицу DSDT материнской платы ASUS P8Z77-V LX. Таблица содержит два USB 2.0 устройства EHC1 и EHC2, каждое из которых содержит USB концентратор HUBN, включающий в себя в обоих случаях единственный порт PR01 с адресом 0x01. USB 3.0 устройство XHC содержит USB концентратор RHUB с 8 портами: HSP1 – HSP4 с адресами 0x01 – 0x04 и SSP1 – SSP4 с адресами 0x05 – 0x08 соответственно. После изучения структуры портов каждой из моделей Mac был сделан вывод о том, что для внесения изменений в конфигурационные файлы подходит, например, модель iMac14,2. Выбор в пользу данной модели был сделан главным образом из-за того, что в соответствующей секции с именем iMac14,2-XHC пакета AppleUSBXHCIPCI.kext набор портов с их характеристиками более всего соответствует описанному выше набору портов из таблицы DSDT: в подразделе IOProviderMergeProperties – Ports секции iMac14,2-XHC описаны порты HS01, HS02, HS05 – HS08, а также порты SSP1, SSP2, SSP5 и SSP6. В нашем случае необходимо удалить лишние HSxx порты, переименовать оставшиеся, а также изменить значения адресов каждого из портов согласно имеющейся в таблице DSDT информации. Кроме того, необходимо изменить значение параметра port-count. Оно должно быть равно старшему из адресов описанных портов – в данном случае 08000000. В результате, выполнив все указанные действия, получим верное описание секции USB 3.0. Перейдя к редактированию конфигурационного файла пакета AppleUSBEHCIPCI.kext, отвечающего за работу USB 2.0, мы обнаружим, что в соответствующих секциях (iMac14,2-EHC1 и iMac14,2-EHC2) в подразделах IOProviderMergeProperties вообще отсутствует описание портов. К сожалению, нужно признать, что подобрать модель Mac, полностью совпадающую по характеристикам с тем или иным

персональным компьютером, иногда просто невозможно. Тем не менее, можно заметить, что в описании модели iMac13,1 присутствуют интересующие нас порты. Скопировав нужные разделы в соответствующие секции модели iMac 14,2 и внеся, при необходимости, описанные выше изменения, получим корректное с точки зрения таблицы DSDT описание USB 2.0 портов. Напоследок требуется внести изменения в конфигурационный файл config.plist загрузчика Clover: значение параметра ProductName секции SMBIOS должно быть изменено на “iMac14,2”. После запуска утилиты Kext Utility и перезагрузки операционной системы все порты должны работать.

Наряду с описанным методом включения портов USB существуют и другие. Ознакомиться с ними и получить ответы на возникающие вопросы можно на специализированном компьютерном форуме:

https://applelife.ru/threads/nastrojka-usb-v-10-11.627190/

В заключение отметим, что данная статья полностью подготовлена в операционной системе Mac OS X 10.11 El Capitan, установленной на персональном IBM-совместимом компьютере.

УДК: 004

ВЫБОР МЕТОДА РЕШЕНИЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ СНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НЕОБХОДИМЫМИ РАСХОДНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

CHOICE OF THE METHOD OF THE SOLUTION OF THE MULTICRITERIA PROBLEM OF SUPPLY OF OBJECTS OF DIFFERENT FUNCTION WITH NECESSARY EXPENDABLES

Щербаков М.О., курсант, **Белых В.А.,** курсант,
Шипилова Е.А., к.т.н., доцент
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
г. Воронеж, Россия
elen_ship@list.ru

DOI: 10.12737/16009

Аннотация: В статье рассматриваются методы решения многокритериальных транспортных задач, в частности человеко-машинные

процедуры. Приводится порядок решения. Обоснован выбор метода STEM для решения задачи. Приведена общая структура метода.

Summary: In article methods of the solution of multicriteria transport tasks, in particular human-machine procedures are considered. The decision order is given. The STEM method choice for the solution of a task is reasonable. The general structure of a method is given.

Ключевые слова: многокритериальная транспортная задача, человеко-машинные процедуры, лицо, принимающее решение, метод STEM.

Keywords: multicriteria transport task, human-machine procedures, person making the decision, STEM method.

Для своевременного снабжения объектов военного и гражданского назначения необходимыми расходными материалами и запасными частями, предназначенными для ремонта оборудования, в мирное время, а особенно в военное, целесообразно организовывать разветвленную сеть складов с необходимыми материалами и оборудованием. Ранее нами была сформулирована многокритериальная транспортная задача, в которой в качестве критериев выбраны минимальность затрат на перевозку, максимальность безопасности маршрута, по которому следует автотранспорт и комфортабельности осуществляемых перевозок, т.е. оборудованности автомобиля специальными средствами (стойки, кронштейны, крепления).

Эта задача решается с помощью человеко-машинных процедур (ЧМП). Диалоговый подход, использующий интерактивные ЧМП для поиска лучших альтернатив, ориентирован на преодоление многокритериальности и нечисловой природы оптимизируемых функций и основан на использовании информации о предпочтениях лица, принимающего решения (ЛПР).

При этом подходе ЛПР обычно взаимодействует с ЭВМ, определяя соотношения между критериями, проясняет характерные черты задачи, выявляет и уточняет свои предпочтения и в результате диалога с ЭВМ вырабатывает все более совершенные решения. Так осуществляется самообучение на реальном материале задачи, что способствует выработке разумного компромисса в требованиях ЛПР к значениям, достигаемым по разным критериям. Это объясняет потенциальную эффективность подобных методов принятия решений. Процесс заканчивается, когда ЭВМ выдает приемлемое решение либо когда ЛПР убедится в нецелесообразности дальнейших попыток получить разумный компромисс при данной модели.

Достоинством диалоговых методов является сочетание возможностей ЭВМ по быстрому проведению больших, сложных расчетов и способностей человека к восприятию альтернатив в целом. Методы этой группы применяются в том случае, когда модель проблемы известна частично. ЧМП структурно состоят из совокупности шагов, каждый из которых включает в себя фазу анализа, выполняемого ЛПР, и фазу расчетов, выполняемых компьютером.

Компьютерная фаза расчетов:

- компьютер, используя полученную от ЛПР на предыдущем шаге информацию, проводит дополнительные расчеты;
- компьютер вычисляет решение, соответствующее последней информации ЛПР;
- компьютер вырабатывает вспомогательную информацию для ЛПР.

Фаза анализа, проводимая ЛПР:

- ЛПР определяет, оценивая предъявленное решение (или множество решений), является ли решение приемлемым; если да, то процедура поиска решения окончена; в противном случае ЛПР анализирует вспомогательную информацию;
- ЛПР сообщает дополнительную информацию, с помощью которой компьютер вычисляет новое решение.

Существует большое количество ЧМП [1], [2]. Различные ЧМП отличаются друг от друга содержанием и способом выполнения каждой из фаз. Все эти ЧМП имеют общие предварительные этапы. Прежде всего, рекомендуется произвести нормирование критериев, определив диапазон их изменения от 0 до 1:

$$C'_k(x) = \frac{C_k(x) - \underline{C}_k(x)}{\overline{C}_k(x) - \underline{C}_k(x)},$$

где $\underline{C}_k(x), \overline{C}_k(x)$ – минимально и максимально возможные значения k-го критерия; $C_k(x)$ – промежуточное значение.

Анализируя различные ЧМП для решения поставленной задачи целесообразнее выбрать ЧМП STEM. STEM – одна из первых ЧМП, относится к процедурам поиска удовлетворительных значений критериев. Она предназначена для решения многокритериальных задач линейного программирования, одной из которых как раз и является многокритериальная транспортная задача. Поиск наилучшего решения осуществляется следующим

образом: в порядке очереди определяется приемлемое значение по каждому из критериев.

Общая структура метода:

1. Исследование области допустимых значений. Оптимизация по каждому из критериев, определение вектора, объединяющего оптимальные значения для каждого критерия $Z_{\max}$.

2. Определение весов критериев. Оптимизация свертки критериев, получение вектора Z_{opt}.

3. Диалог с ЛПР (по $Z_{\max}$и Z_{opt} определяются «хорошие» и «плохие» компоненты Z_{opt}).

4. Выбор z_i с наименее удовлетворительным значением. Назначение ЛПР удовлетворительного значения для z_i.

5. Максимизация критериев при ряде ограничений на критерий (критериальные ограничения).

6. ЛПР выбирает ограничение на z_i. Переход к новой области допустимых значений.

7. Если ЛПР удовлетворен решением, то останов поиска, иначе переход к п.1.

Список литературы

1. Арсеньев Ю.Н., Шелобаев С.И., Давыдова Т.Ю. Принятие решений. Интегрированные интеллектуальные системы: Учебное пособие для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 270 с.

2. Орлов А.И. Принятие решений. Теория и методы разработки управленческих решений: Учебное пособие. М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: ИКЦ «МарТ», 2005. – 496 с.

СЕКЦИЯ «ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ, ПРОЦЕССОВ, СОСТОЯНИЙ»

УДК 33

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОЦИАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

MODELLING OF INNOVATIVE ACTIVITY OF THE SOCIALLY ORIENTED ENTERPRISES

Борис О.А., к.э.н., доцент,
Северо-Кавказский федеральный университет,
Ставрополь, Россия
Шанин И.И., к.э.н., ст. преп.
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»
Воронеж, Россия

DOI: 10.12737/16010

Аннотация: Все предприятия, в том числе и социально ориентированные должны постоянно развиваться и использовать инновационные подходы в своей деятельности. Социально ориентированные инновационные предприятия стоит рассматривать как сектор новой, инновационной экономической системы, это инновационные предприятия, использующие инновационные предложения и различные ресурсы с целью развития решения социальных задач. Их деятельность строится на основе сбалансированных положительных социальных изменениях.

Summary: All enterprises including socially oriented have to develop and spolzoat constantly innovative approaches in the activity. The socially oriented innovative enterprises should be considered as sector of new, innovative economic system, these are the innovative enterprises using innovative offers and various resources for the purpose of development of the solution of social tasks. Their activity is based on the basis of the balanced positive social changes.

Ключевые слова: Инновационная деятельность, социально ориентированные предприятия, моделирование.

Keywords: Innovative activity, socially oriented enterprises, modeling.

Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ. Грант № 15-36-50432 «Модели и механизмы холистического управления инновационной деятельностью социально ориентированного предприятия».

Необходимо сказать, что социально ориентированное инновационное предприятие объединяет в себе традиционную коммерческую организацию, инновационное и социальное предприятие, ведь оно заимствует от последнего социальные цели, от инновационной компании – новаторский компонент, от коммерческой фирмы – предпринимательские подходы.

Социально-ориентированные инновационные компании интегрируют в своем функционировании предпринимательский, новаторский и рыночный подходы для производства общественно полезных товаров и социальных трансформаций. При этом ученые выделяют следующие отличительные свойства таких компаний [1]:

1) социальный эффект – формирует социальное воздействие или трансформацию путем разрешения определенной социальной проблемы или устранения недостатков рынка и / или государства;

2) предпринимательский подход – СОИП активно используют в своей работе механизмы, присущие бизнесу: стратегическое управление, маркетинг, финансовый менеджмент и антикризисное управление и т.д.;

3) инновационные цели – склонность использовать в своей деятельности передовые техники и методы разрешения проблем;

4) общественная собственность – она может выразиться в общественном характере выпускаемых товаров, управлении со стороны общества, хотя может и не получить правового статуса.

Стоит также указать, что социально ориентированные инновационные фирмы отличаются по степени интеграции программ социальной, инновационной и предпринимательской деятельности, которая влияет на выбор конкретной деловой модели. Нами установлены три базовые модели социально-ориентированного инновационного предприятия (СОИП):

1) встроенная модель СОИП – это деятельность организации, которая нацелена полностью на осуществление инновационной и социальной функций;

2) интегрированная модель социально ориентированного инновационного предприятия предусматривает сочетание инновационной деятельности, реализации социальной миссии и расширения бизнеса

(интегрированная модель № 1 рис. 1) или выделяется выполнение социальных задач при одновременной реализации конкретных инноваций при решении экономических проблем (интегрированная модель № 2 рис. 1);

На основе изучения специфики СОИП в ходе выполнения научно-исследовательского проекта сформированы базовые модели социально ориентированных инновационных предприятий, которые отображены рис. 1.

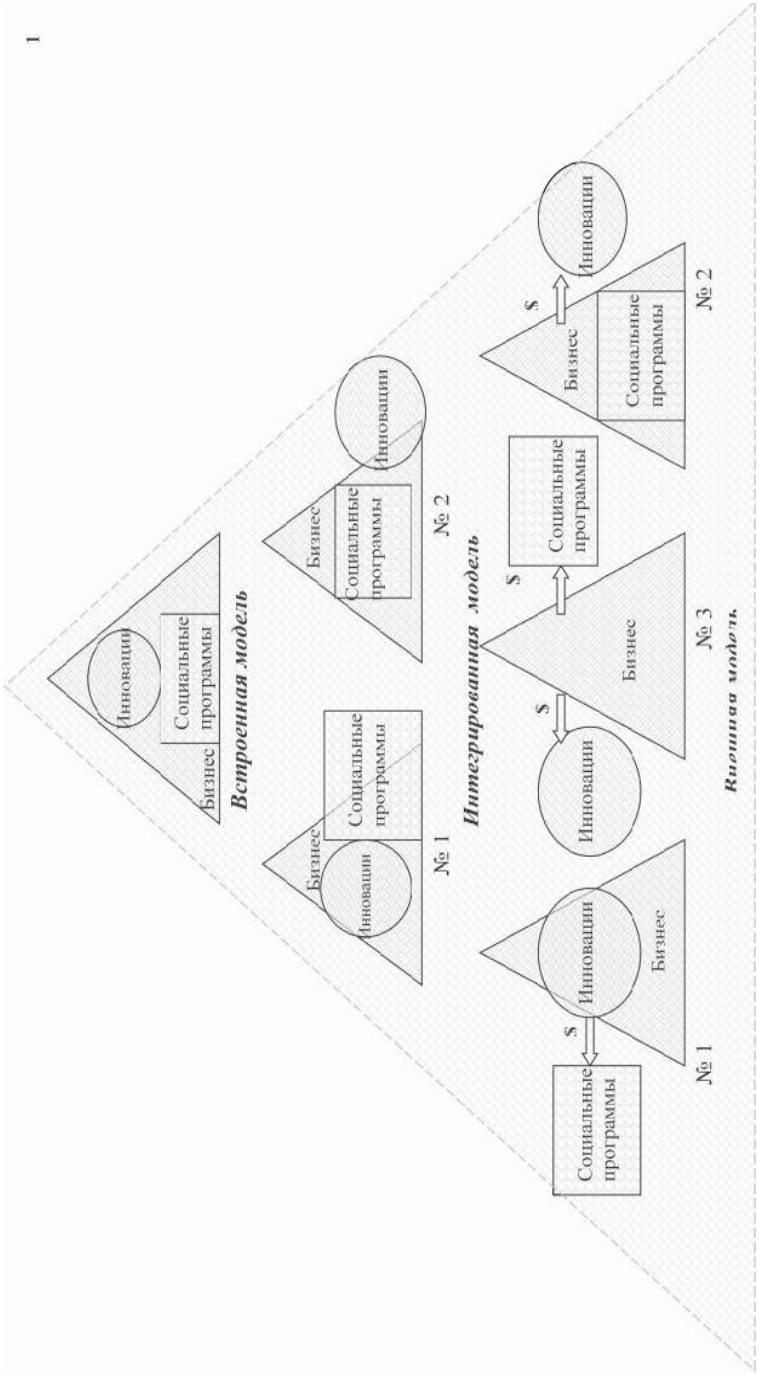


Рис. 1 – Базовые модели социально ориентированных инновационных предприятий

Стоит отметить, что при формировании моделей, показанных на рис. 1, понятие «социальные программы» включают благотворительную деятельность и экологическую составляющую инновационной активности фирмы.

3) внешняя модель СОИП предполагает нацеленность организации на получение прибыли, которая представляет собой источник финансирования социальных проектов и нововведений (внешняя модель № 3 рис. 1), либо инновационный бизнес осуществляет финансирование социальных программ (внешняя модель № 1 рис. 1), либо социально активные предприниматели вкладывают средства в нововведения (внешняя модель № 3 рис. 1).

Список литературы

1. Организация производства: инновационная стратегия устойчивого развития предприятия: Учебник / М.В. Радиевский. - М.: ИНФРА-М, 2009. - 377 с.

2. Балдин, К. В. Управление рисками в инновационно-инвестиционной деятельности предприятия [Электронный ресурс] : учебное пособие / К. В. Балдин. - 2-е изд. - М.: Дашков и К, 2012. - 420 с.

3. Шемякина, Т. Ю. Система управления инновационной деятельностью предприятия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т. Ю. Шемякина. - 2-е изд., доп. - М.: ФЛИНТА : Наука, 2012. - 268 с.

УДК 338

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЭФФЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ В ЦЕЛЯХ СТИМУЛИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

MODELLING OF PROCESSES OF EFFECTIVE DEVELOPMENT FOR STIMULATION OF INVESTMENT ACTIVITY OF THE ENTERPRISE

Безрукова Т.Л., д.э.н., профессор,
Шанин И.И., к.э.н., ст. преп., **Володина Е.А.,** аспирант
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

DOI: 10.12737/16011

Аннотация: Эффективное развитие охватывает все стадии производственного процесса на предприятии, является основой построения

количественных и качественных критериев деятельности предприятия и используется для формирования материально-структурной, функциональной и системной характеристик процессов расширенного воспроизводства.

Summary: Effective development covers all stages of production at the enterprise, is a basis of creation of quantitative and qualitative criteria of activity of the enterprise and is used for formation of material and structural, functional and system characteristics of processes of expanded reproduction.

Ключевые слова: Инвестирование, эффективное развитие, инновации, управление, основные фонды, промышленность, рентабельность.

Keywords: Investment, effective development, innovations, management, fixed assets, industry, profitability.

Проблемы управления эффективным развитием предприятия и привлечения инвестиций для производственного переоснащения и освоения высоких технологий в современном инновационном обществе, в том числе и в мебельной промышленности, требуют проведения дальнейших исследований для решения задачи рационального распределения инвестиций.

Таким образом, цель исследования заключается в решении такой научной проблемы, как разработка нового методического подхода, к процессу управления инвестиционным процессом для эффективного и инновационного развития предприятия в мебельной промышленности, обеспечивающего комплекс мероприятий направленных на повышение инвестиционной привлекательности мебельных предприятий отрасли.

Для достижения поставленной цели необходимо решение ряда задач:

- выявить текущие проблемы управления инвестированием производственного и инновационного переоснащения и освоения высоких технологий в мебельной промышленности и разработку механизма их решения.
- проанализировать особенности управления эффективным развитием в области инновационных технологий в мебельной промышленности;
- усовершенствовать подход по функционированию системы управления инвестированием производственного и инновационного переоснащения и освоения высоких технологий в мебельной промышленности;

При исследовании проблем управления инвестированием технологического переоснащения и освоения высоких технологий в мебельной промышленности выявлено, что данные проблемы носят как общий макроэкономический, так и отраслевой характер [1].

Решение вышеуказанной задачи может решаться посредством механизма, который должен включать последовательное рассмотрение двух основных направлений.

Первое направление связано с анализом особенностей управления эффективным развитием для постоянного инвестирования в производственное переоснащение и освоение высоких технологий в мебельной промышленности.

Второе направление связано непосредственно с разработкой системы управления эффективным развитием, для освоения высоких технологий в мебельной промышленности.

Динамичное мировое развитие показывает, что на протяжении длительного периода времени практически во всех развитых странах основу мебельной промышленности составляли малые и средние предприятия. В первую очередь это можно объяснить длинным периодом жизненного цикла продукции (мебельные гарнитуры, столы, мягкая мебель).

В этих условиях гибкость и адаптивность мебельных предприятий к спросу, обеспечивает им конкурентные преимущества на фоне более производственно-технологичных средних и крупных предприятий. Однако, современная специфика производства продукции мебельной промышленности предполагает предложение на рынке товара, качественные характеристики которого максимально приближены к ожидаемым потребителями, а иногда и опережают их. Кроме, того продукция мебельной промышленности должна отражать технологические инновации, которые демонстрируют не только влияние современных тенденций, но и предполагающие формирование этих тенденций [3].

Для построения моделей необходимы следующие совокупные показатели (см. таб. 1)

Таблица 1 – Совокупные показатели процесса моделирования для управления эффективным развитием предприятий

№	Название	Расчет
1	Первоначальное инвестирование (ПИ):	ПИ = (1-Y)•C_0 (1) где: ПИ – чистые первоначальные вложения; C_0 – планируемая инвестиция; Y – ставка налога.
2	Текущая стоимость будущих поступлений (ТС)	$$ТС = П \cdot \left[\frac{(1+R)^T - 1}{R \cdot (1+R)^T}\right]$$ (2) где: П – средние поступления за период, R – ставка дисконтирования, Т – период инвестирования.
3	Чистый приведенный эффект (ЧПЭ)	ЧПЭ=ТС-ПИ (3)
4	Период окупаемости инвестиций (ПО)	$$\sum_{t=0}^{T} \frac{СФ_t}{(1+R)^t} = \sum_{t=0}^{T} \frac{I_t}{(1+R)^t} \Rightarrow T = ПО,$$ (4) где $СФ_t$ – доходы, генерируемые инвестициями в t-м году, I_t – инвестиционные затраты в t-м году.
5	Индекс доходности (ИД)	$$ИД = \frac{\sum_{t=0}^{T} \frac{СФ_t}{(1+R)^t}}{\sum_{t=0}^{T} \frac{I_t}{(1+R)^t}}$$ (5)
6	Внутренняя норма доходности (ВНД)	$$\sum_{t=0}^{T} \frac{СФ_t}{(1+R)^t} = \sum_{t=0}^{T} \frac{I_t}{(1+R)^t} \Rightarrow R = ВНД$$ (6)
7	Модифицированная внутренняя норма доходности (МВНД)	$$МВНД = (1+R) \cdot \sqrt[T]{\frac{\sum ЧПЭ_t}{(1+R)^T \cdot I} - 1}$$ (7)
8	Чистая терминальная стоимость (ЧТС)	$$ЧТС = \sum_{t=1}^{T} СФ_t (1+R)^{T-t} - ПИ(1+R)^T$$ (8)
9	Учетная норма прибыли (УНП)	$$УНП = \frac{ЧП}{\frac{1}{2}(ПИ + ОЛС)},$$ (9) где ЧП – чистая прибыль, ОЛС – остаточная или ликвидационная стоимость.

Для характеристики процессов управления эффективным развитием и освоения высоких технологий суммированная величина требуемых инвестиций ПИ определяется по следующей формуле:

$$ПИ = C_{об} \cdot N + C_{тр} + C_{см} + C_{пн} \cdot N + A_{пл} + C_{НИР} + C_{ПКР} + C_{иф}, \quad (1)$$

$C_{об}$ — цена единицы оборудования;

N — количество требуемых единиц оборудования;

$C_{тр}$ — транспортные расходы;

$C_{см}$ — стоимость строительно-монтажных работ;

$C_{пн}$ – стоимость пусконаладочных работ;

$A_{пл}$ — аренда (стоимость) производственной площади;

$C_{нир}$ — затраты на научно-исследовательские работы;

$C_{пкр}$— затраты на проектно-конструкторские работы;

$C_{иф}$ – стоимость создаваемой инфраструктуры, обслуживающей технологическое переоснащение производства.

Однако данные критерии не отражают эффективность управления инвестированием производственного переоснащения и освоения высоких технологий в мебельной промышленности. При формировании указанного критерия за основу необходимо использовать экономико-математическое моделирование.

Рассматриваемый критерий оценки эффективности инвестирования в процессы производственного переоснащения и освоения высоких технологий в легкой промышленности ($И_{тп}$) фактически учитывает вид производственных технологий, типы внедряемых инноваций и характер создаваемой продукции:

$$И_{тп} = \int_0^T \prod_{i=1}^{K} \frac{\left[\Delta СФ_i(t) / СФ\ (t)\right]}{(\Delta I_i(t) / I(t))} \cdot Q_i dt, \quad (2)$$

где К-количество используемых технологических операций при реализации продукции,

$\Delta I_i(t)$ – приращение инвестиций в производственное переоснащение по i-ой технологической операции в период t,

I(t) – инвестиции в производственное переоснащение производства в период t, учитывающие все составляющие затрат выражения (10),

$\Delta CF_i(t)$ – приращение доходов, генерируемых приращением инвестиций в i-ую технологическую операцию в период t,

CF(t) – доходы, генерируемые инвестициями в производственное переоснащение производства в период t,

Q_i – корректирующий коэффициент оценки внедряемых технологий принимаемый равным:

0,8 – если в результате технологического переоснащения технология уступает

мировому уровню,

1,0 – если соответствует мировому уровню (высокие технологии),

1,2 – если превышает мировой уровень.

Рассматриваемый поход по моделированию оценки эффективного развития и освоения высоких технологий в мебельной промышленности, представляет собой интегральное выражение пооперационного произведения взвешенных относительных приращений доходов, генерируемых приращением инвестиций в каждую технологическую операцию, к относительному приращению инвестиций в каждую из этих операций. При этом весомость каждого сомножителя определяется относительной интенсивностью роста S-кривых главной производственной функции, описываемых кривыми замещения Перла или Гомперца.

В рамках общей системы управления эффективным развитием, подсистему управления инвестированием производственного переоснащения и освоения высоких технологий необходимо сформировывать с участием подсистем предприятия стратегического планирования, исследования и разработок, экономики и финансов, которая опирается на государственные, частные и собственные инвестиции. При этом внешние инвестиции привлекаются как в форме финансов, так и в форме прав на высокие технологии и научные открытия.

В процессе решения задачи по оптимизации функционирования системы управления инвестированием производственного переоснащения и освоения высоких технологий в мебельной промышленности возникает необходимость разработать процесс, который учитывает: основные направления развития региона, включая планы развитие мебельной промышленности, и основные направления и приоритеты развития предприятия мебельной промышленности. Смоделированный процесс по развитию инвестиционной привлекательности и освоения высоких технологий представлен на рисунке 1.

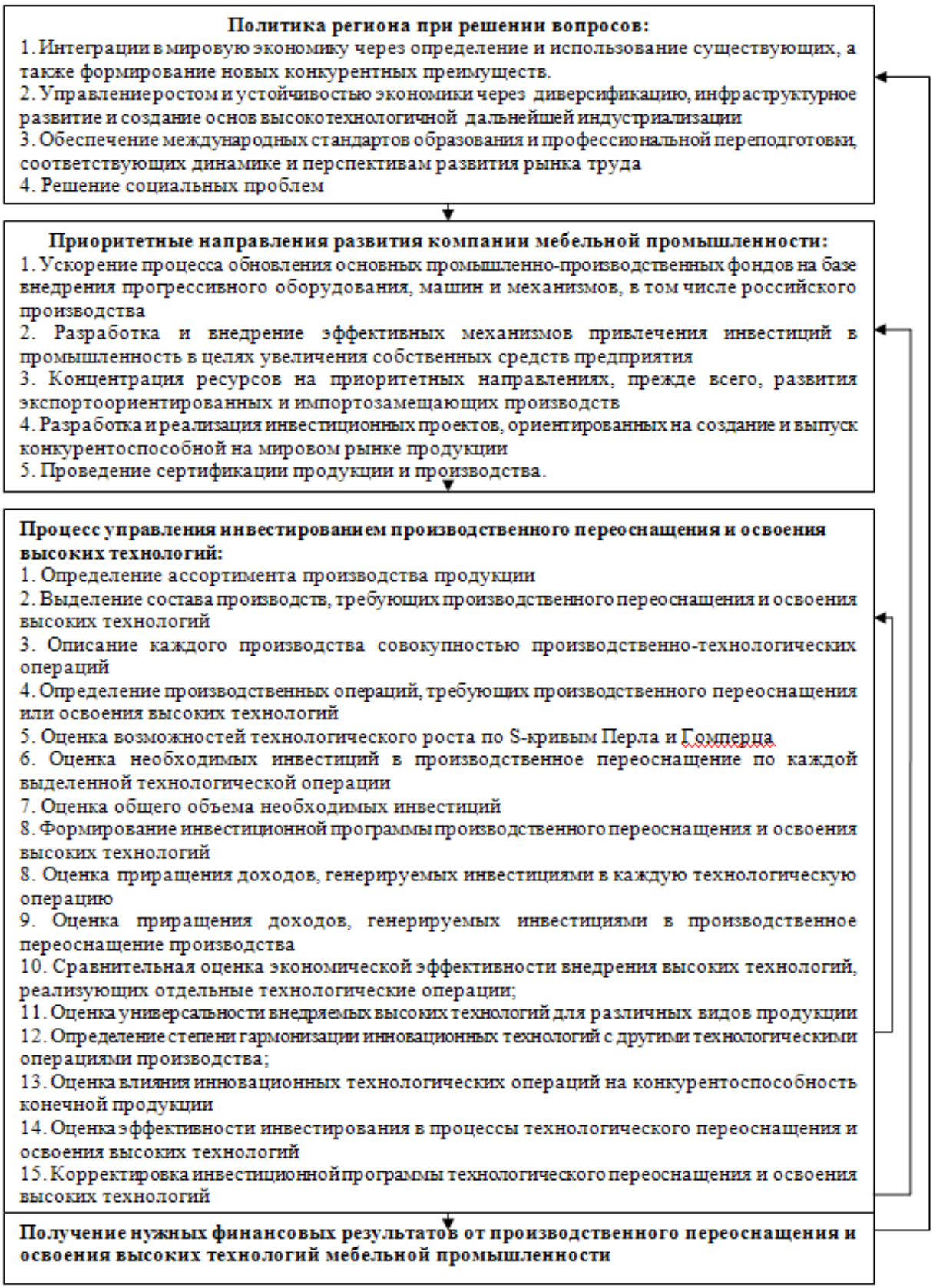


Рис. 1 - модель оптимизированного функционирования системы управления инвестированием производственного переоснащения и освоения высоких технологий в мебельной промышленности.

Список литературы

1. Безрукова Т.Л., Шанин И.И., Якунина А.П. Управление оборотными активами / Успехи современного естествознания. 2015. № 1-1. С. 102-105.
2. Безрукова Т.Л., Борисов А.Н., Шанин И.И., Лукин А.С. Прогнозирование и планирование издержек в производственной деятельности предприятий / Лесотехнический журнал. 2015. Т. 5. № 2 (18). С. 232-242.
3. Шанин И.И., Безрукова Т.Л., Борисов А.Н. Стимулирование инновационной деятельности промышленного производства в условиях выхода российской экономики из кризиса / Лесотехнический журнал. 2011. № 4. С. 138-142.
4. Демченко А.Ф., Яковлева Е.А., Белоусов А.В., Шумейко А.М. Развитии отношений менеджмента в системах регионального управления / АПК: Экономика, управление. 2012. № 4. С. 23-27.
5. Безрукова Т.Л., Шанин И.И., Кудаева Е.Ю. Развитие инноваций на предприятии / Успехи современного естествознания. 2015. № 1-3. С. 489-491.

УДК: 669-1

СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЙ

COMPUTER MODELING AND ENGINEERING ANALYSIS IN MATERIALS SCIENCE

Гервасьев М. А., д.т.н., профессор,
Михаилов С. Б., доцент, к.т.н., **Латипов И. Ф.,** аспирант
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
г. Екатеринбург, Россия
latipov-ilyas@mail.ru

DOI: 10.12737/16012

Аннотация: В работе представлен метод решения материаловедческих задач.

Summary: This paper presents a method for solving metallurgical problems.

Ключевые слова: Математическое моделирование, материал, испытание, конечно элементный анализ, структура материала.

Keywords: Math modeling, material, test, finite element analysis, the structure of the material.

Математическое моделирование является частью деятельности инженера-проектировщика, конструктора, исследователя. Эксперимент с использованием компьютерной техники в настоящее время является важной частью проектирования, процесс проектирования деталей машин связаны с особенностями механических и физических свойств материала и формы изделия, занимающую промежуточную позицию между конструированием и натурным испытанием прототипа.

При подготовке виртуальной детали к инженерному анализу должно быть уделено значительное внимание всем процессам её изготовления. Но все существующие программы не учитывают изменение структуры и свойств детали, а используют стандартные свойства материала, что может привести к значительным ошибкам в расчетах. К примеру, объёмно поверхностное упрочнение позволяет повысить все характеристики детали как механические, так и физические.

В работе предполагается использовать программы конечно элементного анализа не только для проектирования изделия, но и для правильного научно обоснованного выбора материалов. Данные исследования должны сравниваться с экспериментальными результатами изучения фазового состава структуры и свойств конкретного материала.

Результат исследования даёт необходимую информацию о качестве взаимодействия всех параметров как единое целое и способность данной детали справляться с поставленной ей задачей, во время его функционирования. Способ правильного сопоставления требуемого материала и формы, позволяет повысить его долговечность, не ухудшая функциональность на требуемый промежуток времени.

Список литературы

2 Голованов А. И. Метод конечных элементов в статистике и динамике тонкостенных конструкций / А. И. Голованов, О. Н. Тюленев, А. Ф. Шигабутдинов. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 392 с.

3 Самойлов Н. А. Примеры и задачи по курсу «Математическое моделирование химико-технологических процессов» / Лань, 2013. –176с.

УДК 630*4

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ГРУНТОМЕТАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

SIMULATION MODELING OPERATION SOIL THROWER

Гнусов М.А., к.т.н., специалист по производственному обучению;
Малюков С.В., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»
г. Воронеж, Россия
ko407@yandex.ru, maljukov-sergejj@rambler.ru

DOI: 10.12737/16013

Аннотация: Разработана компьютерная программа для имитации работы грунтометательной машины. Модель позволяет изучить влияние параметров грунтомета на эффективность его работы.

Summary: The computer program to simulate the operation of a soil thrower. The model allows studying the influence of soil thrower parameters on its work efficiency.

Ключевые слова: грунтометательная машина, эффективность, имитационная модель.

Keywords: soil thrower, efficiency, simulation model.

Лесные пожары наносят невосполнимый вред лесу, уничтожая самосевы, молодые деревца и побеги, запасы семян в подстилке. Они оказывают разрушительное воздействие на древостой, вызывают повреждение органического слоя почвы и ее эрозию, загрязняют атмосферу и воду продуктами горения, угрожают населенным пунктам, социальным и экономически важным объектам. Кроме того, задымление от крупных и массовых лесных пожаров дестабилизирует автомобильное, железнодорожное, воздушное и речное сообщение, работу объектов лесной промышленности вызывает у людей различные аллергические реакции, заболевания органов дыхания. Таким образом, пожары приносят невосполнимые потери обществу и природе [1, 2].

Одним из известных и широко применяемых способов тушения низовых лесных пожаров является забрасывание кромки огня грунтом или прокладки заградительной минерализованной полосы на некотором расстоянии от

движущегося пожара. Прокладка противопожарных минерализованных полос производится как профилактическая и предупредительная мера. Наибольшей эффективностью при этом обладают специальные грунтометательные машины.

Для теоретического исследования функционирования грунтометательной машины необходима математическая модель, всесторонне описывающая происходящие явления: движение рабочих поверхностей машины, взаимодействие поверхностей машины с грунтом, движение грунта в пространстве.

Лесной грунт является сложным для моделирования объектом, ввиду своего типологического разнообразия и большого количества физико-математических параметров (тип грунта, его твердость, влажность, плотность, рельеф поверхности). В то же время движение потоков грунта лежит в основе принципа грунтометательной машины, поэтому модель грунта должна быть максимально близкой к реальности. Для моделирования грунта используется метод конечных элементов [3]. В используемой модификации метода грунт представляли совокупностью большого количества элементов малого размера шарообразной формы, которые могли взаимодействовать между собой, а также с рабочими поверхностями машины (с роторами и дисками).

В модели необходимо корректно воспроизвести сложную геометрическую форму рабочих поверхностей, а также взаимодействие поверхностей с элементами грунта. Обычно поверхности сложной формы, в рамках подхода конечных элементов заменяют большим количеством плоских фигур. Из фундаментальных геометрических соображений в качестве элементарной фигуры обычно используют треугольник. Треугольники легко стыкуются в пространстве между собой, а их совокупность позволяет воспроизводить поверхность сложной формы. Поэтому в рамках предложенной модели рабочие поверхности грунтомета представлены в виде совокупности элементарных треугольников. Так как необходимо оптимизировать форму и геометрическое расположение поверхностей, то представление поверхностей в виде совокупности треугольников очень удобно тем, что можно легко изменить, например, размер ротора, изменяя координаты лишь нескольких вершин треугольников [4].

Для удобства моделирования разработаны две компьютерные программы "Программа для моделирования одноротоpной грунтометательной машины" и "Программа для моделирования двухроторной грунтометательной машины" на языке Object Pascal в интегрированной среде программирования Borland Delphi 7.

Программы предназначена для имитации работы грунтометательной машины. Перед началом моделирования программа позволяет ввести геометрические и кинематические параметры машины, а также параметры грунта (рис. 1).

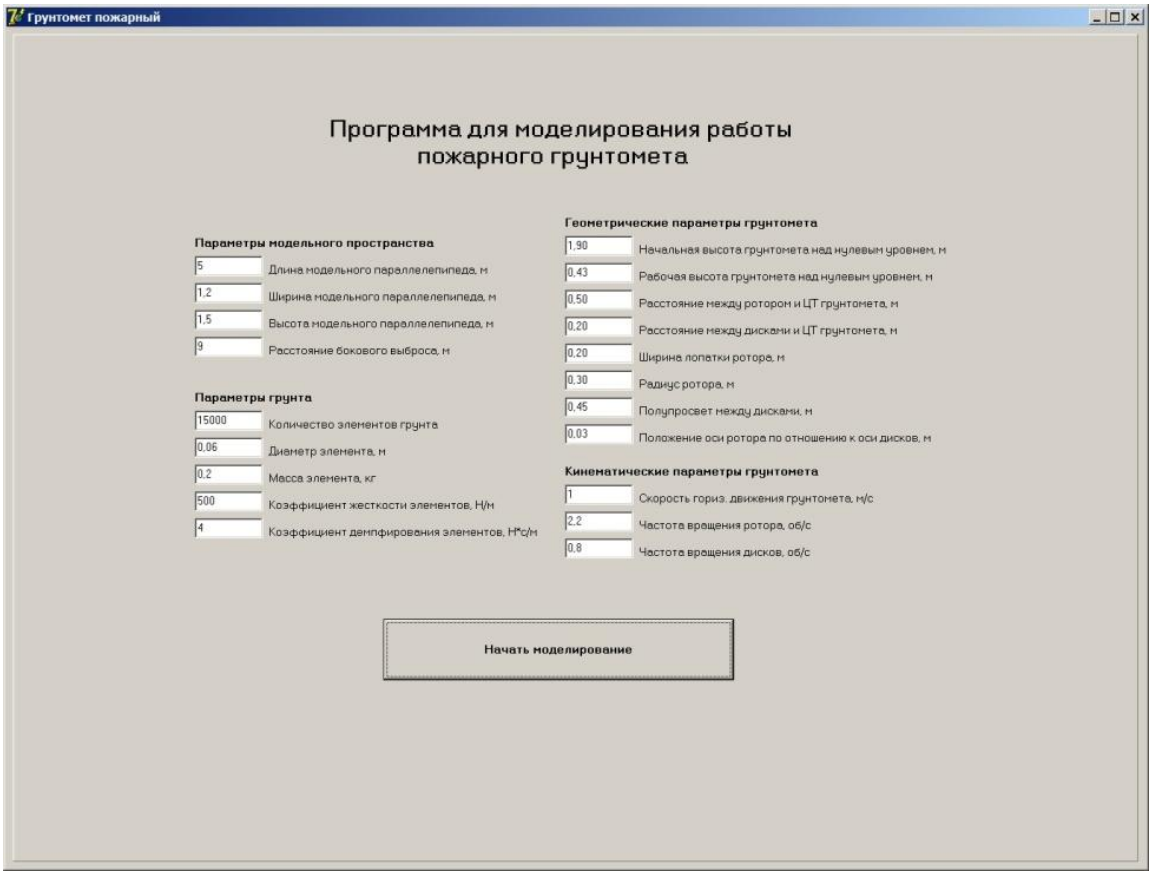


Рис. 1 – Форма ввода исходных данных для моделирования в программах для моделирования одноротоpной и двухроторной грунтометательной машины

В процессе работы программа непрерывно выводит на экран: три проекции работающей машины, профиль оставляемой борозды, числовые значения показателей качества работы машины и потребляемой мощности (рис. 2).

Программы требуют использования компьютера с процессором не ниже Pentium 2,3 ГГц, с объемом оперативной памяти не менее 512 Мбайт. Исходный текст обеих программ имеет объем около 35 кбайт.

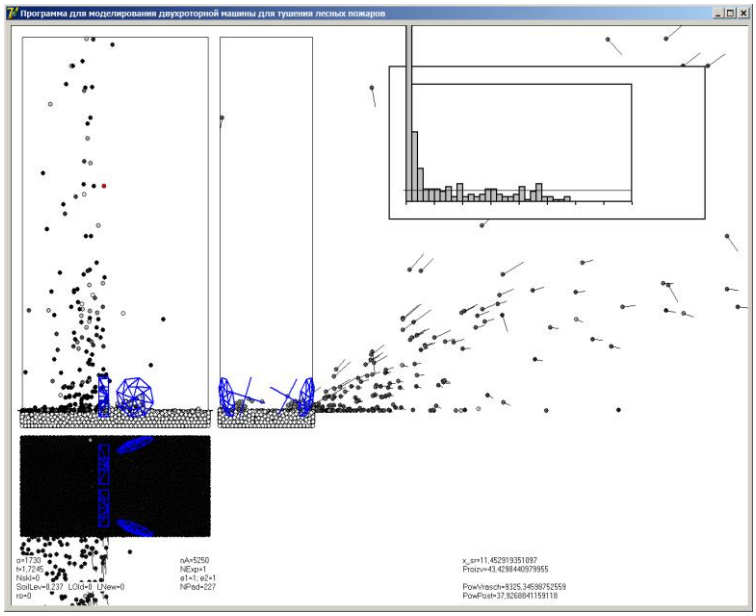


Рис. 2 – Вывод результатов моделирования в разработанной программе для моделирования двухроторной машины

Предложенный метод моделирования позволяет исследовать влияние большого количества конструктивных и технологических параметров машины, а также условий работы, на показатели ее эффективности.

Список литературы

1. Воробьев, Ю. Л. Лесные пожары на территории России: Состояние и проблемы [Текст] : учеб. / Ю. Л. Воробьева; под общ. ред. Ю. Л. Воробьева, В. А. Акимова, Ю. И. Соколова; МЧС России. – М. : ДЭКС-ПРЕСС, 2004. – 312 с.

2. Малюков, С. В. Пути предупреждения пожаров [Текст] / С. В. Малюков, И. Н. Журавлев // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика : сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции. – Воронеж, 2014. – Т.2. – № 3-4 (8-4). – С. 98-102. – DOI: 10.12737/4348.

3. Драпалюк, М. В. Совершенствование процесса работы грунтометательной машины [Текст] / М. В. Драпалюк, С. В. Малюков, М. А. Гнусов // Молодий вчений. – 2014. – № 1 (03). – С. 22-24.

4. Гончаров, П.Э. Результаты экспериментальных исследований работы комбинированной машины для тушения лесных пожаров [Электронный ресурс] / П. Э. Гончаров, П. И. Попиков, С. В. Малюков, М. А. Гнусов, В. А. Бутин, К. П. Андреев, И.Г. Скобцов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 84. – С. 406-415.

УДК: 004.4

ПРИМЕНЕНИЕ УНИФИЦИРОВАННОГО ЯЗЫКА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

APPLICATION OF UNIFIED MODELING LANGUAGE IN DEVELOPING A SYSTEM FOR THE HYDRAULIC CALCULATION

Голикова Е.В., к.ф.-м.н.
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
г. Воронеж, Россия
gev2404@mail.ru

DOI: 10.12737/16014

Аннотация: В работе показано применение унифицированного языка моделирования при разработке системы имитационного моделирования течения потока жидкости или газа в гидросистеме, позволяющего читать и совершенствовать системную структуру и планы проекта по средствам множества стандартных нотаций моделирования для графического представления системы, ее структуры и функциональных возможностей.

Summary: The paper shows the use of Unified Modeling Language in the development of system simulation of flow of fluid or gas in the hydraulic system, which allows the system to read and improve the structure and project plans for media sets a standard notation for modeling graphical representation of the system, its structure and functionality

Ключевые слова: гидросистема, гидравлические расчеты, унифицированный язык моделирования.

Keywords: hydrosystem, hydraulic calculation, Unified Modeling Language.

Различные стороны разработки современного программного продукта объединены в общем процессе создания программной системы, включающем руководство проектом, управление задачами отдельного разработчика и командой в целом, обеспечение взаимодействия между всеми участниками, что составляет унифицированный процесс разработки программного обеспечения. [1].

Системы проектирования и анализа являются одним из наиболее полезных инструментов инженера-конструктора. В разработке подобных систем присутствует тенденция к объединению свойств и функции различных групп автоматизированных систем, что находит отражение, прежде всего, в

возможности импортирования геометрической модели из CAD-системы и наличие собственных средств для ее построения. Разработка подобных интегрированных систем автоматического проектирования представляется актуальной задачей, поскольку они удобны инженеру-конструктору, сокращают технологический цикл разработки новых изделий или конструкторской доработки ранее созданных.

К числу подобных программных систем относится программный комплекс для гидравлических расчетов Hydrosys [2]. Hydrosys предоставляет возможность создания и расчета линейных гидравлических систем из имеющихся в базе данных пакета участков. Главной отличительной чертой программы является ее принадлежность к системам открытого типа. Расширение функциональных возможностей, а именно, создание новых участков гидросистем с различной геометрией не требует знания языков программирования. Платформой для разработки пакета Hydrosys был выбран унифицированный язык моделирования UML (Unified Modeling Language). Непрерывное развитие программы, вовлечение в процесс создания новых участников требует некоего унифицированного процесса и языка, который был бы общим и понятным для всех разработчиков и будущих администраторов пакета, что послужило причиной выбора UML.

UML представляет собой общую систему терминов, обозначений, правил и связей между ними, лежащую в основе коммуникации между всеми участниками [3, 4]. UML визуализирует модель системы. Модель системы, проектируемой средствами UML, представляет собой набор диаграмм, которые с разных точек зрения описывают поведение и функциональные возможности будущего программного продукта. Каждая диаграмма имеет собственную нотацию. Для пакета Hydrosys были построены семь основных типов диаграмм Use Case (диаграмма вариантов использования или сценариев), Class diagram (диаграмма классов), Sequence diagram (диаграмма последовательности действий), Statechart (диаграмма состояний), Activity (диаграмма активности), Component (диаграмма компонентов), Deployment (диаграмма размещения или топологии системы).

Диаграмма вариантов использования иллюстрирует отдельные функциональные возможности, системы, взаимодействие с внешними объектами и между сценариями. Диаграмма, разработанная для Hydrosys средствами UML, определят основные функциональные возможности, предоставляемые пакетом, а именно, создание, редактирования и расчета

гидросистем, создания и редактирования элементов и участков и др. (рисунок 1).

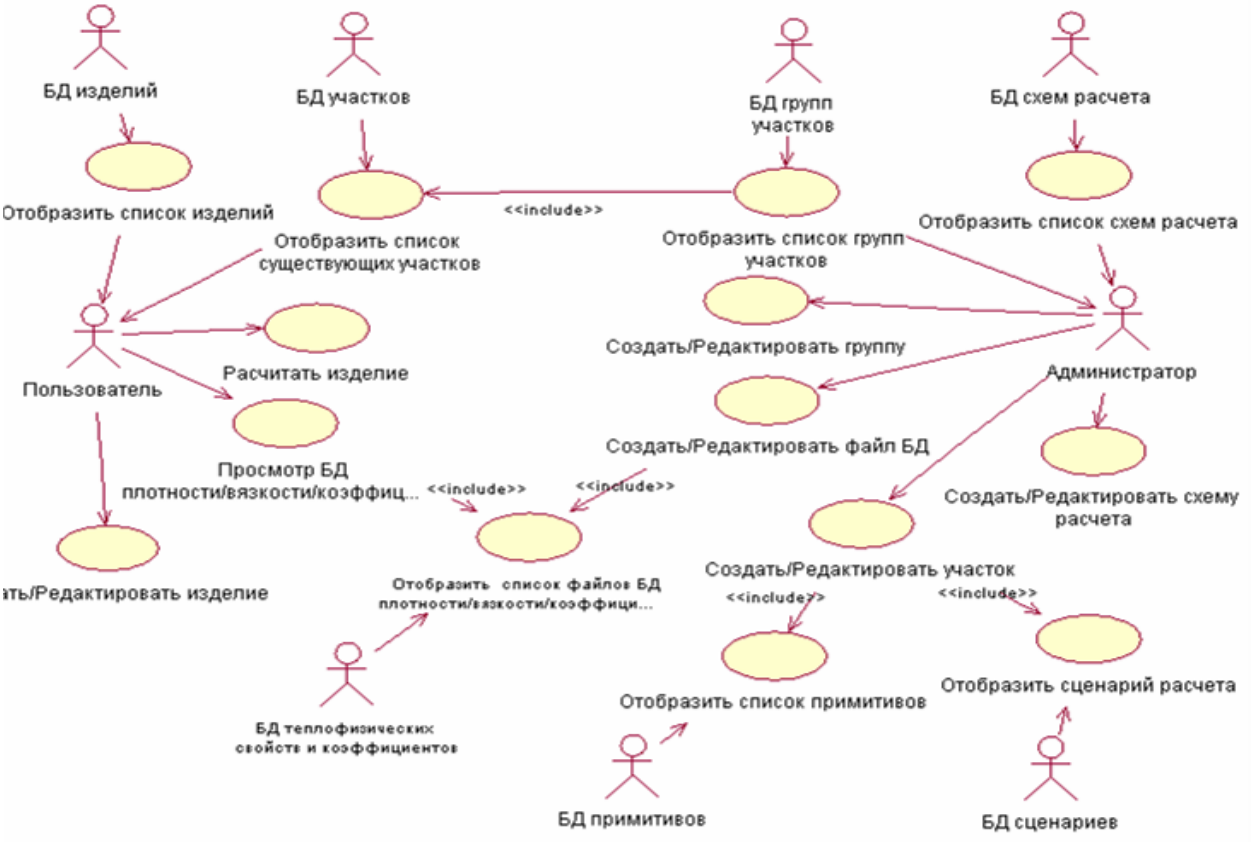


Рис. 1 – Диаграмма Use Case программного комплекса для гидравлических расчетов HydroSys

Опыт применения унифицированного языка моделирования для проектирования программного комплекса позволяет констатировать тот факт, что внедрение UML в процесс разработки Hydrosys в значительной степени помогло развитию пакета и разработке его документации. Визуализация механизмов работы системы, его функциональных возможностей упростила коммуникацию между участниками проекта, помогла обнаружить ряд недостатков, указала возможные пути дальнейшего развития.

Список литературы

1. Якобсон А., Буч Г., Рамбо Дж. Унифицированный процесс разработки программного обеспечения. – СПб.: Питер, 2002. – 496 с.

2. Коржов Е.Н., Космачева В.П., Тюкачев Н.А. Программный комплекс расчета гидросистем HYDROSYS. // Современные проблемы механики и прикладной математики: В 2-х частях. Ч.1. Воронеж, 2000. с.229-233

3. Гома Х. UML. Проектирование систем реального времени, распределенных и параллельных приложений. – М.: ДМК Пресс, 2002. – 704 с.

4. Кватрани Т. Rational Rose 2000 и UML. Визуальное моделирование. – М: ДМК Пресс, 2001. – 176 с.

УДК 517.9

МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ НЕОДНОРОДНОЙ СИСТЕМЫ КВАНТОВЫХ КОЛЕЦ

SIMULATION OF MAGNETIC FEATURES IN INHOMOGENEOUS SYSTEM OF QUATUM RINGS

Горлов В.А., Мелешенко П.А., Паршин Д.С., Смирнов М.А.

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,

г. Воронеж, Россия

gorlov_v_a@mail.ru

DOI: 10.12737/16015

Аннотация: Изучается моделирование магнитных свойств неоднородной системы квантовых колец, процессы намагниченности и магнитной восприимчивости данной системы невзаимодействующих наноразмерных колец.

Summary: We investigate the magnetic properties of inhomogeneous system of non-interacting quantum rings using the rotator model. The exact analytic expressions for the free energy as well as for the magnetization and magnetic susceptibility are obtained.

Ключевые слова: уравнение Шредингера, квантовые кольца, статистическая сумма, намагниченность.

Keywords: Schrödinger equation, quantum rings, magnetization, magnetic susceptibility.

Известно, что для бесконечно тонкого кольца радиуса R (двумерный ротатор), помещенного во внешнее однородное магнитное поле с напряженностью H (поле приложено перпендикулярно плоскости кольца) уравнение Шредингера имеет вид:

$$\frac{1}{2m}\left(\hat{\vec{p}}-\frac{e}{c}\vec{A}_H\right)^2\psi=E\psi\,. \tag{1}$$

Здесь $\hat{\vec{p}}=-i\hbar\nabla$ - оператор импульса, m,e и c - масса электрона, заряд электрона и скорость света соответственно, векторный потенциал однородного магнитного поля задается выражением

$$\vec{A}_H=\frac{H\,r}{2}\vec{e}_\theta=\frac{\Phi_H r}{2\pi R^2}\vec{e}_\theta\,, \tag{2}$$

где $\Phi_H=\pi R^2 H$ - поток магнитного поля через площадь, ограничиваемую кольцом, $\vec{e}_\theta$ - орт полярной системы координат, r и θ - радиальная и угловая координаты соответственно [1].

Вводя следующие обозначения

$$\varepsilon=\frac{\hbar^2}{2mR^2}$$

$$\xi=\frac{e\Phi_H}{2\pi\hbar c}=\frac{\Phi_H}{\Phi_0}=\frac{1}{2\varepsilon}\frac{e\hbar}{2mc}H\,,$$

где $\Phi_0=2\pi\hbar c/e$ - квант магнитного потока, решение уравнения (1) имеет вид:

$$\begin{aligned}&E_n^{(\xi)}=\varepsilon\left(n-\xi\right)^2;\\&\psi_n=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{in\theta},n=0,\pm1,\pm2,\ldots\end{aligned} \tag{3}$$

Следуя стандартным методам статистической физики, запишем статсумму в виде:

$$Z=\sum_{n=-\infty}^{\infty}g_n\exp\left(-\frac{E_n^{(\xi)}}{k_BT}\right), \tag{4}$$

где g_n - кратность вырождения уровня с квантовым числом n (в рассматриваемом случае спектр невырожден $g_n=1$), k_B - постоянная Больцмана, T - абсолютная температура [2].

Производя преобразования и вводя обозначение $\chi=\frac{k_BT}{\varepsilon}$, получим следующее точное выражение для статсуммы:

$$Z=\sqrt{\pi\chi}\,\vartheta_3\left[-\pi\xi,e^{-\pi^2\chi}\right]. \tag{5}$$

где $\vartheta_3(u,q)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}q^{n^2}e^{2inu}$ - есть так называемая эллиптическая тэта-функция третьего рода [3].

После нахождения статсуммы (5), могут быть вычислены основные наблюдаемые характеристики квантового кольца.

В частности, выражение для свободной энергии имеет вид:

$$F = -\varepsilon\chi \ln\left\{\sqrt{\pi\chi}\,\vartheta_3\left[\pi\xi, e^{-\pi^2\chi}\right]\right\}, \tag{6}$$

где использована четность тэта-функции является по первой переменной $\vartheta_3(-u,q) = \vartheta_3(u,q)$.

Используя (6), выражение для намагниченности квантового кольца может быть записано в виде:

$$M = -\frac{\partial F}{\partial H} = -\frac{\mu_B}{2\varepsilon}\frac{\partial F}{\partial \xi},$$

где $\mu_B = e\hbar/2mc$ - есть магнетон Бора [1].

Подставляя сюда выражение (6) и воспользовавшись выражением для логарифмической производной от тэта-функции, намагниченность записывается в виде:

$$M = \mu_B \pi\chi \sum_{j=1}^{\infty} (-1)^j \frac{\sin\left[2\pi\, j\xi\right]}{\sinh\left(\pi^2 j\chi\right)}. \tag{7}$$

Ряд, входящий в (7) является быстро сходящимся [4].

При этом из-за присутствия гиперболического синуса температуры в знаменателе намагниченность с ростом температуры быстро стремится к нулю в соответствии с классическими результатами (теорема Бора-ван Левен) [2].

Кроме того, используя (7) может быть вычислена такая характеристика, как магнитная восприимчивость:

$$\gamma_H = \frac{\partial M}{\partial H} = \frac{\mu_B}{2\varepsilon}\frac{\partial M}{\partial \xi} = \frac{\pi^2\mu_B^2}{\varepsilon}\chi \sum_{j=1}^{\infty} (-1)^j j \frac{\cos\left[2\pi\, j\xi\right]}{\sinh\left(\pi^2 j\chi\right)}. \tag{8}$$

Рассмотрим систему квантовых колец имеющих различные геометрические параметры, именно разные радиусы.

Кроме того, предполагаем, что кольца не взаимодействуют.

В силу различного знака намагниченности при различных потоках для одного кольца, следует ожидать, что для двух квантовых колец намагниченность будет принимать как положительные, так и отрицательные значения при изменении температуры.

Рассмотрим систему колец с двумя различными радиусами.

Пусть число колец в системе $N = N_1 + N_2$, где N_1 и N_2 число колец с радиусами R_1 и R_2 соответственно.

Статистическая сумма такой системы может быть записана в следующем виде:

$$Z_N = \prod_{k=1}^{N_1} \prod_{l=1}^{N_2} Z_k(\chi_1, \xi_1) Z_l(\chi_2, \xi_2). \quad (9)$$

Поскольку кольца невзаимодействующие мы можем записать следующие выражения:

$$Z_N = \left[Z(\chi_1, \xi_1) \right]^{N_1} \left[Z(\chi_2, \xi_2) \right]^{N_2},$$

$$F_N = N \left[c_1 F(\chi_1, \xi_1) + c_2 F(\chi_2, \xi_2) \right],$$

$$M_N = N \left[c_1 M(\chi_1, \xi_1) + c_2 M(\chi_2, \xi_2) \right],$$

$$\gamma_N = N \left[c_1 \gamma(\chi_1, \xi_1) + c_2 \gamma(\chi_2, \xi_2) \right],$$

где $c_{1,2} = N_{1,2} / N$ концентрации колец с параметрами 1 и 2 соответственно, а все наблюдаемые величины определяются формулами (6), (7) и (8).

Подводя итог, заметим, что в рамках модели двумерного ротатора в однородном магнитном поле получены аналитические выражения для намагниченности и магнитной восприимчивости неоднородной (по геометрическим параметрам) системы невзаимодействующих наноразмерных колец. Результаты моделирования показывают, что в такой системе возникают температурные точки компенсации (точки, в которых намагниченность обращается в нуль), играющие большую роль в приложениях (процессы хранения и считывания информации).

Список литературы

1. Л.Д Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Учебное пособие в 10 т., т. III. Квантовая механика: Нерелятивистская теория. - 4-е изд., испр. - М.:Наука. Гл.ред.физ.-мат.лит.,1989, - 768с.

2. Л.Д Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Учебное пособие в 10 т., т. V. Статистическая физика ч.1. - 2-е изд., перераб. - М.:Наука. Гл.ред.физ.-мат.лит.,1964, - 568с.

3. Э.Т. Уиттекер, Дж. Н. Ватсон Курс современного анализа: ч.2, трансцендентные функции. - 2-е изд. - М.: Физматгиз., 1963, - 500с.

4. И. С. Градштейн, И. М. Рыжик Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. - 4-е изд., перераб. – М.: Физматгиз., 1963, - 1100с.

УДК: 684.4.053

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФРЕЗЫ С ДРЕВЕСИНОЙ

COMPUTER SIMULATION OF CUTTERS WITH WOOD

Грибанов А.А., к.т.н., доцент
Мохаммед Хайдер А. Аббас, к.т.н., **Плетнев Р.И.,** студент магистратуры
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»
г. Воронеж, Россия
vgltaapp@mail.ru
DOI: 10.12737/16016

Аннотация: В статье рассматривается математический анализ взаимодействия древесного материала с фрезой.

Summary: The article deals with the mathematical analysis of the interaction of the material with wood cutter.

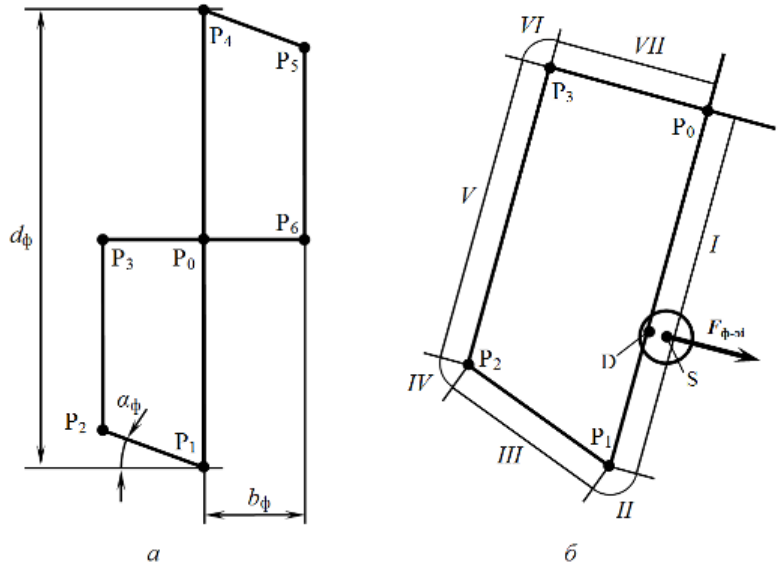
Ключевые слова: модель, скорость подачи фрезы, диаметр фрезы.

Keywords: model, cutter feed rate, the diameter of the cutter.

Рассмотрим имитационную модель, которая позволяет задавать различные технологические параметры процесса фрезерования и оценить их влияние, с учетом заданной структуры поверхности древесины, на показатели качества обработки, в частности шероховатость обработанной поверхности [1]. Модель учитывает одновременно силовое взаимодействие фрезы с древесиной, структуру древесины и ее изменение вдоль линии фрезерования, и позволяет определить рельеф и шероховатость обработанной поверхности.

В модели считается, что элементы материала взаимодействуют с фрезой вязкоупругими силами [2]. Опишем подробно, как расчитываются расстояние $r_{\text{вні}}$ взаимного внедрения i-го элемента и фрезы, а также декартовы составляющие s_{xi} и s_{yi} вектора, указывающего направление действия силы на i-й элемент.

Расчеты проведены для двухперьевой фрезы (рис. 1).



а *б*

а – геометрические параметры фрезы; *б* – к расчету силы, действующей на элемент древесины

Рис. 1 – Представление двухперьевой фрезы в модели

На каждом шаге интегрирования τ прежде всего производится размещение в пространстве базовых точек фрезы P_0, P_1, ... P_6 в зависимости от текущего расположения центра фрезы ($x_ф$, $y_ф$) и текущего угла ее поворота:

$$x_{P0} = x_н + v_{под} t;\ \ y_{P0} = y_н;$$

$$x_{P1} = x_{P0};\ \ y_{P1} = y_{P0} - \frac{d_ф}{2};$$

$$x_{P2} = x_{P0} - b_ф;\ \ y_{P2} = y_{P0} - \frac{d_ф}{2} + b_ф \sin\alpha_ф;$$

$$x_{P3} = x_{P0} - b_ф;\ \ y_{P3} = y_{P0}; \qquad (1)$$

$$x_{P4} = x_{P0};\ \ y_{P4} = y_{P0} + \frac{d_ф}{2};$$

$$x_{P5} = x_{P0} + b_ф;\ \ y_{P5} = y_{P0} + \frac{d_ф}{2} - b_ф \sin\alpha_ф;$$

$$x_{P6} = x_{P0} + b_ф;\ \ y_{P6} = y_{P0},$$

где $x_н$ и $y_н$ – начальное положение центра фрезы, задаваемое с учетом необходимой глубины обработки; $v_{под}$ – скорость подачи фрезы в горизонтальном направлении; $d_ф$ – диаметр фрезы; $b_ф$ – толщина пера фрезы; $\alpha_ф$

– задний угол лезвия фрезы.

После размещения в пространстве базовых точек P_1, P_2, ... P_6, производится их поворот относительно точки P_0 в соответствии с текущим углом поворота фрезы:

$$\begin{cases} r = \sqrt{\left(x_{Pi} - x_{P0}\right)^2 + \left(y_{Pi} - y_{P0}\right)^2}; \\ \varphi = \begin{cases} arctg\,\dfrac{y_{Pi} - y_{P0}}{x_{Pi} - x_{P0}}, & x_{Pi} - x_{P0} \geq 0; \\ arctg\,\dfrac{y_{Pi} - y_{P0}}{x_{Pi} - x_{P0}} + \pi, & x_{Pi} - x_{P0} < 0; \end{cases} \\ x_{Pi} = x_{P0} + r\cos\left(\varphi + 2\pi f_{\phi} t\right); \\ y_{Pi} = y_{P0} + r\sin\left(\varphi + 2\pi f_{\phi} t\right), \end{cases} \qquad (2)$$

где r и φ – промежуточные переменные; f_{ϕ} – частота вращения фрезы.

Будем считать, что шаг интегрирования по времени Δt достаточно мал, чтобы элементы древесины не могли проникнуть во внутреннюю область фрезы (многоугольники $P_0P_1P_2P_3$ и $P_0P_4P_5P_6$). При достаточно малом шаге Δt контакт элемента и фрезы длится несколько шагов интегрирования, и элемент успевает оттолкнуться от рабочих поверхностей фрезы, не успев проникнув внутрь. Зная, что элементы находятся вне многоугольников, позволяет упростить проверку их касания ребер и за счет этого получить более простые аналитические выражения для вычисления, сил, действующих на элементы.

Между элементом и ребром фрезы возникает силовое взаимодействие, если центр (x_i, y_i) круга-элемента попадает в область, отстоящую от фрезы ТС на расстоянии 0,5 $d_Э$ (рис. 1), и состоящую, для нижней половины фрезы, из четырех прямоугольников (области *I, III, V, VII* на рисунке), и трех секторов (области *II, IV, VI* на рисунке).

На каждом шаге интегрирования τ необходимо для каждого элемента древесины i определить, попадает ли он в геометрические области *I, II, ... VII,* если попадает, то в какую именно, и определить расстояние внедрения элемента $r_{вн}$ в объем фрезы, а также направление действия силы (n_x, n_y).

Прежде всего необходимо проверить, попадает ли точка S (центр элемента) в какую-либо из прямоугольных областей. Для этого необходимо найти проекцию D точки S на прямую, задающую рабочую поверхность фрезы (для примера рассмотрим отрезок P_0P_1). Для отыскания проекции необходимо составить уравнения прямой P_0P_1 и перпендикулярной ей прямой SD,

проходящей через точку S, и затем найти точку пересечения прямых P_0P_1 и SD. Уравнение прямой P_0P_1 через координаты точек P_0 и P_1 можно записать следующим образом.

$$\frac{x-x_{P0}}{y-y_{P0}}=\frac{x_{P1}-x_{P0}}{y_{P1}-y_{P0}};$$

$$(y_{P1}-y_{P0})x-(x_{P1}-x_{P0})y+(x_{P1}-x_{P0})y_{P0}-(y_{P1}-y_{P0})x_{P0}=0;$$

$$A_1x+B_1y+C_1=0, \qquad (3)$$

где $A_1=y_{P1}-y_{P0};\ B_1=-(x_{P1}-x_{P0});\ C_1=(x_{P1}-x_{P0})y_{P0}-(y_{P1}-y_{P0})x_{P0}.$

Уравнение прямой SD составляется по известным координатам точки, через которую проходит прямая (x_S, y_S), и нормальному вектору $\boldsymbol{N}$ к прямой P_0P_1, в качестве компонент которого можно использовать коэффициенты A_1 и B_1 уравнения прямой P_0P_1 в канонической форме $\boldsymbol{N}=\{A_1, B_1\}$:

$$\frac{x-x_S}{y-y_S}=\frac{N_x}{N_y}=\frac{y_{P1}-y_{P0}}{-(x_{P1}-x_{P0})};$$

$$-(x_{P1}-x_{P0})x-(y_{P1}-y_{P0})y+(x_{P1}-x_{P0})x_S+(y_{P1}-y_{P0})y_S=0;$$

$$A_2x+B_2y+C_2=0, \qquad (4)$$

$$где\ A_1=-(x_{P1}-x_{P0});\ B_1=-(y_{P1}-y_{P0});\ C_1=(x_{P1}-x_{P0})x_S+(y_{P1}-y_{P0})y_S.$$

Проекция D представляет собой точку пересечения прямых (3) и (4). Для поиска координат (x_D, y_D) необходимо решить систему линейных уравнений:

$$\begin{cases} A_1x_D+B_1y_D+C_1=0; \\ A_2x_D+B_2y_D+C_2=0; \end{cases} \qquad (5)$$

$$y_D=\frac{-A_1x_D-C_1}{B_1}; \qquad (6)$$

$$A_2x_D+\frac{B_1}{B_2}(-A_1x_D-C_1)+C_2=0;$$

$$x_D=\frac{\frac{B_2}{B_1}C_1-C_2}{A_2-A_1\frac{B_2}{B_1}}. \qquad (7)$$

Для того, чтобы определить, попадает ли центр элемента S(x_S, y_S) в прямоугольную область I необходимо чтобы расстояние SD было меньше

радиуса элемента, а точка проекции D лежала между точками P_0 и P_1. Поэтому условия попадания S в область *I* можно записать следующим образом.

$$\begin{cases} \sqrt{(x_S - x_D)^2 + (y_S - y_D)^2} < \dfrac{d_Э}{2}; \\ |x_{P0} - x_{P1}| = |x_{P0} - x_D| + |x_{P1} - x_D|; \\ |y_{P0} - y_{P1}| = |y_{P0} - y_D| + |y_{P1} - y_D|; \end{cases} \tag{8}$$

В случае попадания точки S в область *I* рассчитываются компоненты силы, действующей на элемент со стороны ребра P_0P_1 фрезы:

$$\begin{cases} F_{xФ-Эi} = c_O\left(\dfrac{d_Э}{2} - \sqrt{(x_S - x_D)^2 + (y_S - y_D)^2}\right)\dfrac{x_S - x_D}{\sqrt{(x_S - x_D)^2 + (y_S - y_D)^2}}; \\ F_{yФ-Эi} = c_O\left(\dfrac{d_Э}{2} - \sqrt{(x_S - x_D)^2 + (y_S - y_D)^2}\right)\dfrac{y_S - y_D}{\sqrt{(x_S - x_D)^2 + (y_S - y_D)^2}}. \end{cases} \tag{9}$$

Аналогично производится проверка попадания элемента S_i в прямоугольные области *III*, *V* и *VII*, и расчет сил взаимодействия в случае попадания.

Если проверка показала, что элемент S_i не попал ни в одну из прямоугольных областей, последовательно производится провека его попадания в секторoидальные области *II*, *IV*, *VI*. Покажем, как производится проверка попадания и последующий расчет силового взаимодействия на примере области *II*. Так как уже проведена проверка, что элемент не попадает в прямоугольные области *I* и *III*, а также, в соответствии с принятым допущением, элемент не может находиться во внутренней области фрезы (в прямоугольнике $P_0P_1P_2P_3$), то для проверки попадания в область *II* достаточно одного дополнительного условия:

$$\sqrt{(x_S - x_{P1})^2 + (y_S - y_{P1})^2} < \frac{d_Э}{2}. \tag{10}$$

В случае контакта элемента с кромкой фрезы P_1 фрезы сила действует в направлении P_1–S, поэтому компоненты силы на элемент рассчитываются следующим образом:

$$\begin{cases} F_{xФ-Эi} = c_O\left(\dfrac{d_Э}{2} - \sqrt{(x_S - x_{P1})^2 + (y_S - y_{P1})^2}\right)\dfrac{x_S - x_{P1}}{\sqrt{(x_S - x_{P1})^2 + (y_S - y_{P1})^2}}; \\ F_{yФ-Эi} = c_O\left(\dfrac{d_Э}{2} - \sqrt{(x_S - x_{P1})^2 + (y_S - y_{P1})^2}\right)\dfrac{y_S - y_D}{\sqrt{(x_S - x_{P1})^2 + (y_S - y_{P1})^2}}. \end{cases} \tag{11}$$

Аналогично производится проверка попадания элемента в области *IV* и *VI*. В результате проверки попадания каждого элемента в области *I*, *II*, ... *VII* (а также в симметричные области для второй половины фрезы) и расчета соответствующих силовых воздействий $F_{хФ–Эi}$, $F_{уФ–Эi}$ получаем набор сил, действующих со стороны фрезы на систему элементов, и приводящий к изменению ее конфигурации.

Список литературы

1. Мохаммед, Хайдер А. Аббас. Математическая модель фрезерования древесины как основа для алгоритмов оптимального управления фрезерным станком при декоративном и художественном фрезеровании [Текст] / Хайдер А. Аббас Мохаммед // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика : сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции. – Воронеж : ВГЛТА, 2014. – № 5, ч. 2 (10–2). – С. 207–210.

2. Мохаммед, Хайдер А. Аббас. Математическая модель фрезерования древесины с учетом структуры обрабатываемой поверхности [Текст] / Хайдер А. Аббас Мохаммед // Юность и знания – гарантия успеха : сборник научных трудов международной научно-технической конференции. – Курск, 2014. – С. 285–288.

УДК 004.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЕГО ОШИБОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS ABILITIES IN HUMAN BEHAVIOR AND ERROR MODELLING RESEARCH

Гриднев С.Е., Кургалин С.Д., Туровский Я.А.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

г. Воронеж, Россия

kurgalin@bk.ru

DOI: 10.12737/16017

Аннотация: Исследуется применение искусственных нейронных сетей для моделирования поведения человека. Представлен программный продукт

для прототипа системы моделирования поведения человека и его ошибок в условиях недостатка информации.

Summary: Researches abilities of use of artificial neural networks in human behavior modeling, described the program prototype of modeling system modeling human behavior and one's errors, being human's step deviation from "optimal" algorithm.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети, моделирование поведения, формализация поведения.

Keywords: artificial neural networks, behavior modeling, behavior formalization.

Настоящая работа посвящена созданию компьютерной программы для прототипа системы, моделирующей поведение человека в условиях получения им неполной информации об окружающем пространстве. Формализация поведения человека проводилась с использованием лабиринта, представляющего собой поле 15×15 ячеек, в которых могут находиться проходы, стенки или бонусы (игровые призы). Распределение бонусов по свободным ячейкам лабиринта задавалось случайным и равномерным. Перед испытуемым ставилась задача сбора максимального количества бонусов в условиях восприятия им лишь ограниченного числа соседних ячеек. При проходе лабиринта перед испытуемым возникает проблема выбора из нескольких альтернатив движения по нему (направлений перемещения) в условиях недостатка необходимой информации, а также проблема выбора кратчайшего пути к целям – очередным бонусам. Для моделирования поведения человека в данных условиях были использованы искусственные нейронные сети (ИНС), поскольку они обладают необходимой «гибкостью» и способностью обучаться на примерах. Разработанный программный продукт для системы моделирования поведения человека и его ошибок определяет перемещение человека в лабиринте и оформляет это в виде обучающей выборки для ИНС. Он состоит из: модуля сбора статистических данных с человека, модуля обучения искусственных нейронных сетей, модуля проверки искусственных нейронных сетей.

Как известно, в настоящее время отсутствует алгоритм, задающий обход случайно сгенерированного лабиринта по оптимальному маршруту. Поэтому в данном исследовании в качестве основы для проведения сравнений был взят так называемый «оптимальный» алгоритм. «Оптимальный» алгоритм задает

очередной ход следующим образом. Если виден один или несколько бонусов, то оптимальным считается ход по пути к ближайшему бонусу, иначе оптимальным считается ход по направлению к ближайшей из необследованных ячеек лабиринта. Игровой бонус считается видимым из данной ячейки лабиринта, если он либо находится в соседней ячейке по отношению к данной, либо в памяти программы имеется информация о ячейке с бонусом, к которой есть путь из данной ячейки. Считалось, что ход, задаваемый таким «оптимальным» алгоритмом, и является в данном конкретном случае оптимальным. Ошибка здесь определяется как угол отклонения движения человека по лабиринту от маршрута, устанавливаемого «оптимальным» алгоритмом. Например, если «оптимальный» алгоритм задал направление хода «прямо», а человек пошел по лабиринту направо, то отклонение в этом случае составляет 90°. Для дальнейшего требуется ввести два понятия. «Памятью» назовём изначально пустую двумерную карту, заполняемую по мере прохождения лабиринта. Ячейки карты заполняется значениями в зависимости от того, что в них находится: проход – «0», непроходимая стенка – «1», бонус – «2», а если ячейка относится к необследованной области, то «8». «Входным вектором параметров» для ИНС назовём вектор, состоящий из конкатенации значений ячеек видимой часть лабиринта и памяти. В ходе исследования был проведен эксперимент по сбору статистических данных о поведении 28 добровольцев, работавших с лабиринтом. Эти данные представляют собой файлы, хранящие координаты начальной ячейки лабиринта и последовательность ходов человека. На основе этих данных было проведено обучение двух групп ИНС. В первую группу входили такие ИНС, которые обучались моделированию перемещения человека в лабиринте на основе входного вектора параметров с использованием и без использования памяти, хранящей в себе информацию об обследованном участке лабиринта. С применением ИНС данного типа было проведено моделирование перемещения человека из одной ячейки лабиринта в другую. В 80% случаев ИНС правильно моделировали ход человека. В целом, такое моделирование можно считать успешным. Однако выяснилось, что при прохождении по лабиринту человека-игрока под управлением такой сети, несмотря на высокий показатель точности моделирования хода, ошибки, случающиеся в оставшихся 20% случаев, имеют свойство накапливаться с каждым ходом. Такое накопление ошибок выглядит как циклическое перемещение «игрока» между двумя ячейками лабиринта с возвратом в

начальное состояние. Данная проблема решалась т.н. «встряхиванием», когда случайным образом выбиралось направление, в котором игрок под управлением ИНС делал 5 очередных ходов.

Вторая группа сетей обучались определять отклонение хода человека от «оптимального» алгоритма, описанного выше. Данная группа сетей показала лучшие результаты, выражаемые в увеличении количества собираемых бонусов примерно в два раза, по сравнению с первой группой сетей. Каждая сеть в данном исследовании имела фиксированную топологию 250-25-2 (это количество искусственных нейронов во входном, скрытом и выходном слоях). Такая топология сетей была получена экспериментально при обучении ИНС в математическом пакете STATISTICA, обладающей функцией автоматического определения оптимальной топологии ИНС для данного входного вектора. Исследование возможностей ИНС для моделирования поведения человека и его ошибок при топологиях сетей с большим количеством искусственных нейронов во внешнем и скрытом слоях требует существенного увеличения вычислительных ресурсов центральных процессоров компьютеров примерно в 20 раз. Поскольку в алгоритме обучения ИНС изначальное распределении весов случайно, то для разных людей требуется различное количество циклов переобучения. В связи с вычислительной трудоемкостью обучения сетей данной топологии, на данный момент переобучены определению отклонения от «оптимального» алгоритма только 7 сетей из 28. Показано, что совместное использование «оптимального» алгоритма и сетей, обученных определять отклонение от такого алгоритма при должном качестве обучения, способно превосходить по результатам сбора бонусов людей, по данным которых обучались данные сети. Сравнение выборок собираемых бонусов людьми и сетями с помощью Т-критерия Вилкоксона показало что различия между сбором бонусов между людьми и сетями, обученными определять отклонение от «оптимального» алгоритма без встряхивания, статистически значимы ($p=0.000012$), а в среднем люди собирают бонусы лучше, чем данные сети, однако среди сетей по отклонению переобучено 7 сетей, которые собирают бонусы лучше, чем люди; при сравнении числа собранных бонусов для людей и ИНС, обученных на отклонение со встряхиванием, их различие оказалось значимым ($p=0.000004$), при этом лучшие показатели сетей не достигают средних значений сбора бонусов для людей (967 против 1034); статистические различия между сетями по отклонению без встряхивания и с таковым незначимы ($p>>0.05$); среднее значение числа собранных бонусов сетями по

отклонению со встряхиванием больше результатов для сетей без встряхивания, однако среди сетей без встряхивания переобучено 7 сетей, собирающих бонусы лучше, чем лучшие сети со встряхиванием; различия между людьми и сетями, обученными моделировать ход человека и с встряхиванием, и без него, – значимо (p= 0,000004); и в среднем, и в максимуме количество бонусов, собираемых данными сетями, до трех раз меньше, чем минимальное значение количества собираемых бонусов для людей; различия между сетями со встряхиванием и без него являются значимыми (p=0.000004); среднее значение числа бонусов для сетей со встряхиванием больше, чем их максимальное значение для сетей без встряхивания; среднее значение числа бонусов для сетей без встряхивания примерно равно минимальному числу бонусов для сетей со встряхиванием. В среднем люди собирают бонусы лучше, чем вторая группа ИНС, обученных определять отклонение перемещение человека от его движения, задаваемого «оптимальным» алгоритмом. Однако отметим, что в данной группе ИНС имеются и сети, собирающие игровые бонусы лучше, чем люди. Таким образом, разработанный программный продукт был апробирован в экспериментах с добровольцами и показал перспективность его использования в системах, моделирующих поведение человека и его ошибки.

Список литературы

1. Туровский, Я.А. Моделирование нейрокомпьютерного интерфейса на основе активностной парадигмы / Я.А. Туровский, С.Д. Кургалин, А.В. // Системы управления и информационные технологии. – 2012. – Т. 47, № 1. – С. 99-103.

2. Туровский, Я.А. Прогноз эффективности нейрокомпьютерного интерфейса, основанного на активностной парадигме/ Я.А. Туровский, С.Д. Кургалин, А.Г. Семенов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2012. – № 1. – С. 140-148.

УДК 621.316

ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕТА КОММУТАЦИЙ КЛЮЧЕЙ В ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

THE ORGANIZATION OF THE ACCOUNT OF SWITCHING OF KEYS IN A SIMULATION MODEL OF THE POWER SUPPLY SYSTEM

Демин Ю.И., к.т.н., доцент, **Коньков В. А.,** магистрант,
Чернокнижников В. Д., студент
ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский государственный технический университет», г. Ставрополь, Россия
dui@stv.runnet.ru, vitay_siba92@mail.ru, rbvasik@mail.ru

DOI: 10.12737/16018

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы организации учета коммутаций контактных и бесконтактных ключей в имитационной модели системы электроснабжения.

Summary: In the article the questions of organization of accounting of the switching contact and non-contact keys in the simulation model of the power supply system.

Ключевые слова: программа расчета, ключи, система электроснабжения, коммутации.

Keywords: the calculation program, keys, power supply system, switching.

Представленный в настоящей работе материал базируется на основных положениях и является дальнейшим развитием [1], поэтому дан с учетом принятой там терминологии и математических объектов.

В настоящее время существуют различные способы организации учета коммутаций в схемах с переменной структурой на ЭВМ [2 - 4]. Рассмотрим два из них, которые нашли большое практическое применение для коммутационных элементов, замещенных идеальными ключами.

Момент коммутации внутри шага расчета можно определять с помощью итерационного процесса при многократном просчете математического описания процессов и использовании линейной интерполяции [2, 5]. Критерием изменения состояния любого ключа являются параметры его режима (например, для тиристорных выключателей это будут анодные токи и напряжения), приходящиеся на конец шага расчета, найденные с помощью математического описания либо интерполяции и не превышающие заданной

точности. Данный метод позволяет получать достижимую для применяемой ЭВМ точность расчета при увеличении времени расчета, особенно при больших шагах и малой требуемой точности.

Изменение состояния ключей схемы внутри шага расчета Δt может производиться в момент, определяемый с помощью интерполяции вне зависимости от получаемого результата [4]. Без ущерба для точности и устойчивости вычислительного процесса этот способ находит применение при наличии методов интерполяции, учитывающих производные, и достаточно малых шагах расчета. Наиболее приемлемым, с точки зрения точности и устойчивости вычислений, является первый способ, который при применении более точных методов интерполяции дополнительно получает преимущества второго. Использование такого метода предполагает разработку алгоритма анализа состояний [2], вырабатывающего временные признаки:

-соответствующие моментам включения либо отключения;

- управляющие "обратными" зажиганиями тиристоров схемы, не отражающими физику их процессов [6] и образующимися при заданных параметрах режима.

Несмотря на различную структуру коммутационных элементов и их количество, а также возможность осуществления регулирования углов зажигания тиристоров, анализ каждого ключа СЭС целесообразно организовать с помощью одной и той же последовательности действий, приводящих к получению только однозначных результатов. Рассмотрим принципы, положенные в основу разработанного алгоритма [7].

1. Включение механического выключателя: вакуумного, элегазового, масляного производится после подачи импульса управления, а отключение осуществляется при снятом импульсе в момент перехода его тока через нуль. Логика работы тиристоров СЭС соответствует идеальным и управляемым вентилям [2].

2. После погасания любого тиристора организуется однократное вычисление времени, до которого он может восстановится (включиться) при появлении положительного анодного напряжения. В течении этого времени производится анализ данного тиристора на возможное включение (для механического выключателя данный блок обходится).

3. При возникновении "обратного" зажигания одного из тиристоров выключателя анализируется импульс управления второго. Его наличие означает появление признака зажигания второго тиристора выключателя. В противном случае состояние первого тиристора изменяется (погасает) и после окончания

анализа всех ключей схемы вычислительный процесс повторяется с начала шага расчета (Δt). При этом предусмотрено два исхода:

- для проверки на возможность случайной коммутаций (при наложении с другими скачкообразными изменениями режима системы) производится повторный расчет математического описания процессов с возвратом на начало шага;

- если, "обратное" зажигание не случайно, то после повторного расчета признак возврата ликвидируется на заданное количество шагов и анализ возможности зажигания не производится (с учетом того, что шаг может многократно дробиться, а анализ состояний осуществляется каждый раз).

Включение одного из тиристоров выключателя автоматически влечет за собой погасание другого. Анализ отключенного таким образом тиристора производится упрощенно, т.е. по факту наличия включенного. При переходе тока с одного тиристора выключателя на другой делается один расчет режима системы для полного размыкания обоих тиристоров. Для отстройки от неправильного анализа в случаях: одновременного размыкания всех ключей в одной либо двух компонент коммутационного элемента (рис. 1), имитирующего тиристорный выключатель, и горения одного из тиристоров в компоненте, производится запоминание и анализ параметров режима, соответствующих предыдущему шагу расчета.

4. Моменты возможных коммутаций внутри Δt находятся с помощью интерполяции анодных токов и напряжений тиристоров либо токов через контактный выключатель [2]. Из всех ненулевых шагов, полученных таким образом, выделяются минимальные:

- зажигания тиристоров и включения механических выключателей $\Delta t_з$;
- погасания тиристоров и отключения механических выключателей $\Delta t_п$;
- общий, получаемый для ненулевых $\Delta t_з$ и $\Delta t_п$

$$\Delta t' = \mathrm{MIN}\ \{ \Delta t_п ; \Delta t_з \}. \qquad (1)$$

Если $\Delta t_з$ или $\Delta t_п$ для какого-либо коммутационного элемента равняется Δt, то происходит появление соответствующего ненулевого признака зажигания либо погасания. Отсутствие необходимости пересчета приводит к исполнению коммутаций, т. е. состояния ключей коммутационного элемента изменяются на обратный при наличии ненулевых признаков зажигания или погасания.

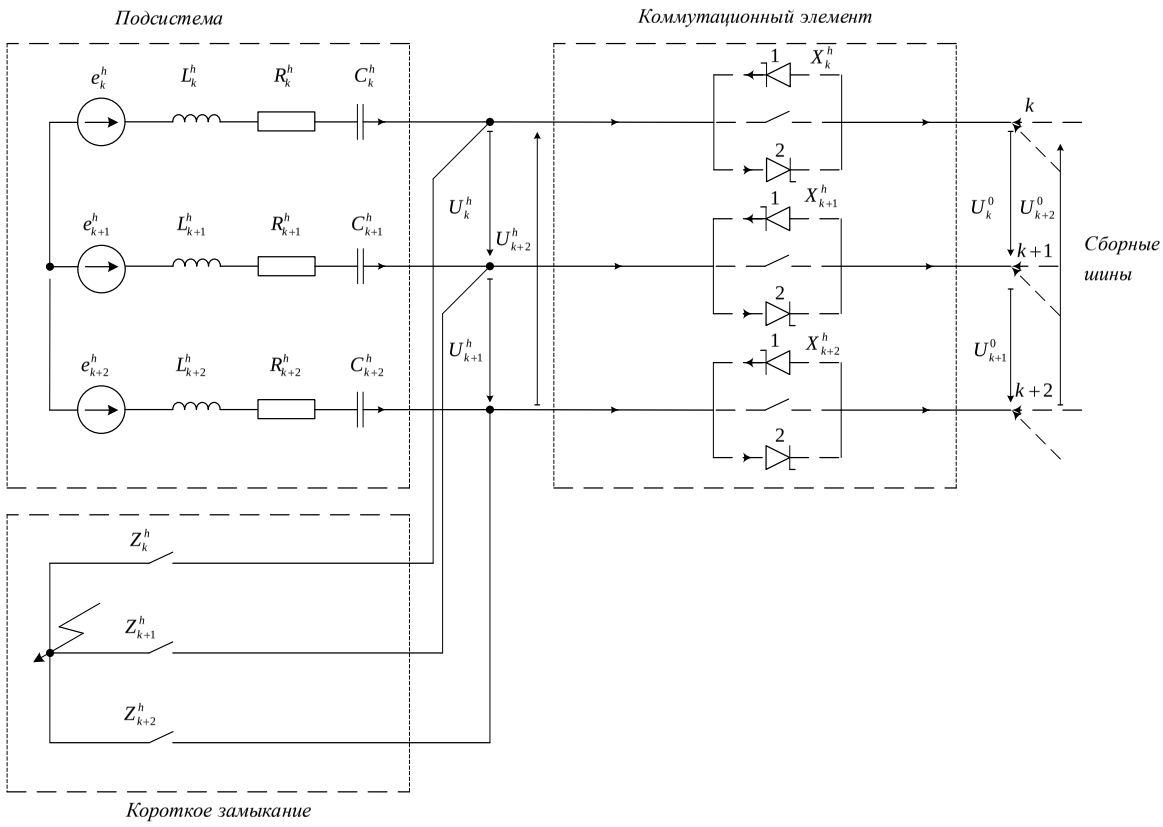


Рисунок 1 - Расчетная схема трех- и 3х2- полюсников

Список литературы

1. Демин Ю.И. Структура имитационной модели функционирования на ПЭВМ системы электроснабжения 6 – 10 кВ с бесконтактными коммутирующими устройствами// Материалы V11 Междунар. семи нара/ Физико-математическое моделирование систем.- Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет»,2011, Ч.2.-С.137-144.

2. Применение цифровых вычислительных машин в электроэнергетике: Учеб.пособие для ВУЗов /Под ред. О.В.Щербачева.-Л.: Энергия, 1980. - 240 с.

3. Блинцов В.С. Разработка математического описания и алгоритма гибридного моделирования электрических систем с переменной топологией //Тр.НКИ.- 1978.- № 139.- С. 19-27.

4. Коротков Б.А., Попков Е.Н. Алгоритмы имитационного моделирования переходных процессов в электрических системах: Учеб.пособие для ВУЗов /Под ред. И.А.Груздева.-Л.: Изд-во Ленингр. Ун - та, 1987. - 280 с.

5. Кутковецкий В.Я. Теория переходных процессов в силовых вентильных преобразователях. - Николаев: НКИ, 1982. - 70 с.

6. Магетто Г., Тиристор в электротехнике.- М.: Энергия, 1977.- 184 с.

7. Демин Ю. И. Моделирование бесконтактных коммутирующих устройств, их систем управления и регулирования// Материалы V111 Междунар. семи нара/ Физико-математическое моделирование систем.- Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет»,2012, Ч.4. -С.27- 32.

УДК 519.863

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНОЙ ПОЛОСЫ АЭРОДРОМА

OPTIMIZATION OF PROCESS OF RESTORATION OF THE RUNWAY OF AIRFIELD

Дорохов А.Н., к. ф.-м. н.,
ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный педагогический университет»
Внуков А.Н., к. т. н., **Лазукин В.В.,** к. т. н.
НИО ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
г. Воронеж, Россия
dor-an@mail.ru

DOI: 10.12737/16019

Аннотация: Рассматриваются оптимизационные расчеты в процессе ремонта взлетно-посадочной полосы аэродрома, в частности, восстановление разрушений в виде круглой воронки.

Summary: Discusses the optimization calculations in the process of repair of the runway of the airfield, in particular, the restoration of the destructions in the form of a circular funnel.

Ключевые слова: оптимизационные расчеты, ремонтные работы, взлетно-посадочная полоса.

Keywords: optimization calculations, repair work, runway.

Успех боевых действий авиации в современных условиях зависит от всесторонней подготовки аэродромной сети и четкой организации ее инженерно-аэродромного обеспечения. Возможность массированного воздействия противника

по аэродромам обуславливает высокую вероятность их разрушения и большие объемы восстановительных работ.

Настоящая работа посвящена оптимизации процесса восстановления аэродромов военной и гражданской авиации с искусственной взлетно-посадочной полосой после авиационного или артиллерийского удара.

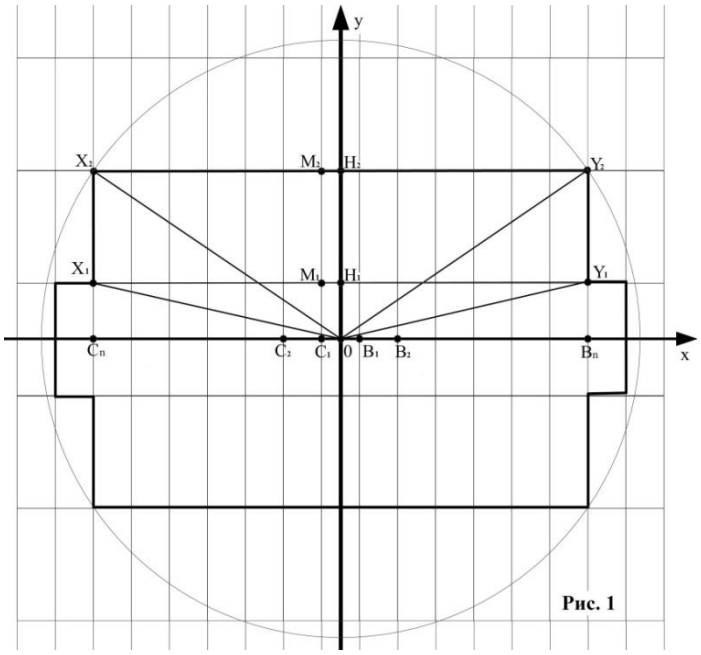


Рис. 1

Опишем моделируемую ситуацию. Взлетно-посадочная полоса имеет разрушение в виде круглой воронки радиуса R (Рис. 1). Восстановление основной части покрытия будет производиться с помощью стандартных железобетонных плит размера два на шесть метров. Требуется определить зависимость количества необходимых для восстановления плит от радиуса воронки.

Пусть центр воронки O совпадает с центром плиты, расположенной в ряде плит, который назовем «нулевым». Определим, количество плит (в зависимости от радиуса), которое входит в этот ряд. Рассмотрим декартову систему координат, где точка $O(0;0)$ – начало данной системы. Определим точки координатной оси Ox: $B_1=(1;0)$, $B_2=(1+2;0),\ldots,$ $B_n=(1+2n;0)$, $C_1=(-1;0)$, $C_2=(-1-2;0)$, $C_n=(-1-2n;0)$.

Общее количество плит в «нулевом» ряде равно n_0 =2n+3, причем, мы можем сделать следующие оценки:

1) $4n+6\geq 2R$ (длина «нулевого» ряда, очевидно, больше или равна диаметру окружности);

2) $4n+2<2R$ (длина от точки C_n до точки B_n меньше диаметра).

Выражая из этих двух оценок n, получим: $\frac{R-3}{2}\leq n<\frac{R-1}{2}$, где $n\in N$.

Рассматривая «первый» ряд (расположен над «нулевым» рядом), найдем количество n_1 его плит:

$$n_1=\begin{cases}\sqrt{R^2-3^2},\ \text{если}\ \left(\sqrt{R^2-3^2}-1\right)\vdots 2,\\ 2\cdot E\left(\dfrac{\sqrt{R^2-3^2}-1}{2}\right)+1,\ \text{если}\ \left(\sqrt{R^2-3^2}-1\right)\ \text{не}\vdots 2\end{cases}$$

Здесь E – функция нахождения целой части числа.

Рассматривая «второй» ряд (расположен над «первым» рядом), найдем количество n_2 его плит:

$$n_2=\begin{cases}\sqrt{R^2-9^2},\ \text{если}\ \left(\sqrt{R^2-9^2}-1\right)\vdots 2,\\ 2\cdot E\left(\dfrac{\sqrt{R^2-9^2}-1}{2}\right)+1,\ \text{если}\ \left(\sqrt{R^2-9^2}-1\right)\ \text{не}\vdots 2\end{cases}$$

Продолжая этот процесс далее, получим:

$$n_i=\begin{cases}\sqrt{R^2-(6i-3)^2},\ \text{если}\ \left(\sqrt{R^2-(6i-3)^2}-1\right)\vdots 2,\\ 2\cdot E\left(\dfrac{\sqrt{R^2-(6i-3)^2}-1}{2}\right)+1,\ \text{если}\ \left(\sqrt{R^2-(6i-3)^2}-1\right)\ \text{не}\vdots 2\end{cases}$$

Причем $R^2-(6i-3)^2>0$ и $6i-3>0$, откуда: $\dfrac{1}{2}<i<\dfrac{R+3}{6}$, $(i\in N)$.

Значит, общее количество плит k «с недостатком», то есть без учета частей круга, лежащих выше отрезка X_iY_i и симметрично относительно оси Ox в нижнем полукруге, можно найти следующим образом:

$$k=2n+3+2\cdot\sum_{i=1}^{E\left(\frac{R+3}{6}\right)-1}\left(\begin{cases}\sqrt{R^2-(6i-3)^2},\ \text{если}\ \left(\sqrt{R^2-(6i-3)^2}-1\right)\vdots 2\\ 2E\left(\dfrac{\sqrt{R^2-(6i-3)^2}-1}{2}\right)+1,\ \text{если}\ \left(\sqrt{R^2-(6i-3)^2}-1\right)\text{не}\vdots 2\end{cases}\right)$$

где $\dfrac{R-3}{2}\le n<\dfrac{R-1}{2}$, $(n\in N)$.

Рассмотрим теперь незаполненную сверху и снизу часть круга (обозначим количество плит в ней через m) и предложим дополнить ее так, как указано на рис. 2 (без выхода за границы). Подсчитаем, количество дополнительных плит.

Для этого введем обозначения: $R=y+x$ (см. рис. 2). Мы знаем, что $y=6\cdot E\left(\dfrac{R+3}{6}\right)-3$, тогда $x=R-y=R-6\cdot E\left(\dfrac{R+3}{6}\right)+3$.

Необходимость рассматривать «область m» возникает только в случае, если $2<x<6$. В связи с этим замечанием, очевидно, что в «области m» не может быть больше двух рядов.

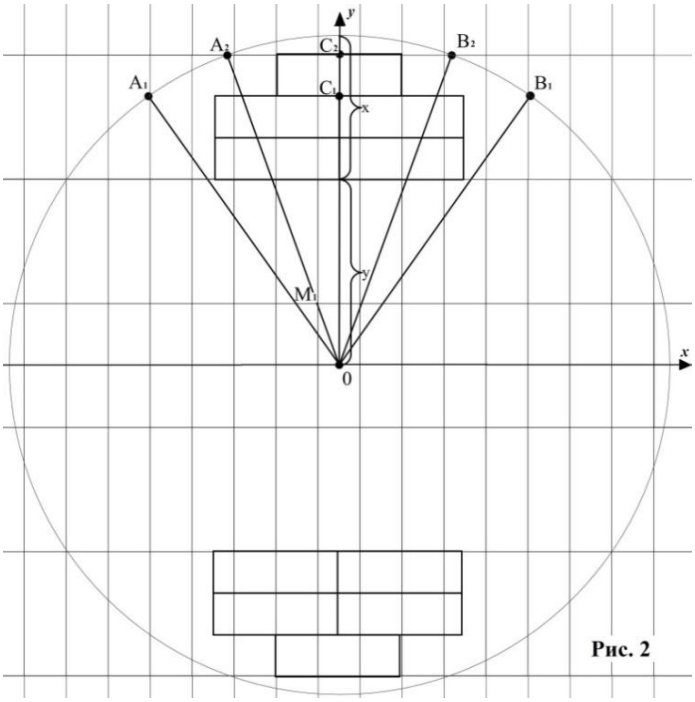


Рис. 2

Решая поставленную задачу, получим:

$$m = 2 \cdot \begin{cases} E\left(\dfrac{\sqrt{R^2 - \left(6 \cdot E\left(\dfrac{R+3}{6}\right) - 1\right)^2}}{3} \right), \text{ если } 2 < R - 6E\left(\dfrac{R+3}{6}\right) + 3 \le 4, \\ \sum\limits_{j=1}^{2} E\left(\dfrac{\sqrt{R^2 - \left(6 \cdot E\left(\dfrac{R+3}{6}\right) - 3 + 2j\right)^2}}{3} \right), \text{ если } 4 < R - 6E\left(\dfrac{R+3}{6}\right) + 3 < 6. \end{cases}$$

В результате окончательно получим следующее: общее количество плит s равно:

$$s = 2n + 3 + m + 2 \cdot \sum_{i=1}^{E\left(\frac{R+3}{6}\right)-1} \left(\begin{cases} \sqrt{R^2 - (6i-3)^2}, \text{ если } \left(\sqrt{R^2 - (6i-3)^2} - 1\right) \vdots 2 \\ 2E\left(\dfrac{\sqrt{R^2 - (6i-3)^2} - 1}{2} \right) + 1, \text{ если } \left(\sqrt{R^2 - (6i-3)^2} - 1\right) не \vdots 2 \end{cases} \right)$$

где $\dfrac{R-3}{2} \le n < \dfrac{R-1}{2}$, $(n \in N)$.

Анализ современного боевого применения авиации и артиллерии в последних локальных конфликтах, позволяет прогнозировать масштабы разрушения аэродромной сети в результате авиационного или артиллерийского удара. При этом встаёт вопрос об оценке ремонтных ресурсов аэродромов.

Внедрение предлагаемого способа расчета количества железобетонных плит для восстановления взлетно-посадочной полосы обеспечивает

оптимизацию соответствующих ремонтных звеньев и необходимых запасов ремонтно-восстановительных материалов.

В заключении работы отметим, что реализация решения рассмотренной задачи возможна на любом языке программирования, допускающем использование циклических конструкций, что позволяет внедрить ее в короткие сроки.

УДК 519.863

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСЧЕТОВ В УСЛОВИЯХ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ АВИАЦИИ

OPTIMIZATION OF COMPUTATIONS IN COMBAT AVIATION

Дорохов А.Н., к. ф.-м.н.,
ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный педагогический университет»
Внуков А.Н., к.т.н., **Лазукин В.В.,** к.т.н.
НИО ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
г. Воронеж, Россия
dor-an@mail.ru

DOI: 10.12737/16020

Аннотация: Рассматриваются оптимизационные расчеты в условиях боевых действий авиации. Приводится алгоритм нахождения расстояний от участка боевых действий до имеющихся в наличии аэродромов и выбора оптимального из них.

Summary: Discusses the optimization calculations in combat aviation. The algorithm of finding the distances from the area of hostilities to existing airfields to select the best of them.

Ключевые слова: оптимизационные расчеты, боевые действия авиации.

Keywords: optimization calculations, fighting aviation.

В настоящее время математические методы стали находить непосредственное применение в экономике, медицине, биологии, социологии и других науках. Началось широкое использования методов математики для изучения и анализа общественных явлений и процессов.

Значительно возросла роль математики в военном деле и не только в смысле ее использования на этапе разработки новых образцов боевой техники и оружия, но, что особенно важно, на этапе их боевого применения. Практические ситуации, в которых приходится принимать военные решения, бывают настолько сложными, что даже незначительная помощь со стороны математических методов является весьма существенной.

В настоящей работе покажем внедрение некоторых математических методов в область управления боевыми и обеспечивающими действиями авиации.

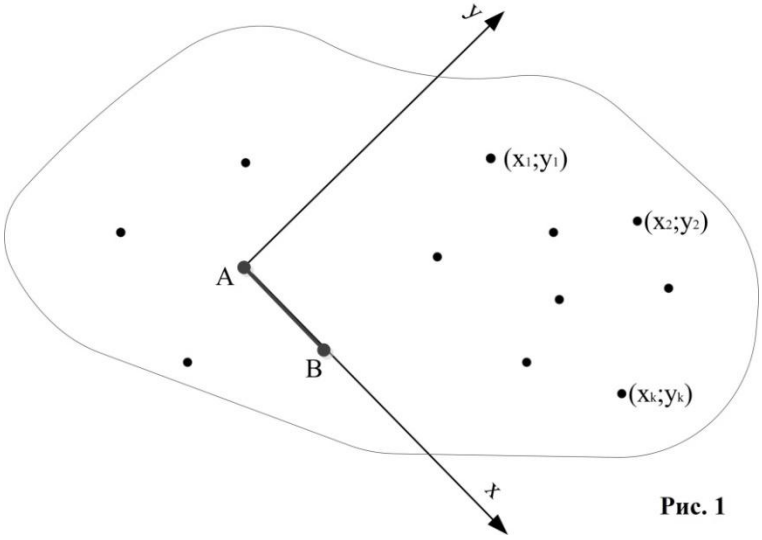


Рис. 1

Рассмотрим задачу: на некоторой территории проходят боевые действия. Участок линии фронта обозначается в виде отрезка *AB* (система динамическая и отрезок может менять свое положение). На территории расположены многочисленные военные аэродромы. Требуется найти аэродром, расстояние от которого до участка фронта будет минимальным.

При решении будем использовать метод координат, формулу расстояния между точками и формулы преобразования координат точек при переходе от одной системы к другой. Будем для каждого нового положения прямой выбирать систему координат следующим образом: точка *A* – начало координат, а направление оси *Ox* совпадает с отрезком *AB*.

Пусть k – количество аэродромов и $(x_1;y_1),...,(x_k;y_k)$ - координаты их расположения в данной системе координат. При этом $A=(0;0)$ и $B=(n;0)$ (рис. 1).

Решение задачи делится на три случая:

1. Если $x_i < 0$. Тогда расстояние от аэродромов мы будем искать как расстояние от точки $(x_i;y_i)$ до точки A, то есть $S_i = \sqrt{x_i^2 + y_i^2}$.

2. Если $x_i \le n$. Тогда расстояние от аэродромов мы будем искать как расстояние от точки $(x_i;y_i)$ до прямой AB, то есть $S_i = y_i$.

3. Если $x_i > n$. Тогда расстояние от аэродромов мы будем искать как расстояние от точки $(x_i; y_i)$ до точки B, то есть $S_i = \sqrt{(x_i - n)^2 + y_i^2}$.

Теперь остается только найти минимальное значение S_i и определить нужный номер аэродрома i.

Окончательный результат можно записать в следующем виде:

$$S_i = \min \begin{cases} \sqrt{x_i^2 + y_i^2}, \text{ при } x_i < 0; \\ y_i, \text{ при } x_i \le n; \\ \sqrt{(x_i - n)^2 + y_i^2}, \text{ при } x_i > n. \end{cases}$$

Далее рассмотрим случай, когда ситуация не позволяет поместить точку A в начало координат, однако, есть другое начало – точка O (рис. 2).

Начало прямой участка фронта и его конец, соответственно, обозначим точками $A = (a_x; a_y)$ и $B = (b_x; b_y)$.

Найдем уравнение и угловой коэффициент прямой, проходящей через точки A и B: $y = x \cdot \frac{b_y - a_y}{b_x - a_x} + \frac{a_y b_x - a_x b_y}{b_x - a_x}$; $k = \frac{b_y - a_y}{b_x - a_x}$.

Перейдем к новой системе координат (назовем её штрихованной), расположенной следующим образом: начало координат будет лежать в точке A, а ось Ox направлена по прямой AB (рис. 2).

Тогда в новой системе координат: $A' = (0;0)$, а $B' = (n;0)$, где $n = \sqrt{(b_x - a_x)^2 + (b_y - a_y)^2}$ (так как n совпадает с расстоянием между этими точками). Тангенс угла поворота новой системы координат, относительно старой:

$$tg\varphi = k = \frac{b_y - a_y}{b_x - a_x},$$

следовательно

$$\varphi = arctg\left(\frac{b_y - a_y}{b_x - a_x}\right).$$

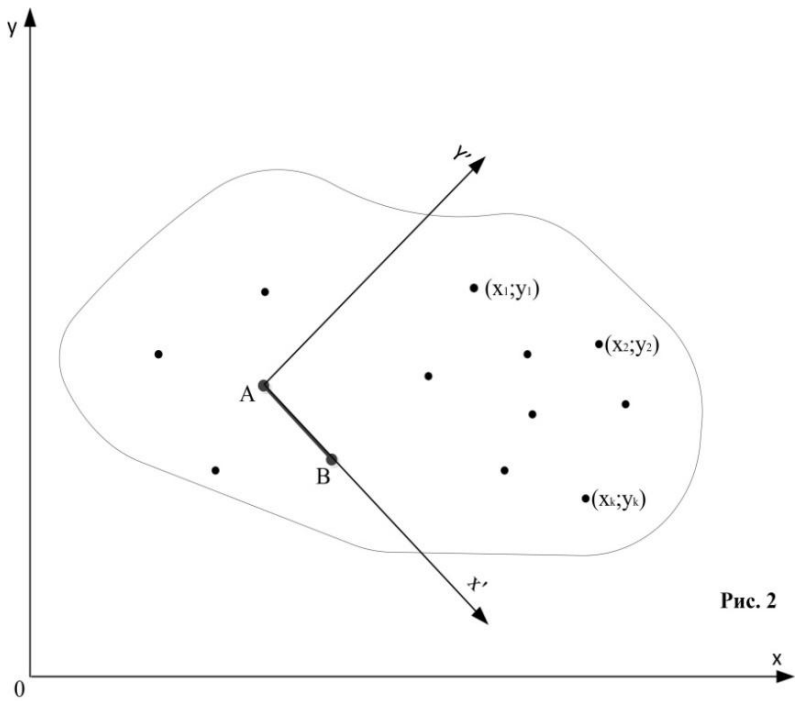


Рис. 2

По формулам перехода, получим новые координаты аэродромов:

$$\begin{cases} x_i' = x_i \cos\varphi - y_i \sin\varphi + a_x \\ y_i' = x_i \sin\varphi + y_i \cos\varphi + a_y \end{cases}, \text{ где } i = 1,2,...k.$$

Дальнейшее решение задачи делится на три случая:

1. Если $x_i' < 0$. Тогда расстояние от аэродромов мы будем искать как расстояние от точки $(x_i'; y_i')$ до точки A', то есть $S_i = \sqrt{(x_i')^2 + (y_i')^2}$.

2. Если $x_i' \le n$. Тогда расстояние от аэродромов мы будем искать как расстояние от точки $(x_i'; y_i')$ до прямой $A'B'$, то есть $S_i = y_i'$.

3. Если $x_i' > n$. Тогда расстояние от аэродромов мы будем искать как расстояние от точки $(x_i'; y_i')$ до точки B', то есть $S_i = \sqrt{(x_i' - n)^2 + (y_i')^2}$.

Теперь остается только найти минимальное значение S_i и определить нужный номер аэродрома i.

Окончательный результат можно записать в следующем виде:

$$S_i = \min \begin{cases} \sqrt{(x_i')^2 + (y_i')^2}, \text{ при } x_i' < 0; \\ y_i', \text{ при } x_i' \le n; \\ \sqrt{(x_i' - n)^2 + (y_i')^2}, \text{ при } x_i' > n. \end{cases},$$

$$\text{где } \begin{cases} x_i' = x_i \cos\varphi - y_i \sin\varphi + a_x \\ y_i' = x_i \sin\varphi + y_i \cos\varphi + a_y \end{cases}, \ i = 1,2,...k, \ \varphi = arctg\left(\frac{b_y - a_y}{b_x - a_x}\right),$$

$$n = \sqrt{(b_x - a_x)^2 + (b_y - a_y)^2}.$$

Внедрение предлагаемого способа расчета расстояний от участка фронта до аэродромов обеспечивает оптимизацию принятия решений в боевых условиях, что может способствовать военному успеху.

В заключении отметим, что реализация решения рассмотренной задачи возможна на любом языке программирования, допускающем использование циклических конструкций, что позволяет внедрить ее в короткие сроки.

УДК 539.374

К ВОПРОСУ О БОКОВОМ ВЫДАВЛИВАНИИ ЧЕРЕЗ ПРЯМУЮ МАТРИЦУ

TO THE QUESTION OF LATERAL SQUEEZING THROUGH BAND MATRIX

Зиновьев И.Н., аспирант, **Чеботарев А.С.** к.ф.-м.н., доцент
Спорыхин А.Н., д.ф.-м.н., профессор
ФГБОУ ВО «Воронежский Государственный Университет»
г. Воронеж, Россия
bekiz@mail.ru

DOI: 10.12737/16021

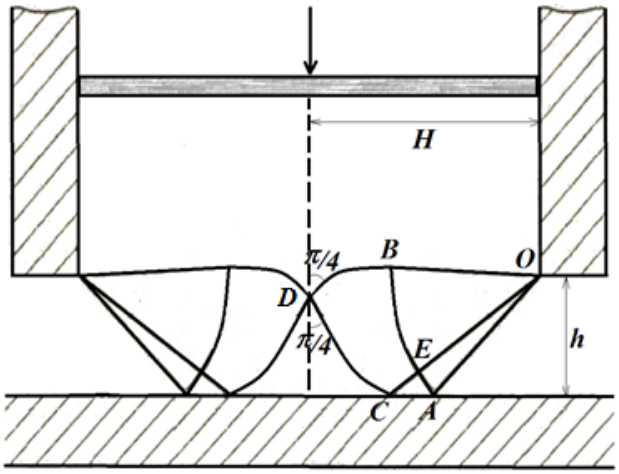
Аннотация: В статье рассматривается задача идеальной пластичности бокового выдавливания через прямую матрицу. Нахождение аналитического решения для смешанной краевой задачи плоской деформации.

Summary: The article deals the problem of perfect plasticity lateral through direct matrix. Finding an analytical solution of the mixed boundary value problem of plain strain.

Ключевые слова: идеальная пластичность, плоская деформация, линии скольжения, боковое выдавливание.

Keywords: ideal plasticity, plain strain, slip lines, lateral squeezing.

Рассматривается классическая задача о боковом выдавливании полосы через прямую матрицу, при плоской деформации для идеальной жесткопластической среды. На рисунке представлено изображение жесткого контейнера, в котором находится заготовка. В заготовку вдавливается абсолютно жесткий штамп, ширина которого 2H, ширина выдавливаемого материала h. Причем, $h/H<1/2$.



Для упрощения расчетов не учитывается трение. Поле AOB является центрированным, которое содержит неизвестный угол φ. Из-за отсутствия трения кривая BD подходит к оси симметрии под углом $\pi/4$.

В теории пластичности существует 3 основные краевые задачи [1-4]:задача Коши, задача Гурса и смешанная задача.

В работе [5] предложен аналитический способ решения задачи Коши для частной задачи плоской деформации с круговой границей. В статье [6] предложено решение задачи Гурса для координат и скоростей при рассмотрении задачи волочения полосы через прямолинейную матрицу.

При решении задачи в области ACE, исходя из граничных условий на характеристиках и границу, приходится решать смешанную задачу. В рассматриваемой работе по методам и подходам, изложенным в [5,6] решается смешанная краевая задача плоской деформации. Полученное аналитическое решение будет использоваться для определения силы продавливания в случае с обычным выдавливанием.

Список литературы

1. Хилл, Р. Математическая теория пластичности/ Р. Хилл. – М.: ГИТТЛ, 1956. – 407с.
2. Качанов, Л.М. Основные теории пластичности/ Л.М. Качанов. – М.: Наука, 1969. – 420с.
3. Ивлев, Д.Д. Теория идеальной пластичности/ Д.Д. Ивлев – М.: Наука, 1966 – 232с.
4. Друянов, Б.А, Непершин, Р.И. Теория технологической пластичности/ Б.А. Друянов, Р.И. Непершин – М.: Машиностроение, 1990.-271с.
5. Зиновьев, И.Н., Чеботарев, А.С. Применение метода Римана в задачах плоской деформации теории идеальной пластичности с круговой границей/ И.Н. Зиновьев, А.С. Чеботарев. – Ч.: Вестник ЧГПУ им. Яковлева, серия: Механика предельного состояния, 2010 №2(8) – 146-161сс.
6. Зиновьев, И.Н., Чеботарев, А.С. К вопросу о волочении полосы через прямолинейную матрицу/ И.Н. Зиновьев, А.С. Чеботарев. – Ч.: Вестник ЧГПУ им. Яковлева, серия: Механика предельного состояния, 2012 №1(11) – 13-35сс.

УДК 539.374

К ВОПРОСУ ОБ ОБРАТНОМ ВЫДАВЛИВАНИИ ЧЕРЕЗ ПРЯМУЮ МАТРИЦУ

TO THE QUESTION OF REVERSE SQUEEZING THROUGH BAND MATRIX

Зиновьев И.Н., аспирант, **Чеботарев А.С.,** к.ф.-м.н., доцент,
Спорыхин А.Н., д.ф.-м.н., профессор
ФГБОУ ВО «Воронежский Государственный Университет»
г. Воронеж, Россия
bekiz@mail.ru

DOI: 10.12737/16022

Аннотация: В статье рассматривается задача идеальной пластичности обратного выдавливания через прямую матрицу. Нахождение аналитического решения для смешанной краевой задачи плоской деформации.

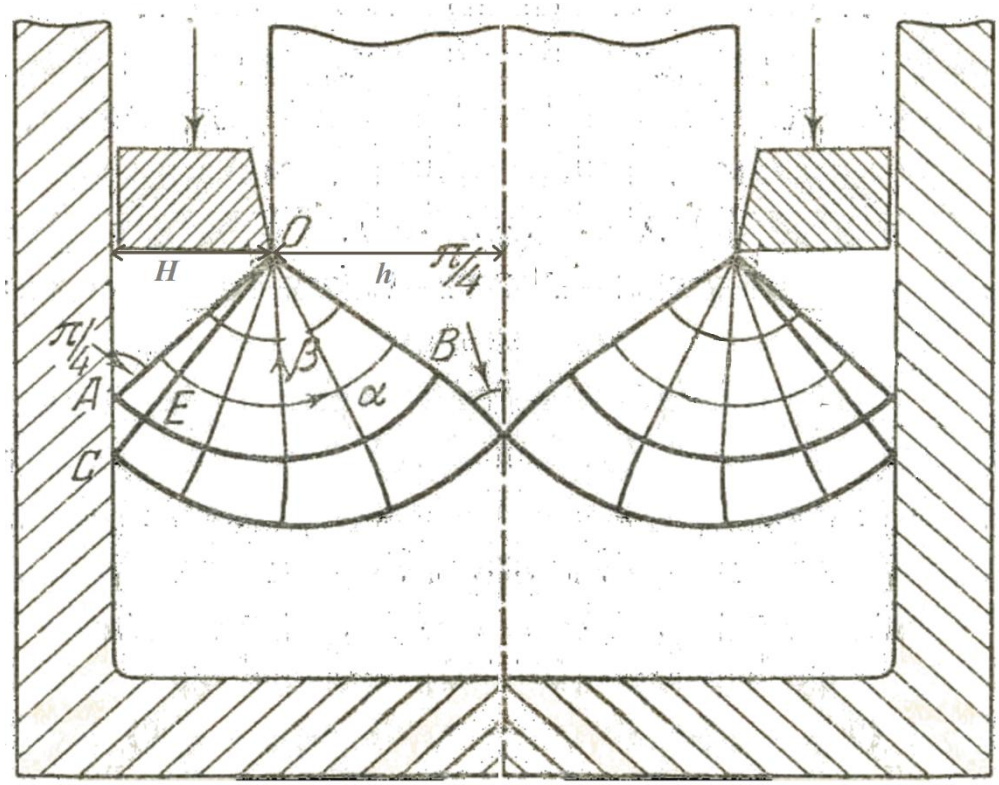
Summary: The article deals the problem of perfect plasticity return through direct matrix. Finding an analytical solution of the mixed boundary value problem of plain strain.

Ключевые слова: идеальная пластичность, плоская деформация, линии скольжения, обратное выдавливание.

Keywords: ideal plasticity, plain strain, slip lines, reverse squeezing.

Рассматривается классическая задача об обратном выдавливании полосы через прямую матрицу, исследуемая в работе [1], при плоской деформации для идеальной жесткопластической среды. Выдавливание является обратным, когда пуансон сохраняется неподвижным, а матрица вдавливается в заготовку. На рисунке представлено изображение жесткого контейнера, в котором находится заготовка. В заготовку с обеих сторон вдавливается абсолютно жесткий штамп, ширина каждого из которых H, расстояние между штампами 2h. Причем, $H/h<1/2$.

Для упрощения расчетов не учитывается трение. Материал ниже кривой CD, выше кривой OD и между кривой AO и штампом жесткий. Металл выше кривой OA мертвый. Поле AOB является центрированным, которое содержит неизвестный угол φ. Из-за отсутствия трения кривая BD подходит к оси симметрии под углом $\pi/4$.



При решении задачи в области *ACE* исходя из граничных условий на характеристиках и границу приходится решать смешанную задачу. В теории пластичности существует 3 основные краевые задачи [1-4]:задача Коши, задача Гурса и смешанная задача.

В работе [5] предложен аналитический способ решения задачи Коши для частной задачи плоской деформации с круговой границей. В статье [6] предложено решение задачи Гурса для координат и скоростей при рассмотрении задачи волочения полосы через прямолинейную матрицу.

В рассматриваемой работе по методам и подходам, изложенным в [5,6] решается смешанная краевая задача плоской деформации. Полученное аналитическое решение будет использоваться для определения силы продавливания в случае с обычным выдавливанием.

Список литературы

1. Хилл, Р. Математическая теория пластичности/ Р. Хилл. – М.: ГИТТЛ, 1956. – 407с.

2. Качанов, Л.М. Основные теории пластичности/ Л.М. Качанов. – М.: Наука, 1969. – 420с.

3. Ивлев, Д.Д. Теория идеальной пластичности/ Д.Д. Ивлев – М.: Наука, 1966 – 232с.

4. Друянов, Б.А, Непершин, Р.И. Теория технологической пластичности/ Б.А. Друянов, Р.И. Непершин – М.: Машиностроение, 1990.-271с.

5. Зиновьев, И.Н., Чеботарев, А.С. Применение метода Римана в задачах плоской деформации теории идеальной пластичности с круговой границей/ И.Н. Зиновьев, А.С. Чеботарев. – Ч.: Вестник ЧГПУ им. Яковлева, серия: Механика предельного состояния, 2010 №2(8) – 146-161сс.

6. Зиновьев, И.Н., Чеботарев, А.С. К вопросу о волочении полосы через прямолинейную матрицу/ И.Н. Зиновьев, А.С. Чеботарев. – Ч.: Вестник ЧГПУ им. Яковлева, серия: Механика предельного состояния, 2012 №1(11) – 13-35сс.

УДК 621.924.93

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГИДРОАБРАЗИВНОГО РЕЗАНИЯ

HYDROABRASIVE CUTTING PROCESS SIMULATION

Иванов Виктор Викторович, ассистент
Иванов Сергей Викторович, ассистент
Иванов Владимир Викторович, студент
ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»
г. Саратов, Россия
viktor_ivanov_61@mail.ru

DOI: 10.12737/16023

Аннотация: В статье рассматривается необходимость использования единого подхода к исследованию процесса гидроабразивного резания. Разработан программный комплекс по повышению интенсификации технологического процесса гидроабразивного резания на основе имитационного моделирования с использованием методов объектно-ориентированного и структурного программирования.

Summary: The article discusses the need for a unified approach to the study of the process of hydroabrasive cutting. The software package has been developed to improve the intensification of technological process of hydroabrasive cutting based on simulations using methods of object-oriented and structured programming.

Ключевые слова: имитационное моделирование, гидроабразивная резка, объектно-ориентированное программирование, абразив.

Keywords: simulation, waterjet cutting, object-oriented programming, abrasive.

Разработка информационных систем для повышения эффективности технологического процесса гидроабразивного резания на основе имитационного моделирования с использованием методов объектно-ориентированного и структурного программирования, как одного из ценных методов обработки материалов является востребованной и актуальной задачей [1, 2].

Таким образом, встает задача поиска оптимального методологического подхода к исследованию процесса гидроабразивного резания посредством математического моделирования с целью повышения производительности обработки материала, а именно создание имитационной модели процесса гидроабразивного резания [3].

Имитационная модель позволит получать информацию о результатах моделирования процесса гидроабразивного резания с учетом выбора режимных условий обработки, что открывает возможность прогнозировать и организовывать эффективный технологический процесс обработки материалов.

Предлагаемое программное обеспечение расширит возможности интенсификации процесса гидроабразивного резания, позволяя рассчитывать характеристики струи, основные параметры технологического процесса, устанавливать взаимосвязь их с конструктивными параметрами оборудования при известных их начальных значениях в любой точке струи и организовывать наиболее эффективный технологический процесс гидроабразивной обработки.

При проведении исследований процесса гидроабразивной обработки целью, которых являлась проверка и подтверждение результатов теоретической аргументации исследований по определению рациональных параметров гидроабразивной обработки вследствие закручивания струи рабочей жидкости посредством программной реализации данного процесса, а именно создание имитационной модели процесса гидроабразивного резания.

С целью создания единого подхода к построению имитационной модели процесса гидроабразивной резки актуальным представляется описать механизм имитационного моделирования предпочтительно к данному процессу.

Имитационное моделирование на ЭВМ применяется при исследовании и управлении сложными дискретными системами и процессами, протекающими в них. Использование имитационного моделирования объясняется тем, что размерность решаемых задач и неформализуемость сложных систем не позволяют использовать строгие методы оптимизации.

Цель имитационного моделирования состоит в воспроизведении поведения исследуемой системы на основе результатов анализа наиболее существенных взаимосвязей между ее элементами или другими словами - разработке симулятора исследуемой предметной области для проведения различных экспериментов [4 - 6].

Имитационное моделирование включает следующие основные этапы:

- построение имитационной модели производственной системы с использованием соответствующих инструментальных средств;
- организация имитационных экспериментов с моделью при различных значениях управляемых параметров;
- анализ полученных показателей эффективности системы;
- обработка результатов моделирования и оценка альтернативных сценариев производственного процесса.

На основании системы аналитических уравнений [7 - 9], отображающих процесс гидроабразивной резки, основанный на закручивании струи рабочей жидкости и без закручивания струи (протекающий в обычных условиях) был разработан программный комплекс «Jet of Hope», представленный на рисунке 1.

В процессе разработки программного комплекса «Jet of Hope» для прогнозирования результатов гидроабразивной резки в технологическом процессе обработки были использованы следующие инструментальные средства: платформа Java, среда разработки NetBeans 6.8, язык программирования - Java. Мотивированный выбор инструментальных программных средств разработки в сфере информационных технологий обусловлен следующими причинами приведенными ниже [10, 11].

Отличительным признаком создаваемого программного продукта от имеющихся является выбор оптимальных параметров обработки для любой технологической ситуации и автоматический расчет режимов обработки с учетом физико-механических свойств обрабатываемого материала и основных параметров гидроабразивной струи при известных начальных значениях, что

открывает возможность прогнозировать и организовывать эффективный технологический процесс обработки материалов [12].

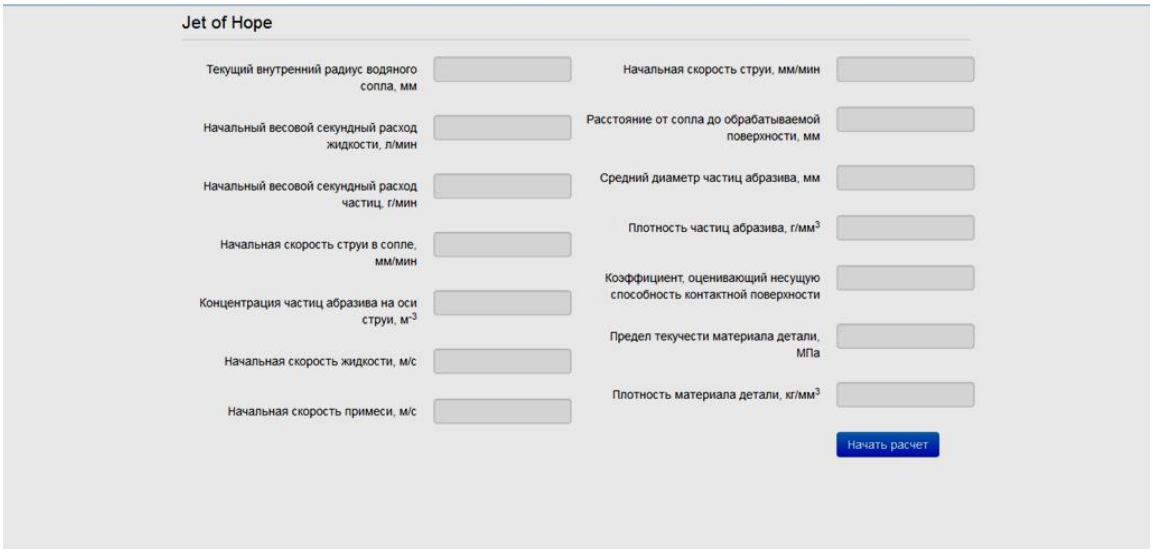


Рис. 12. Главная форма программного комплекса «Jet of Hope»

Разработанный программный комплекс «Jet of Hope» [12] представляет интеллектуальную информационную систему по определению рациональных параметров процесса гидроабразивного резания включающий ввод и корректировку технологических параметров обработки, моделирование процесса резания, генерацию и отображение информационного блока о результатах моделирования процесса обработки.

Кроме того, функциональную взаимосвязь характеристик струи с конструктивными параметрами сопла при гидроабразивной обработке можно будет использовать при проектировании технологического оборудования.

Планируемая коммерческая перспектива использования программного продукта заключается в реализации в Российской Федерации и в создании и реализации программно-аппаратного комплекса, разработанного на ее основе, а также в оказании сервисных услуг по его сопровождению.

Предлагаемая разработка найдет применение в автоматизированных машиностроительных предприятиях оборонно-промышленного комплекса, также потенциальными потребителями продукции могут быть сферы обрабатывающих производств (машиностроение, химическая, авиационная промышленность и др.), где предъявляются высокие требования к прецизионности. Кроме того, разрабатываемый программный продукт целесообразно использовать в учебных целях при подготовке специалистов в области машиностроения, а именно в НИИ, ВУЗах.

Список литературы

1. Иванов, В. В. Механизм образования гидроабразивной струи и степень влияния способа закручивания струи / В. В. Иванов // Известия ТулГУ. Технические науки. - Вып. 6: в 2 ч. Ч. 1. - Тула: Изд-во ТулГУ. - 2015. - С. 138 - 145.

2. Иванов, В. В. Разработка автоматизированного программно-аппаратного комплекса для интеллектуальной поддержки и оптимальной настройки гидроабразивных станков с чпу / В. В. Иванов, Вл. В. Иванов // Металлообрабатывающие комплексы и робототехнические системы - перспективные направления научно-исследовательской деятельности молодых ученых и специалистов: Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции (19-20 июня 2015 года) / редкол.: Гречухин А.Н (отв. редактор); Юго-Западный гос. ун-т, Курск, 2015. - С. 73 - 77.

3. Иванов, В. В. Состояние вопроса моделирования технологического процесса гидроабразивной обработки / В. В. Иванов, М. К. Решетников // Глобальный научный потенциал. - 2013. - № 9 (30). - С. 49-51.

4. Карпов, Ю. Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с Any Logic 5 [Текст] / Ю. Г. Карпов. - СПб.: БХВ - Петербург, 2006. - 400 с.

5. Рубанов, В. Г. Моделирование систем учеб. [Текст] / В. Г. Рубанов, А. Г. Филатов. - Белгород: Изд–во БГТУ, 2006. - 349 с.

6. Кельтон, В. Д. Имитационное моделирование. Классика CS. [Текст] / В. Д. Кельтон, А. М. Лоу. - 3-е изд. - СПб.: Питер, 2004. - 847 с.

7. Метод увеличения режущей способности гидроабразивной струи / В. В. Иванов [и др.] // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2011: сб. науч. тр. SWorld по материалам Междунар. науч.-практ. конф. - Вып. 4. - Т. 6. - Одесса: Черноморье, 2011. - С. 18 - 23.

8. Иванов, В. В. Моделирование внедрения абразивной частицы в материал как поиск оптимального методологического подхода к разработке имитационной модели процесса гидроабразивной резки / В. В. Иванов, С. В. Иванов // Вестник развития науки и образования. - 2014. - №3. - С. 90 - 95.

9. Шпилев, В. В. Моделирование закручиваемой гидроабразивной струи при гидроабразивном резании / В. В. Шпилев, М. К. Решетников, Н. Н. Береда // Вестник Саратовского государственного технического университета. - 2011. - №2(56). - С.163-168.

10.Бишоп, Д. Эффективная работа: Java 2 / Д. Бишоп. // СПб.: Питер; К.: Издательская группа BHV, 2002. - 592 с.

11. Вязовик, Н. А. Программирование на Java. Курс лекций / Н. А. Вязовик // М.: Intuit, 2003. - 589 с.

12. Иванов, В. В. Программный комплекс «Jet of Hope» для прогнозирования результатов гидроабразивной резки в технологическом процессе / В. В. Иванов, М. К. Решетников, А. В. Тихонов. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014617130, 14.07.2014 г.

УДК 51:621;532

ФОРМАЛИЗОВАННЫЙ ПОДХОД ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ПНЕВМОЦИЛИНДРАХ СИСТЕМ РЕКУПЕРАЦИИ ЭНЕРГИИ

FORMALIZED APPROACH FOR THE MATHEMATICAL SIMULATION OF THE PRESSURE IN THE PNEUMATIC CYLINDERS OF ENERGY RECOVERY SYSTEMS

Камалова Н.С., к.ф.-м.н., доцент,
Евсикова Н.Ю., к.ф.-м.н., доцент, **Журавлев А.Н.,** студент
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, Россия
rc@icmail.ru

DOI: 10.12737/16024

Аннотация: В работе показаны возможности методов математического моделирования в рамках формализованного подхода на примере моделирования изменения давления газа в пневмоцилиндрах систем рекуперации энергии в процессе работы.

Summary: The paper shows the possibility of mathematical simulation methods within the framework of a formalized approach by the example of the gas pressure changes' modeling in pneumatic cylinders of energy recovery systems during work.

Ключевые слова: системы рекуперации энергии, формализованный подход, моделирование изменения давления газа, пневмоцилиндры.

Keywords: systems of energy recovery, formalized approach, the gas pressure changes' modeling, pneumatic cylinders.

В настоящее время моделирование механических процессов сложных лесозаготовительных машин становится определяющим фактором оценки эффективности модернизации их конструкции, так как изменения последней могут привести не только к напрасным затратам, но и к усилению антропогенных факторов экологической опасности. При этом методы математического моделирования следует применять в рамках формализованного подхода, включающего два пункта:

1) автоматическое управление взаимовлиянием особенностей механических процессов и окружающей среды на состояние рабочих тел;

2) математические методы анализа полученных результатов.

Интерпретация моделей к объектам исследования в подобном подходе осуществляется с помощью пошагового приближения, схема которого представлена на рисунке 1 [1]. В отличие от использования чисто математических методов моделирования данный подход позволяет проводить адаптацию модели непосредственно в ходе вычислительного эксперимента. Цель данной работы – демонстрация технологии математического моделирования в рамках формализованного подхода на примере моделирования термодинамических процессов в дополнительных пневмоцилиндрах систем рекуперации энергии [2, 3].



Рис. 1. Технология формализованного моделирования [1].

Описательная модель процесса, проходящего в газообразной среде под поршнем пневмоцилиндра при его перемещении, строится на том, что данный процесс является равновесным (баротропным). Известно, что движение поршня приводит к изменению объема и температуры сжимаемой среды, поэтому из всех баротропных процессов на начальном этапе моделирования для описания выбираем адиабатический процесс. В рамках такого подхода для определения давлений P_1 и P_2 в левом и правом цилиндрах в любой момент времени имеем следующие зависимости от объема:

$$P_1 = P_0 (V_0/V_1)^{\gamma}; \; P_2 = P_0 (V_0/V_2)^{\gamma}. \qquad (1)$$

Здесь γ – показатель адиабаты (на исходном этапе формализованной модели будем считать, что для воздуха γ = 1,4); P_0 – начальное давление газа в пневмоцилиндрах (для создания существенного возвращающего момента давление должно быть довольно высоким 0,5–10 МПа, в зависимости от диаметра пневмоцилиндра); V_0 – объем полости пневмоцилидров в среднем положении колонны, V_1 и V_2 – объемы левого и правого цилиндров при перемещении поршня на $x_Г$ при повороте колонны. Поскольку диаметры цилиндров $D_П$ одинаковы, математические выражения для их объемов в зависимости от хода поршня (x) имеют вид:

$$V_0 = \frac{\pi \cdot D_П^2}{4}\frac{L_Г}{2}; \; V_1 = \frac{\pi \cdot D_П^2}{4}(L_Г - x); \; V_2 = \frac{\pi \cdot D_П^2}{4}x, \qquad (2)$$

С учетом (2) из выражений (1) для математического моделирования зависимости давления в пневмоцилиндрах от хода поршня x получаем:

$$P_1 = P_0 (L_Г/(L_Г - x))^{\gamma}; P_2 = P_0 (L_Г/x)^{\gamma}. \qquad (3)$$

Выражение (3) является базовой аксиомой исходного приближения (см. рис. 1). Однако, как показывает практика, реальный процесс является квазиадиабатическим, поскольку из-за нагрева стенок цилиндров в ходе поршня могут происходить тепловые потери. Учет этого явления на втором шаге формализованного моделирования приведет к изменению аксиомы (3), являющейся результатом описательного моделирования.

Для формулирования правил вывода и параметра, определяющего смену и алгоритм базовой аксиомы, оценим методами математического моделирования возможное значение температуры T при наличии теплопотерь. Полагая, что стенки цилиндра находятся в стационарном равновесии с газом,

для элементарного изменения температуры dT правого цилиндра (например) за время dt получим соотношение:

$$\frac{P_1 V_1}{R} C_V \frac{dT}{T} = T_0 \kappa L_Г \frac{D_П}{\delta} (\frac{T}{T_0} - 1) dt . \quad (4)$$

Здесь κ – теплопроводность стенок, C_V – теплоемкость газа, T_0 – температура окружающей среды, R – универсальная газовая постоянная, δ – толщина стенок цилиндров. Решая уравнение (4) аналитически с учетом того, что в отсутствие теплопотерь температуру газа в цилиндрах можно определить как $T_1 = T_н (L_Г / (L_Г - x))^{\gamma - 1}$, где $T_н$ – температура газа при P_0, получим выражение для T:

$$\frac{T - T_0}{T} = \frac{T_1 - T_0}{T_1} \exp(t/\tau), \quad (5)$$

где $\tau = \frac{\delta}{D_П} \frac{C_V P_0 (L_Г / (L_Г - x))^{\gamma - 1} \pi D_П^2}{\kappa R T_0}$ – некое характерное время процесса в цилиндрах, показывающее влияние теплообмена, а следовательно, и искомый параметр при определении правил вывода. Действительно, анализ (5) показывает, что при $t << \tau$ аксиомы (3) можно считать адаптированными, если же $t > \varepsilon\tau$, где ε задается техническим заданием, то аксиомы (3) следует изменить, используя, например, основное уравнение состояния идеального газа при новых значениях температуры T.

Таким образом, в рамках формализованного подхода можно с помощью полученного параметра автоматически интерпретировать математическую модель процесса к объекту исследования с учетом влияния изменений температуры окружающей среды.

Список литературы

1. Системный подход к проблеме обоснования модернизации лесозаготовительных машин [Текст] / П. И. Попиков [и др.] ; Попиков П.И., Евсикова Н.Ю., Камалова Н.С., Полянин В.С. // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика : сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции / гл. ред. В. М. Бугаков ; Фед. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Воронеж. гос. лесотехн. акад.". – Воронеж, 2015. – № 2, ч. 2 (13-2). – С. 296-300.

2. Попиков, П.И. Динамика гидропривода механизма поворота манипулятора с демпфером плунжерного типа [Текст] / П. И. Попиков, М. В. Драпалюк, А. А. Золотухин // Математическое моделирование, компьютерная оптимизация технологий, параметров оборудования и систем управления : межвузовский сборник научных трудов / под ред. В. С. Петровского. – Воронеж, 2005. – Вып. 10. – С. 179-182.

3. Математическое моделирование динамики гидропривода механизма подъема стрелы лесного манипулятора с дополнительным демпфером [Текст] / А.А. Сидоров, П.И. Попиков, В.В. Посметьев, Л.Д. Бухтояров // Лес. Наука. Молодежь – 2008 : сборник материалов по итогам научно-исследовательской работы молодых ученых ВГЛТА за 2007–2008 гг. – Воронеж, 2008. – С. 121-126.

УДК: 538.915

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА WIEN2K ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ ОДНОСТЕННЫХ НАНОТРУБОК ТИПА «ARMCHAIR»

USING OF THE WIEN2K PACKAGE FOR INVESTIGATION OF THE ELECTRONIC STRUCTURE OF SINGLE-WALLED (6,6) «ARMCHAIR» NANOTUBES

Кириченко М.С., магистрант
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»
г. Воронеж, Россия
maksim.kiri4enko2010@yandex.ru

DOI: 10.12737/16025

Аннотация: Рассмотрены практические аспекты применения программного пакета Wien2k к расчетам электронной структуры нанотрубок. Проведено сравнение электронной структуры углеродной и кремниевой одностенных нанотрубок типа "armchair" с хиральностью (6,6).

Summary: The practicalities of using the program package Wien2k to calculating of the electronic structure of nanotubes have been considered. Comparison between the electronic structures of single-walled carbon and silicon (6,6) "armchair" nanotubes has been performed.

Ключевые слова: моделирование, WIEN2k, углеродные нанотрубки, кремниевые нанотрубки, электронная структура.

Keywords: modeling, WIEN2k, carbon nanotubes, silicon nanotubes, electronic structure.

Углеродные нанотрубки открыл в 1991 г. японский специалист в области электронной микроскопии С. Иджима, изучая материал, высаживающийся на катоде при получении фуллеренов методом электродугового разряда. С тех пор углеродные нанотрубки интенсивно изучаются во всем мире. Кремниевые нанотрубки были получены гораздо позднее, и вызывают не меньший интерес у исследователей, чем углеродные, так как в современной микро- и наноэлектронике кремний является одним из главных элементов при создании приборов и устройств.

Нанотрубки обладают многими интересными и уникальными свойствами, которые напрямую зависят от электронной структуры. Одним из наиболее доступных методов изучения электронной структуры является компьютерное моделирование. При этом электронную структуру нанотрубок можно моделировать как с помощью специализированных программ (например, основанных на методе линеаризованных присоединенных цилиндрических волн [1]), так и программных пакетов для расчета электронного строения кристаллов. Особое место среди последних занимает мощный и обладающий широкими возможностями программный комплекс пакет Wien2k [2], основанный на методе линеаризованных присоединенных плоских волн (ЛППВ) зонной теории. В

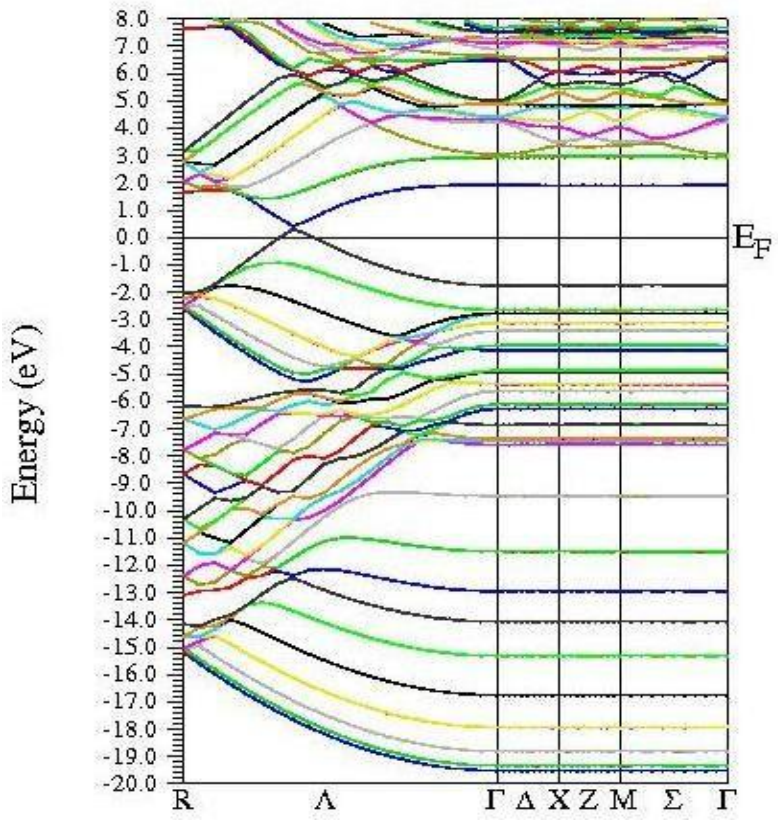


Рис. 1. Зонная структура одностенной углеродной нанотрубки (6,6).

данной работе с помощью этого программного пакета были рассчитаны электронные структуры углеродной и кремниевой одностенных нанотрубок типа «armchair» с хиральностью (6,6).

Рассчитываемая с помощью Wien2k структура должна обладать трехмерной периодичностью. В таком подходе при моделировании элементарной ячейки нанотрубки необходимо задать "вакуумную" область, разделяющую трубки, принадлежащие соседним элементарным ячейкам. В данной работе "вакуумное" расстояние для углеродных нанотрубок было взято равным 4 Å, а для кремниевых - 8 Å. При таком размере этой области влияние соседних трубок друг на друга практически исключено [3]. Расчет проводился по 100 точкам k в зоне Бриллюэна в цикле самосогласования, а последняя итерация пересчитана по 1000 точкам k. Рассчитанные зонные структуры приведены на рисунках 1, 2.

Видно, что структура энергетических зон кремниевой нанотрубки похожа на углеродную (почти параболические зоны в направлении оси трубки и практически плоские - в перпендикулярном ей направлении). Ширина валентной полосы, однако, для нанотрубки кремния оказалась заметно меньшей, чем для нанотрубки углерода. Это легко объяснить: валентная зона обеих нанотрубок формируется *s*- и *p*-состояниями, а энергетический интервал между 3*s*- и 3*p*-состояниями кремния меньше, чем соответствующий зазор между 2*s*- и 2*p*-состояниями углерода.

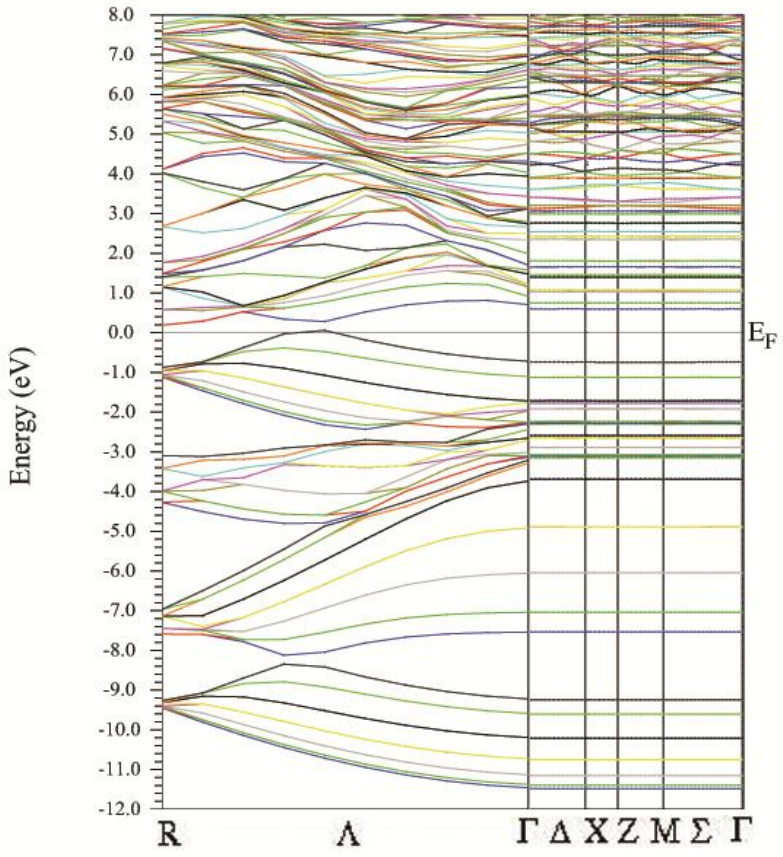


Рис. 2. Зонная структура одностенной кремниевой нанотрубки (6,6).

Зонные структуры обеих исследуемых трубок имеют вид, характерный для металлов (уровень Ферми пересекает энергетические зоны), что согласуется с существующими

в литературе представлениями [4-7] о том, что все трубки типа "armchair" должны быть металлическими.

Список литературы

1. Чертков А.В. Метод линеаризованных присоединенных цилиндрических волн для расчета зонной структуры нанотрубок / А.В. Чертков, Н.С. Переславцева, О.И. Дубровский , С.И. Курганский // Конденсированные среды и межфазные границы. – 2012. – Т. 14. – № 3. – С. 342 – 348.

2. Blaha P. WIEN2k An Augmented Plane Wave + Local Orbitals Program for Calculating Crystal Properties revised edition WIEN2k 10.1 / Peter Blaha, Karlheinz Schwarz, Georg K. H. Madsen, Dieter Kvasnicka, Joachim Luitz (Release 01.10.2010).

3. Кириченко М.С. Моделирование электронной структуры углеродных нанотрубок с помощью программного пакета Wien2k / М.С. Кириченко, О.И. Дубровский, М.Д. Манякин // Современные методы прикладной математики, теории управления и компьютерных технологий(ПМТУКТ-2014): сборник трудов VII Международной научной конференции / Воронеж, 14-21 сентября 2014 г. – 2014. – С 192-194.

4. Ayuela A. Electronic band structure of carbon nanotube superlattices from first-principles calculations / A. Ayuela, L. Chico, W. Jaskólski // Physical Review B. – 2008. – V. 77. – P. 085435.

5. Reich S. Electronic band structure of isolated and bundled carbon nanotubes / S. Reich, C. Thomsen // Physical Review B. – 2002. – V. 65. – P. 155411.

6. Christ K. V. Energy dispersion in graphene and carbon nanotubes and molecular encapsulation in nanotubes / K. V. Christ, H. R. Sadeghpour // Physical Review B. – 2007. – V. 75. – P. 195418.

7. Fagan S. B., Baierle R. J., Mota R. Ab initio calculations for a hypothetical material: Silicon nanotubes / S. B. Fagan, R. J. Baierle, R. Mota. // Physical Review B. – 2000. – V. 61, № 15. – P. 9994 – 9996.

УДК 621.8

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПЛОСКОЙ ОБОЛОЧКИ

THE CALCULATION OF STRESS-STRAIN STATE FLAT SHELL

Корнеев В.С., к.т.н., **Корнеев С.А.,** д.т.н., профессор
Ильичев В.А., аспирант, **Васькова М.В.,** студент
ФГБОУ ВПО «Омский государственный технический университет»
г.Омск, Россия
+79045840307@yandex.ru

DOI: 10.12737/16026

Аннотация: В данной работе проведены численные исследования методом конечных элементов напряженно-деформированного состояния плоской оболочки Н-327. Показана возможность моделирования армированных плоских оболочек с пересекающимися нитями корда плоскими конечными элементами.

Summary: In this paper numerical investigations of finite elements on-laborious-strain state of flat membranes N-327. The possibility of modeling reinforced flat membranes with intersecting cords of planar finite elements.

Ключевые слова: корд, резинокорд, муфта, оболочка, МКЭ, упругость, Ansys, композит.

Keywords: cord, rubber-cord, coupling, shell, FEM, elasticity, Ansys, composite.

Муфты, входящие в привод различных машин и механизмов являются ответственными узлами, часто определяющими надежность и долговечность всей машины.

Высокоэластичные муфты с резинокордными оболочками в сравнении с традиционно применяемыми кулачковыми и пальцевыми упругими муфтами обеспечивают в эксплуатации компенсацию значительных смещений осей соединяемых валов и демпфирование всех видов колебаний.

Широко используемые в промышленности муфты с торообразными оболочками обладают рядом недостатков, основными из которых являются значительные осевые нагрузки на валы, обусловленные действием центробежных сил, сравнительно большие размеры по диаметру, невысокая нагрузочная способность и ограниченная частота вращения.



Рис. 1. Резинокордная оболочка для высокоэластичных муфт

Современному уровню требований во многом удовлетворяют муфты с резинокордными дисками (пластинами). Резинокордные плоские муфты (РКПМ) предназначены для передачи заданной величины крутящего момента между валами в различных механизмах и машинах (рис. 1). РКПМ эффективно воспринимают динамические и ударные нагрузки, допускают несоосность расположения валов.

Резинокордный элемент муфты выполнен в виде пластины с рабочей зоной толщиной 14 мм и двух бортов (наружного и внутреннего) толщиной 22 мм (рис. 2). Слои корда марки 23КНТС [1], симметрично расположенные относительно радиуса пластины, имеют два направления. Число слоёв корда одного направления равно 5. Нити корда, практически прямолинейные, составляют с радиусом острый угол, величина которого уменьшается от внутреннего диаметра к наружному диаметру пластины.

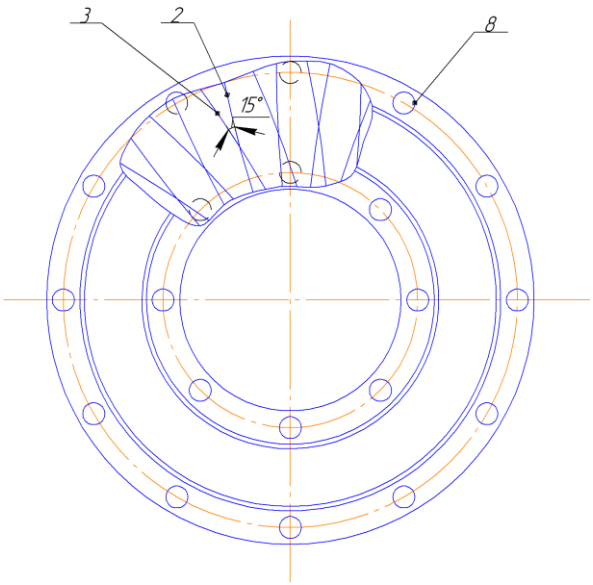
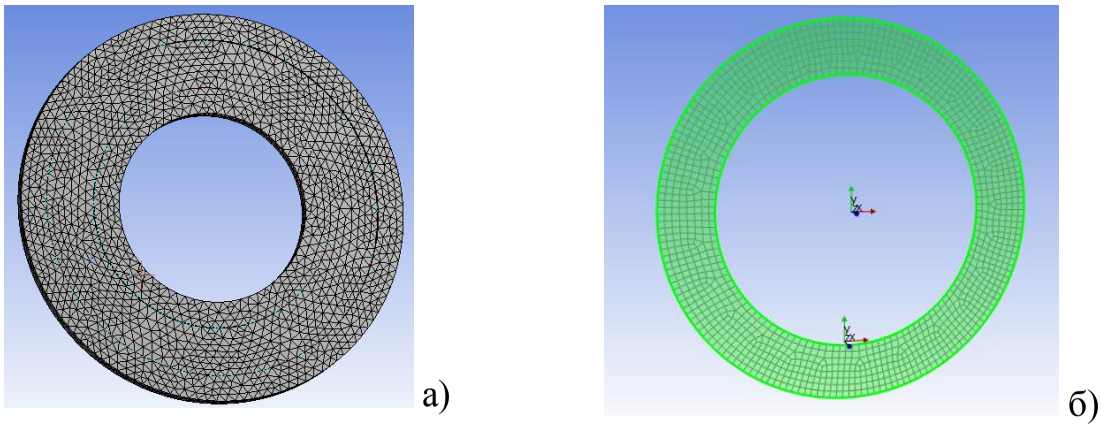


Рис. 2. Схема расположения нитей корда в оболочке

Конструкция резинокордного диска с перекрещивающимися смежными слоями нитей корда под углом 15 градусов, направленными от внутреннего к внешнему диаметрам диска, и способ сборки резинокордного диска защищены патентами Российской Федерации.

При проведении численного расчета пренебрежем матрицей композитного материала, ввиду того, что ее модуль упругости значительно ниже модуля упругости корда. Модуль упругости нити корда составляет в упругой зоне $6 \cdot 10^8$ Па.

Построим модель оболочки муфты (рис. 3). Композитная основа уложена под углом 15^o (рис. 4). Для создания модели поведения резинокордной плоской оболочки Н-327, нагруженной моментом, и получения значения деформаций по слоям будем использовать пакет AnsysCompositePrepPost. Поскольку AnsysCompositePrepPost производит расчеты исключительно в оболочках, в первую очередь создается плоский вырез ткани корда, соответствующий геометрическим размерам испытываемой полумуфты. Направление свойств среды считается расходящимся радиально от центра оболочки (рис. 4).



а) б)

Рис. 3. Конечно-элементная сетка оболочки:
а – модель оболочки; б – модель одного слоя композита

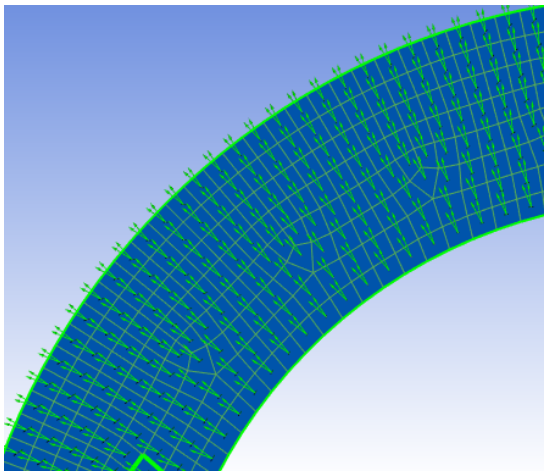


Рис. 4. Направленная сетка конечных элементов

Интеграция полученной композитной модели с решателем StaticStructural Ansys позволяет получить зависимость крутящего момента от угла поворота муфты (рис. 5, рис. 6).

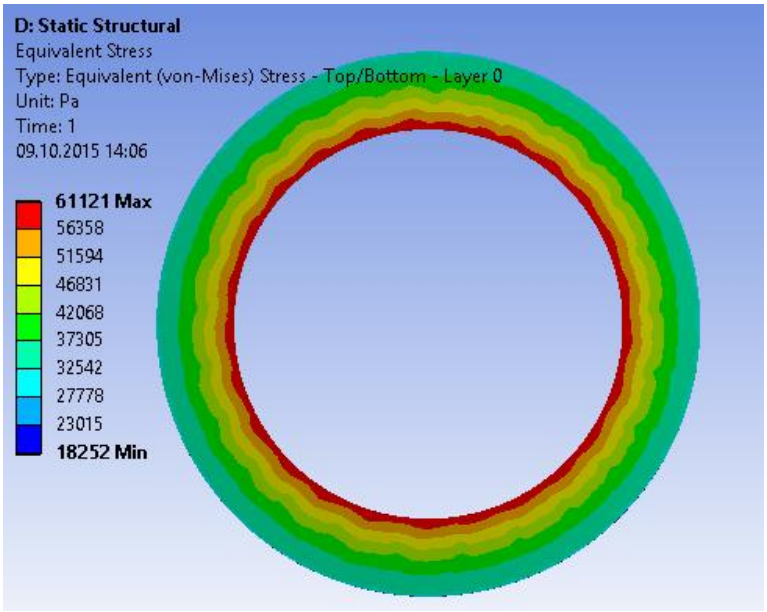


Рис. 5. Напряжения в оболочке

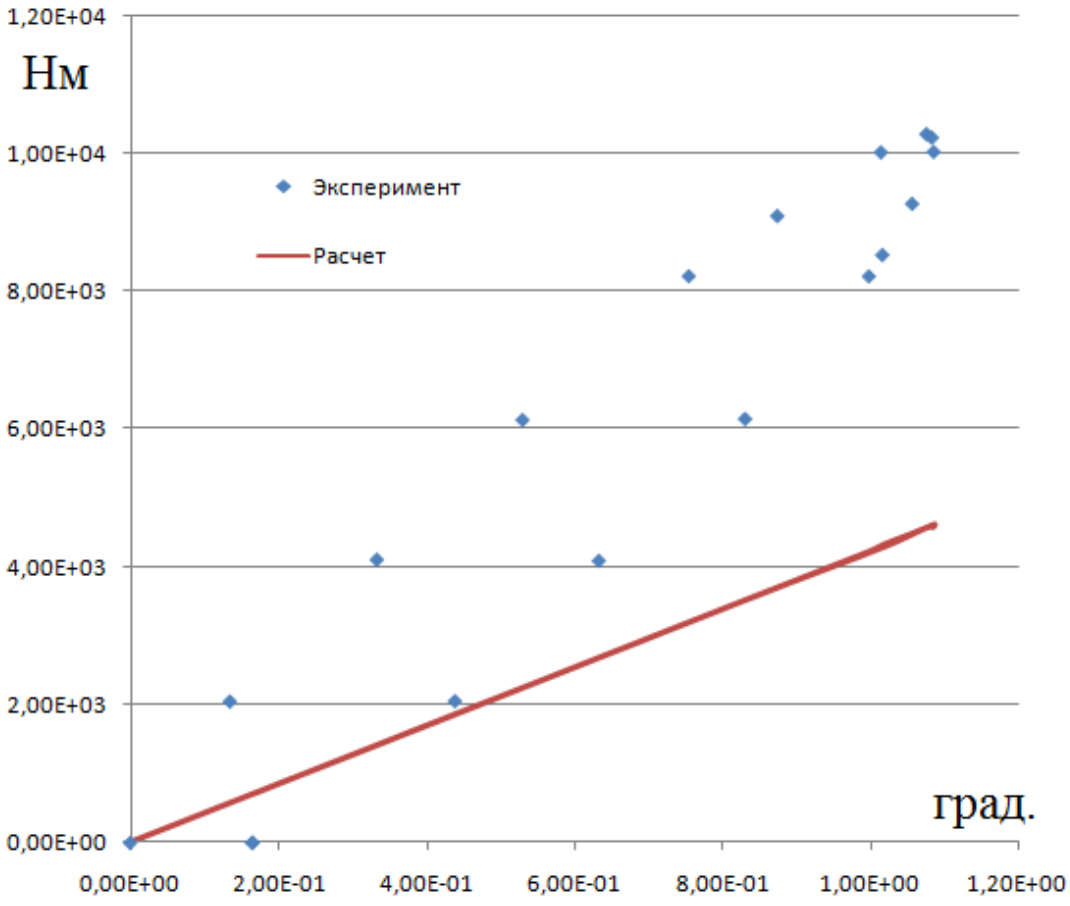


Рис. 6. Зависимость крутящего момента от угла поворота муфты

Исходя из этих данных рис. 6 б, погрешность между результатами эксперимента [2] и результатами численной модели, равна

$$\delta = 50\%.$$

Результаты данной работы показывают значительное отклонение результатов расчета от экспериментальных данных. Данное расхождение обусловлено в первую очередь погрешностью изготовления армирующих слоев корда, реальные пересечения которых могут превышать 30 градусов.

Список литературы

1. ГОСТ 24221-94. Ткань кордная капроновая. Технические условия. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации метрологии и сертификации, 1996. – 16 с.

2. Динамическая нагруженность и надежность работы муфты тягового привода электровозов ЭП1М и ЭП10 [Текст]: отчет о НИР (заключ.) / ОАО Науч.-исслед. и констр.-технол. ин-т подвижного состава (ОАО «ВНИКТИ»); рук. Березин В.В.; исполн.: Соколов Ю.Н. [и др.]. – Коломна, 2009. – 82 с. – Библиогр.: с. 39. – № И–01–09.

УДК 33.336

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ФИНАНСОВОГО РИСКА ПРЕДПРИЯТИЯ МЕТОДОМ ЭКСПЕРТНО-БАЛЛЬНОЙ ОЦЕНКИ

ASSESSMENT OF USING MARGINAL ANALYSIS
WHEN FORECASTING THE INCOME OF THE COMPANY

Косых Е.А., магистрант, **Пытькина Л.С**., студентка
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф.Морозова»
г.Воронеж, Россия.

DOI: 10.12737/16027

Аннотация: В статье рассматривается метод экспертно-балльной оценки для определения уровня финансового риска предприятия

Summary: In article the method of expert scoring to determine the level of financial risk of enterprise

Ключевые слова: экспертно-балльный метод, риски, факторы, критерии

Keywords: peer-point method, risks, factors, criteria

В отечественной и зарубежной литературе широко описываются подходы к определению понятия «риск» - как экономическая категория. Событие, повлекшее за собой снижение ожидаемых результатов финансовой деятельности организации можно определить как риск. Риск – это определённая вероятность наступления неблагоприятного события, результат которого отрицательно повлияет на деятельность компании.

Для нейтрализации рисковых событий в деятельности предприятия, риски должны быть определены, идентифицированы, оценены, и проанализированы. Идентификация риска связана с оценкой влияния как внешних факторов на объект исследования, так и внутренних факторов деятельности предприятия.

Оценка риска – это оценка вероятности наступления рисковых событий, которые могут быть оценены различными математическими инструментариями, к которым относятся точечная или интервальная оценка, оценка по статистическим данным или экспертная оценка. Показатели оценки риска в зависимости от условий оценки представлены на рис. 1.

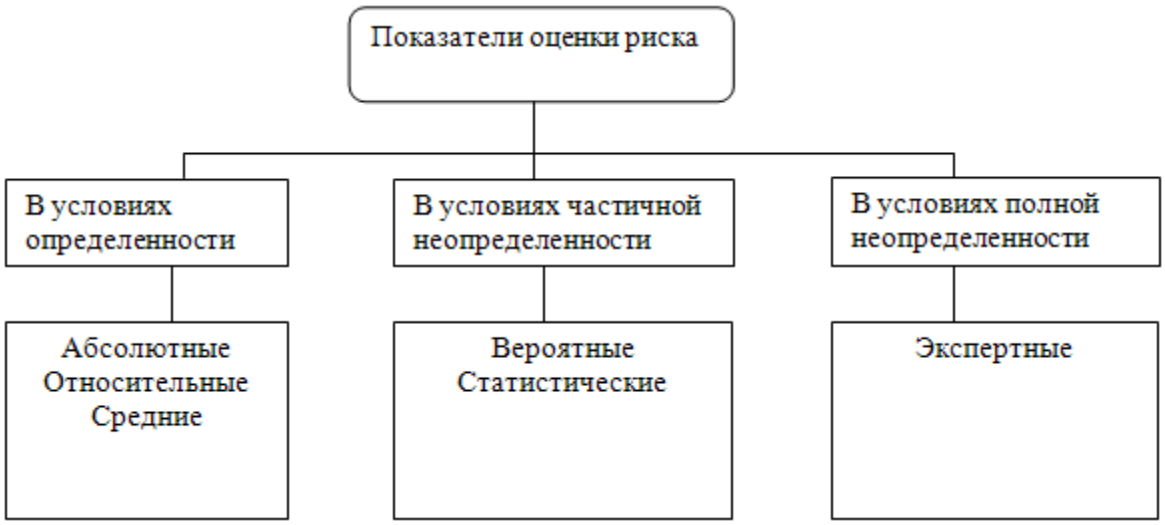


Рис.1 – Показатели оценки рисков

Методы математического моделирования позволяют предложить и изучить разнообразные подходы к оценки риска. Среди методов оценки рисков чаще всего применяются два вида математических рисков:

- статистические - основанные на использовании эмпирических данных;
- экспертные - опирающиеся на мнения и интуицию специалистов.

Анализ рисков экспертами начинается с составления исчерпывающего перечня финансовых рисков, которые могут возникнуть на данном предприятии. Каждому эксперту, работающему отдельно, предоставляется перечень первичных рисков в виде опросных листов и предлагается оценить вероятность их наступления по специальной шкале. К числу наиболее распространенных методов экспертных оценок риска относят метод Дельфи, ранжирование, попарное сравнение, метод балльных оценок и другие [3].

При определении достоверность оценки риска необходимо помнить, что данный показатель в большей степени зависит от профессиональной квалификации экспертов, их непредвзятости в оценки и независимости, а также от имеющегося методического обеспечения проведения экспертизы риска. Для расчёта достоверности полученных значений оценок экспертов на практике используют коэффициент конкордации Кендалла или согласованности мнений специалистов-экспертов. Основная проблема, возникающая при использовании метода экспертных оценок, связана с объективностью оценок выбранных экспертов и точностью получаемых результатов проведённой экспертизы угрозы возникновения риска в организации [1]. Для разрешения данной проблемы необходимо минимизировать фактор некачественного подбора экспертов, возможность группового обсуждения экспертами материала, используемого для оценки риска, доминирование какого либо мнения.

Метод балльной оценки риска – это один из методов экспертизы уровня возникновения риска на основе обобщающего показателя. Данный показатель складывается на основе экспертно оцениваемых частных показателей (факторов) степени риска. Для его расчёта необходимо провести следующие процедуры:.

1) выявить факторы, определяющие степень возникновения финансового риска;

2) выбрать обобщенный критерий и частные индикаторы, характеризующие каждый фактор;

3) оценить обобщенный критерий степени финансового риска;

4) выработать рекомендаций по управлению финансовыми рисками.

Используя анкетирование, эксперт даёт независимую оценку значимости финансового риска по балльной системе (например: по пяти бальной шкале) по определённым показателям. Анкета экспертов предполагает индивидуальную оценку вероятности наступления рискового события на предприятии (от 0 до 5

баллов, где 0 баллов – невероятное событие; 5 баллов – реальное событие), а также балльную оценку величины возможного ущерба (от 0 до 5 баллов, где 0 баллов – отсутствие ущерба; 5 баллов – ущерб, равный величине активов предприятия). После присвоения оценки риска экспертом, вычисляется средняя арифметическая оценка, которая и объявляется как коллективное мнение экспертов, работающих над оценкой появления угрозы финансового риска компании. Затем оценки сводятся в обобщённую характеристику, после чего оцениваются финансовые риски по уровню возможных финансовых потерь: от финансовый риск с низким уровнем вероятности реализации к средней и высокой потери с использованием предложенной шкалы[2].

Для получения интегральной оценки финансового риска используем показатель индекс риска. Индекс риска (ранг риска) определим по формуле:

$$Ir = P \times I, \quad (1)$$

где Ir – индекс риска (интегральная оценка);

P – вероятность возникновения риска;

I – ожидаемая величина потерь.[6]

Индекс риска дает возможность судить о степени воздействия и уровне финансового риска на исследуемый хозяйствующий субъект – промышленного предприятия.

Рассмотрим процедуру оценки вероятности возникновения финансового риска с делением его по видам методом экспертных оценок на промышленном предприятии ЗАО ПДК «Апшеронск». Экспертами выступали квалифицированные специалисты отдела управления, экономики и планирования, финансового подразделения и других служб предприятия (всего 12 экспертов). Оценка проводилась в несколько этапов: вначале были оценены основные меры риска - вероятность и ущерб; затем на их основе был определен так называемый индекс риска - интегральная оценка данного вида риска (табл.1).

На основе показателя - индекса риска (табл.1) были выявлены самые высокие финансовые риски для ЗАО ПДК «Апшеронск»: риск неплатежеспособности, риск снижения финансовой устойчивости и риск потери имущества.

Таблица 1 – Оценка вероятности возникновения финансового риска предприятия ЗАО ПДК «Апшеронск» по его видам

Вид финансового риска	Вероят-ность (балл)	Ущерб (балл)	Индекс риска
1.Депозитный риск	1	2	2
2.Процентный риск	2	2	4
3.Структурный риск	2	3	6
4.Налоговый риск	1	1	1
5.Валютный риск	2	1	2
6.Криминогенный риск	1	2	2
7.Риск неплатежеспособности	3	4	12
8.Риск снижения финансовой устойчивости	4	4	16
9.Инфляционный риск	2	3	6
10.Инвестиционный риск	1	2	2
11.Кредитный риск	1	3	3
12.Прочие риски	2	5	10

Список литературы

1. Авдошин, С.М. Информатизация бизнеса. Управление рисками [Текст] / С.М.Авдошин,Е.Ю.Песоцкая.-М.:ДМК-Пресс,2011.-176с.

2. Домащенко, Д.В.Управление рисками в условиях финансовой нестабильности [Текст] / Д.В.Домащенко, Ю.Ю.Финогенова.-М.:Магистр, ИНФРА-М.-2010.-238с.

3. Сибиряткина, И.В. Модели и методы прогнозирования кризисных явлений в экономике предприятий деревообрабатывающего комплекса [Текст] /И.В.Сибиряткина//Научные труды SWORLD.-2010.-№1-С.75-80.

УДК 544.421.032.76

ИЗУЧЕНИЕ ВНУТРЕННЕГО ВРАЩЕНИЯ В МОЛЕКУЛЕ 1,1 ДИФТОРГЕКСАНА

STUDY OF INTERNAL ROTATION IN THE 1,1 - DI FLUORINE HEXANE MOLECULE

А.В. Котомкин[а], Н.П. Русакова[а], В.В. Туровцев [а,б], Ю.Д. Орлов[а]

[а] Тверской государственный университет,

[б] Тверская государственная медицинская академия

г. Тверь, Россия

e-mail: prospectpobedy@mail.ru

DOI: 10.12737/16028

Аннотация: Методом B3LYP найдено 5 потенциальных функций внутреннего вращения вокруг C-C связей в молекуле 1,1 дифторгексана F_2CH-C_5H_{10}. Изучены локальные минимумы и переходные состояния (TS) для каждого вращения.

Summary: 5 potential functions of the internal rotations around the C-C bonds in the 1,1 - di fluorine hexane molecule F_2CH-C_5H_{10} were obtained by B3LYP method. The local minima and transitive states (TS) have been found for all examined rotations.

Ключевые слова: 1,1 дифторгексан, потенциальная функция, конформационный анализ.

Keywords: 1,1 - di fluorine hexane, potential function, conformational analysis.

К настоящему времени исследованы свойства большого количества органических соединений фтора [2-7], однако для точного определения многих свойств требуется учет вкладов внутреннего вращения. В работе изучено внутреннее вращение вокруг всех связей C-C в молекуле 1,1-дифторгексана $F_2C_6H_{12}$ и построено 5 потенциальных кривых $V(\varphi)$. Определены все минимумы на $V(\varphi)$, соответствующие устойчивым конформациям, а также все переходные состояния (TS). Поворот фрагментов вокруг связей C-C на каждые 10˚ и расчёт равновесных геометрий были выполнены с помощью программы GAUSSIAN 03 методом B3LYP [1].

Вращение в *n*-$F_2C_6H_{12}$ вокруг первой от фторов связи C-C дало наличие трех конформеров, два из которых *гош*$^+$, *гош*$^-$ конформеры (рис. 1). Третий, *цис*-

конформер имеет энергию на 1,4 кДж/моль большую, чем *гош*-конформации (рис. 1). Полученные величины барьеров (11,9 кДж/моль и 16,5 кДж/моль) показывают невозможность свободного вращения при нормальных условиях. Данные расчетов показали преобладание *гош*-конформаций в веществе (это и определило выбор для получения $V(\varphi)$ вокруг второй от F связи С-С $гош^-$ ротамера).

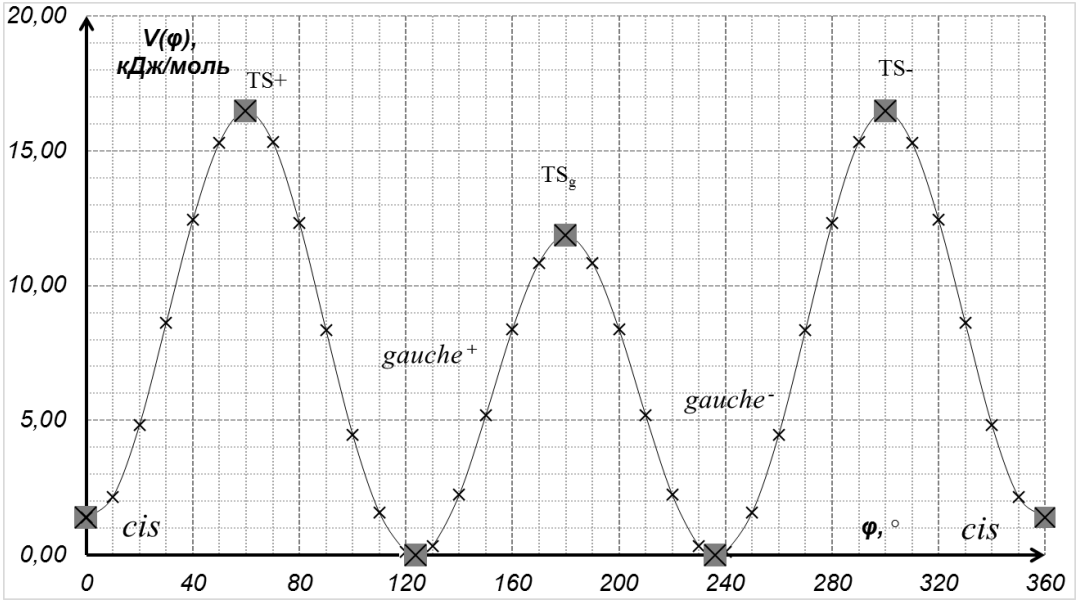


Рис. 1 Потенциальная кривая внутреннего вращения вокруг первой от фторов связи С-С.

Кривая вращения $V(\varphi)$ вокруг второй от F связи С-С асимметрична и имеет три минимума, соответствующие *цис* -, $гош^+$ - и $гош^-$ - конформерам (рис. 2). Глобальному минимуму на $V(\varphi)$ соответствует *цис*-ротамер, в то время как энергия состояний $гош^+$ - и $гош^-$ больше на 5,3 кДж/моль и 3,1 кДж/моль соответственно (рис. 2). Высота активационных барьеров позволяет говорить о невозможности свободного вращения вокруг данной связи. В веществе преобладают *цис*-формы.

Вращение вокруг третьей связи С-С так же приводит к трем минимумам, где наименьшую энергию имеет *цис*-ротамер, а структуры $гош^+$ - и $гош^-$ обладают энергией на 3,5 кДж/моль больше. Высота барьеров вращения составляет 20,2 кДж/моль и 12,5 кДж/моль, следовательно, свободное вращение отсутствует. Расчеты показывают преобладание *цис*-конформации в веществе, $гош^+$ - и $гош^-$ ротамеры присутствуют в равных пропорциях.

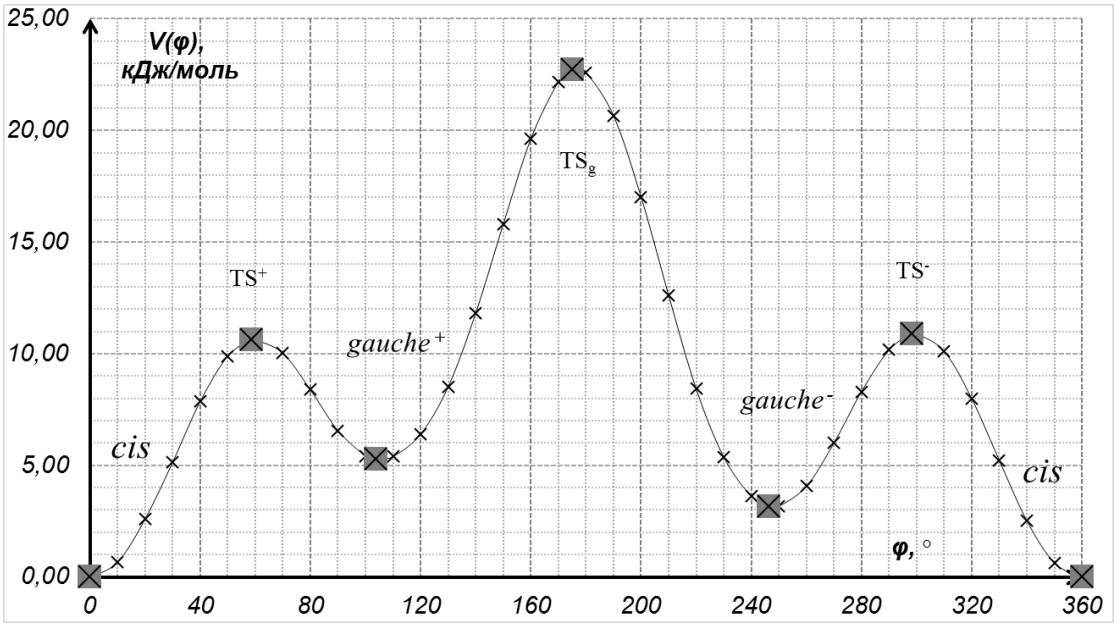


Рис. 2 Потенциальная кривая внутреннего вращения вокруг второй от фторов связи С-С.

Кривая $V(\varphi)$, полученная при вращении вокруг четвертой от фторов связи С-С по своей форме близка к таковой, полученной при вращении фрагментов вокруг третьей связи. Энергия *цис*-конформации на 3,4 кДж/моль и 3,5 кДж/моль меньше, чем энергия *гош*$^+$ - и *гош*$^-$ - состояний соответственно.

Вращение волчка CH_3 вокруг пятой от фторов связи С-С показывает наличие трех одинаковых конформеров, разделенных барьерами вращения высотой 11,8 кДж/моль.

Сравнение вращения волчков вокруг всех связей с соответствующими вращениями в молекуле гексана [8] показало идентичность для потенциальных кривых для вращений вокруг третьей, четвертой и пятой связей от фторов. Таким образом, влияние фторов на внутреннее вращение в исследуемом соединении распространяется на вращение вокруг первых двух связей от них.

Список литературы

1. Frisch M.J., Trucks G.W. at all. Gaussian 03 (Revision E 0.1 SMP). Gaussian Inc., Pittsburgh PA, 2007.

2. Н.П. Русакова, А.В. Котомкин, В.В. Туровцев, Ю.Д. Орлов, Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия., 2, 76-81 (2014);

3. Русакова Н.П., Котомкин А.В., Туровцев В.В., Орлов Ю.Д., Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия.. 1, 69-75 (2014);

4. Котомкин А.В., Русакова Н.П., Туровцев В.В., Орлов Ю.Д., Вестник ТвГУ. Серия: Физика, 1, 35-42 (2014);

5. Котомкин А.В., Русакова Н.П., Туровцев В.В., Орлов Ю.Д., Вестник Казанского технологического университета, 3, 36-39 (2014)

6. Котомкин А.В., Русакова Н.П., Туровцев В.В., Орлов Ю.Д. / Электронные параметры молекул ряда 1,1 дифторалканов / Вестник Казанского технологического университета . 2015. Т 18 № 13. С 23-25.

7. Котомкин А.В., Русакова Н.П., Туровцев В.В., Орлов Ю.Д./ Электронные параметры дифторалканов/ Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. 2015.№ 2, с. 5-11.

8. В.В. Туровцев, Ю.Д. Орлов, А.Н. Кизин, Ю.А. Лебедев, Потенциальные функции внутреннего вращения в n-алканах и его вклад в термодинамические свойства. ЖОХ, 77, 9, 1508-1517 (2007);

УДК 330.115

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧ ЭКОНОМЕТРИКИ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ УРАВНЕНИЙ

MODELING PROBLEMS IN ECONOMETRICS ON THE BASIS OF A SYSTEM OF INTERRELATED EQUATIONS

Кузнецова Л.Д., к.т.н., **Колчанов С.А., Мхитарян А.Г.**

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

г. Воронеж, Россия

lar.cuzneczova2015@yandex.ru

DOI: 10.12737/16029

Аннотация: Рассматриваются подходы решения сложных эконометрических систем на основе системы взаимосвязанных (одновременных) уравнений.

Summary: Examines approaches to solving complex econometric systems on the basis of interconnected system of (simultaneous) equations.

Ключевые слова: рекурсивные уравнения, метод наименьших квадратов, эндогенные переменные, экзогенные переменные.

Keywords: recursive equations, the least squares method, endogenous variables, exogenous variables.

Сложные эконометрические процессы, возможно, описывать на основе системы взаимосвязанных (одновременных) уравнений.

Имеется несколько видов систем уравнений:

- система независимых уравнений в этом случае зависимая переменная рассматривается как функция одного и того же набора факторов *x*:

$$\begin{cases} y_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + ... + a_{1m}x_m + \varepsilon_1, \\ y_2 = a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + ... + a_{2m}x_m + \varepsilon_2, \\ ..... \\ y_n = a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + ... + a_{nm}x_m + \varepsilon_n. \end{cases} \quad (1)$$

Решения системы (1) и определения ее параметров использует метод наименьших квадратов;

- система рекурсивных уравнений в этом случае зависимая переменная у одного уравнения является фактором *x* в другом уравнении:

$$\begin{cases} y_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + ... + a_{1m}x_m + \varepsilon_1, \\ y_2 = b_{21}y_1 + a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + ... + a_{2m}x_m + \varepsilon_2, \\ ..... \\ y_n = b_{n1}y_1 + b_{n2}y_2 + ... + b_{nn-1}y_{n-1} + a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + ... + a_{nm}x_m + \varepsilon_n. \end{cases} \quad (2)$$

Решение системы (2) и определения ее параметров использует метод наименьших квадратов;

- система взаимосвязанных (совместных) уравнений в этом случае зависимые переменные в одних уравнениях входят в левую часть, а в других – в правую:

$$\begin{cases} y_1 = b_{12}y_2 + b_{13}y_3 + ... + b_{1n}y_n + a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + ... + a_{1m}x_m + \varepsilon_1, \\ y_2 = b_{21}y_1 + b_{23}y_3 + ... + b_{2n}y_n + a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + ... + a_{2m}x_m + \varepsilon_2, \\ ..... \\ y_n = b_{n1}y_1 + b_{n2}y_2 + ... + b_{nn-1}y_{n-1} + a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + ... + a_{nm}x_m + \varepsilon_n. \end{cases} \quad (3)$$

Система уравнений (3) является структурной формой модели.

Эндогенные переменные (взаимосвязанные переменные) определяются внутри модели (системы) *y*.

Предопределенные переменные (экзогенные и лаговые определяются за предыдущие моменты времени) эндогенные переменные системы.

Коэффициенты *a* и *b* при переменных – структурные коэффициенты модели.

Система линейных функций (4) приведенная форма модели:

$$\begin{cases} y_1 = \delta_{11}x_1 + \delta_{12}x_2 + ... + \delta_{1m}x_m, \\ y_2 = \delta_{21}x_1 + \delta_{22}x_2 + ... + \delta_{2m}x_m, \\ ..... \\ y_n = \delta_{n1}x_1 + \delta_{n2}x_2 + ... + \delta_{nm}x_m. \end{cases} \quad (4)$$

где δ – коэффициенты приведенной формы модели.

Необходимое условие идентификации – выполнение счетного правила:

$D+1=H$ – уравнение идентифицируемо;

$D+1<H$ – уравнение неидентифицируемо;

$D+1>H$ – уравнение сверхидентифицируемо,

где H – число эндогенных переменных в уравнении,

D – число предопределенных переменных, отсутствующих в уравнении, но присутствующих в системе.

Достаточным условием идентификации определяется на основе матрицы, состоящей из коэффициентов при переменных, отсутствующих в исследуемом уравнении, не равен нулю, и ранг этой матрицы не менее числа эндогенных переменных системы без единицы.

Решения это уравнения осуществляется на основе косвенного метода наименьших квадратов.

Косвенный метод наименьших квадратов используется по следующему алгоритму:

- разрабатывают приведенную форму модели и вычисляют численные значения параметров каждого ее уравнения методом наименьших квадратов;

- на основе алгебраических преобразований получают приведенную форму модели, получая численные оценки структурных параметров.

Двушаговый метод наименьших квадратов используется по следующему алгоритму:

- разрабатывают приведенную форму модели и вычисляют численные значения параметров методом наименьших квадратов;

- вычисляют эндогенные переменные правой части структурного уравнения на основе двушагового метода наименьших квадратов, и вычисляют расчетные значения по соответствующим уравнениям приведенной формы модели;

- методом наименьших квадратов вычисляют параметры структурного уравнения на основе исходных данных фактические значения

предопределенных переменных и значения эндогенных переменных, стоящих в правой части данного структурного уравнения.

Пример.

1. Структурная модель:

$$\begin{cases} y_1 = b_{13}y_3 + a_{11}x_1 + a_{13}x_3, \\ y_2 = b_{21}y_1 + b_{23}y_3 + a_{22}x_2, \\ y_3 = b_{32}y_2 + a_{31}x_1 + a_{33}x_3. \end{cases} \quad (5)$$

В модели три эндогенные (y_1, y_2, y_3) и три экзогенные (x_1, x_2, x_3) переменные.

Первое уравнение.

Эндогенные переменные – 2 (y_1, y_3), отсутствующие экзогенные – 1 (x_2).

Справедливо необходимое равенство: 2=1+1, следовательно, уравнение точно идентифицируемо.

В первом уравнении нет: y_2 и x_2. Определим матрицу из коэффициентов при них в других уравнения системы $Det\, A = -1 \cdot 0 - b_{32} \cdot a_{22} \neq 0.$

Определитель матрицы не равен 0, ранг матрицы равен 2, поэтому, выполняется достаточное условие идентификации, и первое уравнение точно идентифицируемо.

Второе уравнение.

Эндогенные переменные – 3 (y_1, y_2, y_3), отсутствующие экзогенные – 2 (x_1, x_3).

Выполняется необходимое равенство: 3=2+1, поэтому, уравнение точно идентифицируемо.

Во втором уравнении нет x_1 и x_3. Определим матрицу из коэффициентов при них в других уравнения системы $Det\, A = a_{11} \cdot a_{33} - a_{31} \cdot a_{13} \neq 0.$

Определитель матрицы не равен 0, ранг матрицы равен 2, следовательно, выполняется достаточное условие идентификации, и второе уравнение точно идентифицируемо.

Третье уравнение.

Эндогенные переменные – 2 (y_2, y_3), отсутствующие экзогенные – 1 (x_2).

Выполняется необходимое равенство: 2=1+1, следовательно, уравнение точно идентифицируемо.

В третьем уравнении нет: y_1 и x_2. Определим матрицу из коэффициентов при них в других уравнения системы $Det\, A = -1 \cdot a_{22} - b_{21} \cdot 0 \neq 0.$

Определитель матрицы не равен 0, ранг равен 2, следовательно, выполняется достаточное условие идентификации, и третье уравнение точно идентифицируемо.

Поэтому, исследуемая система идентифицируема и может быть решена косвенным методом наименьших квадратов.

Список литературы

1. Айвазян, С.А. Классификация многомерных наблюдений. М.: Статистика, 1974. 273 с.

2. Доугерти, К. Введение в эконометрику. М.: ИНФРА-М, 1997. 344 с.

3. Магнус, Я.Р., Катышев П.К., Персецкий А.А. Эконометрика. Начальный курс. М.: Дело, 1997. 263 с.

УДК 656.13.08:65.012

УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ ДОРОГ И УДС ГОРОДОВ

MANAGEMENT OF FLOWS AT THE CROSSROADS AND URBAN DVC

Лихачев Д.В, ст. преподаватель,
Писарева С.В., к.ф.-м.н., **Денисов Г.А.,** к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»
г. Воронеж, Россия
dga.vrn@mail.ru

DOI: 10.12737/16030

Аннотация: Рассматривается вариант адаптивного регулирования движением на пересечения УДС городов с учетом изменяющейся интенсивности движения по направлениям во времени суток.

Summary: We consider the option of adaptive traffic control at the intersection of MAC cities, taking into account the changing traffic in the directions of the time of day.

Ключевые слова: транспортный поток, пересечение, регулирование движением.

Keywords: traffic, intersection, traffic control.

Разработка новых видов имитационных моделей движения, алгоритмов, программ и устройств для их реализации затруднены без обследования объектов улично-дорожной сети (УДС), учета движения, перемещения пассажиропотоков и грузов.

Движение транспорта через многие пересечения г. Воронежа затруднено и со временем ситуация будет меняться не в лучшую сторону. Много проблем для воронежцев создает пересечение Ленинского проспекта с ул. Брусилова, на котором конфликтные ситуации между транспортными средствами (ТС) могут превратиться вскоре в дорожный коллапс. Частичное решение данной проблемы с минимальными затратами финансовых средств возможно только путем применения интеллектуальной системы распределения транспортных потоков, для внедрения которой необходимо проведение учета движения и задержек ТС на пересечении.

В этой связи в июне 2015 года мы провели обследование пересечения. Поток N_1 характеризует левоповоротное движение от Чернавской дамбы на Ленинский проспект. Поток N_2 характеризует встречное прямое движение по ул. Брусилова в направлении дамбы. Сбор данных проводили с 8^{00} до 20^{00}.

Режим работы светофорного объекта для потока N_1 следующий. В течение 42 с горит зеленый сигнал по ул. Брусилова, при котором разрешено движение прямо и возможно со стороны Чернавской дамбы просачивание ТС налево. Затем в течение 9 с горит зеленый мигающий сигнал, при котором автомобили могут ехать налево беспрепятственно (режим отсечки), для ТС встречного направления по ул. Брусилова (в сторону дамбы) движение при отсечке запрещено. Полный цикл работы светофорной сигнализации на пересечении составляет 115 с.

Задачами обследования было определение интенсивности движения потоков N_1 и N_2, при которых:

- возможно движение ТС налево путем просачивания без формирования перед пересечением очереди;

- просачивание затруднено и начинает формироваться очередь, которая в часы «пик» может достигать длины до 1000 м и заканчиваться на дамбе перед Чернявским мостом;

- целесообразно использовать регулирование движения методом отсечки встречного прямонаправленного потока;

- возможно наиболее эффективное регулирование движения на пересечении во времени суток.

Рассмотрим процесс просачивания. Оно возможно в том случае, если время t_1, необходимое автомобилю $ТС_1$ для преодоления расстояния S_1 (от переднего бампера $ТС_1$, расположенного на осевой линии Ленинского просп. до заднего бампера $ТС_1$, расположенного после поворота на линии пересечения по краю ул. Брусилова), будет больше времени t_2, которое представляет временной интервал между автомобилями потока N_2.

Случайная величина, характеризующая время просачивания t_1, является непрерывной. Вид распределения вероятностей данной непрерывной случайной величины соответствует нормальному, параметры распределения равны: математическое ожидание a=2,04974; среднее квадратическое отклонение σ=0,54237.

По статистическим данным обследования вычислили среднее время $\bar{t}_1$, необходимое для выполнения левого поворота, оно составляет 2,04974 с.

Интенсивность потока N_2 по результатам обследования в часы «пик» составляет 1059 авт./ч, пересекающих Ленинский просп.. За один час на пересечении осуществляется 31,3 светофорных цикла. В среднем за один цикл перекресток пересекает 33,8 автомобилей потока N_2. Зеленый сигнал за цикл горит для них 39 секунд, т.е. средний временной интервал $\bar{t}_2$ между автомобилями потока N_2 при пересечении Ленинского просп. составляет 1,15 с.

Исходя из версии нормальности распределения, вычислили вероятность того, что автомобиль потока N_1 сможет пересечь расстояние S_1 за время меньшее 1,15 секунд. Эта вероятность составляет 0,0485675 или 4,86 %. Фактически в этот промежуток времени «просачивание» за цикл совершит 4,9% автомобилей.

Определим, при каких условиях вероятность просачивания будет хотя бы равной 0,5. Время прохождения автомобилем потока N_1 расстояния S_1 можно условно разделить на две составляющих

$$t_1=t_д+t_з,$$

где $t_д$ – время движения автомобиля,

$t_з$ – время запаздывания реакции водителя автомобиля.

В нашем случае $t_д=\bar{t}$=2,04974. Время $t_з$ – зависит от индивидуальных качеств водителя и динамики автомобиля. В нашем конкретном случае среднее $t_з$=0,821875, т.е. оптимальное время проезда t_1= 2,871615 с.

Из условия, что $t_1 > t_2$ получаем интенсивность потока N_2 равную 422, 34 авт./ч. При данной интенсивности движения N_2 просачивание ТС потока N_1 возможно в 50% предполагаемых случаев.

Зная число автомобилей N_1, совершивших левый поворот в течение часа найдем среднее число ТС, выполнивших поворот за один цикл - 11,69. Т.е., если в течении цикла к светофору подъезжает более 12 автомобилей и интенсивность потока N_2 такова, что просачивание невозможно (что соответствует 424 авт./ч), на пересечении начинает формироваться очередь.

Избежать очереди без увеличения времени задержек ТС с других направлений можно путем выделения левого поворота в отдельной фазе светофорного регулирования соответственно с пересчетом времени цикла.

По результатам обследования интенсивности движения на пересечении и проведенных расчетов мы предлагаем выделить в течение суток интервалы времени, в которые возможно движение с левым поворотом:

- период просачивания (до достижения интенсивности движения потока N_2 равной 424 авт./ч;

- период отсечки (при N_2 равной 424 авт./ч и прибытии к пересечению с направления N_1 не более 12 ТС за цикл);

- период выделенного левого поворота в светофорном цикле (при N_2 равной 424 авт./ч и прибытии к пересечению с направления N_1 более 12 ТС за цикл)[1].

Для технического решения этого варианта регулирования необходима конструкция адаптивного светофора с возможностью выделения левого поворота в процессе изменения интенсивности движения по времени суток, в качестве которого мы предлагаем конструктивное решение по патенту [2] для адаптивного регулирования движения транспортных потоков на пересечении [3].

Список литературы

1. Traffic Management at Junction Points of Street and Road Network of Cities [Текст] / G. A. Denisov, D. V. Likhachev, Y. V. Strukov, V. V. Razgonyaeva // Global Science and Ennovation : Materials of the 1 International Scientific Conference, December 17th-18th, 2013. - Chicago, USA, 2013. - Vol. 2. - P. 424-426. - статья на рус. языке. - Библиогр.: с. 426

2. Пат. 2491648 Российская федерация, МПК[7] G 08 G 1/095. Светофор. Денисов Г.А., Белокуров В.П., Лихачев Д.В., Щепилов В.А. заявитель и

патентообладатель Воронеж. гос. лесотехнич. академия. № 2012106089/11. заявл. 20.02.2012. опубл. 27.08.2013. Бюл. № 24. 7 с.

3. Денисов Г.А., Белокуров В.П., Лихачев Д.В. Повышение эффективности управления движением в транспортных узлах путем применения адаптивных исполнительных элементов // Автотранспортное предприятие. 2012. №6. С. 16-18.

УДК 338.436

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ИНТЕГРАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

MODELING SYNERGISTIC EFFECTS OF INTEGRATION COOPERATION AIC ENTERPRISES

Мартынов С.В., аспирант
Шаталов М.А., к.э.н., доцент
АНОО ВО «Воронежский экономико-правовой институт»,
г. Воронеж, Россия
amista2007@rambler.ru
DOI: 10.12737/16031

Аннотация: В данной статье рассматриваются проблемы развития интеграционного развития предприятий АПК. Обосновывается необходимость совершенствования методики экономико-математического моделирования синергетических эффектов взаимодействия предприятий АПК.

Summary: This article deals with the problems of integration of agricultural enterprises. The necessity of improving the methods of economic-mathematical modeling synergies between agricultural enterprises.

Ключевые слова: интеграция, интегрированные структуры, АПК, синергетический эффект, математическое моделирование.

Keywords: integration, integrated structures, agriculture, synergies, mathematical modeling.

Одной из характерных особенностей осуществления экономической реформы является возрождение экономической интеграции, характеризующейся объединением предприятий в определенных

организационно-экономических формах. В то же время интеграционные связи развиваются медленно, болезненно и противоречиво. Во многом это следствие отставания в разработке методологии самой концепции интеграции, что существенным образом сдерживает внедрение ее принципов в различные сферы производственной деятельности.

Следовательно, для становления адаптированных к рынку интегрированных формирований важное значение приобретают вопросы моделирования синергетических эффектов взаимодействия и управления предприятиями АПК различных форм собственности на основе их кооперации и интеграции.

В этой связи на основе обобщения отдельных положений и разработок многих ученых-экономистов нами были выделены основные критерии (признаки, на основании которых производится оценка) и соответствующие им показатели эффективности интеграционного развития в рамках интегрированных структур, позволяющие провести комплексную оценку социально-экономической эффективности предприятий-участников интеграции.

Анализ эффективности функционирования интегрированных формирований предлагаем производить по динамике показателей, отражающих эти критерии (табл. 1).

Обобщая данные таблицы, можно сделать вывод, что действия всех участников интегрированной структуры должны быть строго направлены на достижение конечной эффективности, главным образом, за счет таких факторов как: более полная загрузка производственных мощностей, эффективный сбыт, кредитно-финансовая и ценовая политика, внедрение инноваций, совершенствование стимулирования труда и т.д.

Очевидно, что для решения вопроса о возможности получения перечисленных эффектов в рамках интеграционного образования необходим адекватный инструментарий. В качестве такового целесообразно использовать экономико-математическую модель, составленную из стандартизованных функциональных элементов, связанных соответствующей структурой. Построим такую модель и проанализируем условия эффективности проектируемого многоотраслевого интеграционного образования в форме агропромышленного объединения.

Таблица 1 – Система критериев эффективности интеграционного развития в рамках интегрированных структур

Эффекты	Критерии	Показатели эффективности
Стратегические эффекты	1. Снижение трансакционных издержек по закупке и реализации продукции	Удельный вес затрат на закупку и реализацию в
		Загруженность производственных мощностей, %
		Процент продукции, реализованной в рамках
	2. Маркетинговые эффекты	Рентабельность продаж, %
		Увеличение объема продаж, %
		Рост доли рынка
	3. Инвестиционно-инновационные эффекты	Прибыль на одну акцию или долю, руб.
		Прибыль на 100 руб. вложенных средств, руб.
		Повышение инновационной наполняемости процессов воспроизводства
Тактические эффекты	1. Снижение расходов	Экономия постоянных затрат
		Снижение размера транспортно-
		Налоговая экономия
	2. Увеличение доходов	На 1 работника, руб.
		На 100 руб. основных фондов, руб.
Локальные эффекты	1. Производственные эффекты	Рентабельность производства, %
		Материало и фондоотдача
		Производительность труда
		Фондовооруженность
	2. Финансовые эффекты.	Рост стоимости активов, %
		Улучшение финансового состояния предприятия

Критерием оценки любого интегрированного формирования является синергетический эффект, величину которого можно определить по формуле [1-5]:

$$Эс = \sum \alpha_i Э_i \rightarrow max, \quad (1)$$

где Эс - совокупный эффект интегрированной структуры;

$Э_i$ - эффект участника интегрированного объединения;

α_i - весовой коэффициент;

n - количество участников интеграционного взаимодействия.

Следовательно, эффект каждого участника интеграционного объединения можно рассчитать как [1-5]:

$$Эi = \Delta Фо + \Delta Мо + \Delta Пт + \Delta Су + \Delta Рп, \quad (2)$$

где Эi- эффект i- го участника интегрированного объединения; ΔФо - прирост фондоотдачи; ΔМо – прирост материалоотдачи; ΔПт - прирост производительности труда; ΔСу - повышение эффективности системы

управления предприятием; ΔРп - прирост рентабельности производства или снижение убыточности производства.

Значение каждого показателя равно такому же числу баллов. В результате, чем больше баллов, тем эффективные сработало каждое из предприятий - участников интегрированной цепочки и интегрированное формирование в целом (табл. 2).

Таблица 2 – Расчет синергетического эффекта интеграционного взаимодействия

годы	показатели	Предприятия АПК Воронежской области		
		П1	П2	П3
Ретроспективные данные				
2014	Эффективность системы управления	-1,01	1,82	1,26
	Материалоотдача	1,32	7,29	4,12
	Фондоотдача	5,38	447,21	248,23
	Производительность труда	11,46	349,03	211,36
	Рентабельность	-24,49	27,43	21,87
Прогноз с учетом интеграционного взаимодействия				
2015	Эффективность системы управления	0,92	2,89	2,88
	Материалоотдача	2,29	2,89	5,57
	Фондоотдача	16,22	552,08	289,13
	Производительность труда	41,09	412,33	266,02
	Рентабельность	11,12	32,34	30,44

На основании представленных в табл. 2 расчетов можно сделать вывод, что эффективность участников интегрированной структуры будет значительно выше, чем до объединения. Таким образом, функционирование интегрированного формирования даст синергетический эффект, то есть объединив усилия производителей сырья и перерабатывающих предприятий появляются предпосылки для значительного повышения эффективности и конкурентоспособности как отдельных предприятий-участников, так и группы в целом.

На основании изложенного материала можно сделать вывод, что создание интегрированного формирования ведет к объединению основных средств, финансового капитала, консолидации потенциальных возможностей предприятий-участников, что приведет к снижению издержек производства и финансового риска. Крупное объединение получит возможность привлечь

кредитные ресурсы в необходимых объемах и направить на тот участок, который даст наибольшую отдачу в дальнейшем.

Список литературы

1. Дятлова А.Ф. Теоретические основы экономической интеграции корпоративных агропромышленных формирований Экономические науки. 2011. 1 (74). С. 328-334.

2. Кулагин И.В., Кулагина Н.А. Экономическая сущность интеграции и оценка эффективности интегрированных структур // Совершенствование механизма хозяйствования в современных условиях международная научно-практическая Интернет-конференция. Белгород: Изд-во БГТУ, 2006. Ч. 1. С 183-186.

3. Мычка С.Ю. Кластер как приоритетная форма интеграции науки, бизнеса и образования // Территория науки. 2014. № 3. С. 9-12.

4. Шаталов М.А., Мартынов С.В., Мычка С.Ю. Критерии оценки эффективности интеграции в рамках интегрированных агропромышленных структур // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2015. № 14. С. 169-172.

5. Шаталов М.А., Ахмедов А.Э., Смольянинова И.В. Методический подход к оценке эффективности интеграционного развития предприятий АПК// Агропродовольственная экономика. 2015. № 3. С. 38-49.

УДК 656.1

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ МАРШРУТНЫХ ТАКСИ ПО ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ ЗАКАЗАМ

POSSIBLE USE OF SIMULATION TO OPTIMIZE THE OPERATION OF FIXED-ROUTE TAXIS ON RESERVATION

Нургалиев Е.Р., к.т.н., доцент
Каспийский институт морского и речного транспорта – филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»,
г. Астрахань, Россия
Iver7@yandex.ru

DOI: 10.12737/16032

Аннотация: В статье рассмотрена возможность использования программных средств имитационного моделирования при разработке моделей и алгоритмов управления и принятия управленческих решений, возникающих при функционировании маршрутных таксомоторных перевозок. Обобщены задачи, решение которых необходимо для эффективного использования системы предварительных заказов.

Summary: The article describes the use of simulation software to develop models and algorithms for control and management decisions arising from the operation of the shuttle taxi services. Summarizes the tasks necessary for the efficient use of pre-orders.

Ключевые слова: пассажирские перевозки, имитационное моделирование, маршрутные такси, предварительные заказы.

Keywords: passenger transportation, simulation, taxis, pre-orders.

Одним из способов решения транспортной проблемы крупных городов является оптимизация системы управления работой городского транспорта, в том числе, городских автобусных перевозок за счет оперативной организации рациональных маршрутов.

В России городские пассажирские перевозки, осуществляемые маршрутными такси, развивались до настоящего времени в основном по экстенсивному направлению, что предусматривало увеличение числа маршрутов и подвижного состава на них [1]. Иной путь возможен при внедрении системы перевозок пассажиров маршрутными такси по

предварительным заказам. В отличие от обычной системы городского общественного транспорта, получающего в качестве субсидий дополнительные средства из муниципального бюджета и, таким образом, удорожающего стоимость пассажиро-километра, разработка гибкой, эффективно действующей системы перевозок пассажиров маршрутными такси по предварительным заказам, позволит удовлетворить большую часть запросов жителей, при должном уровне сервиса, вариативности маршрутов и минимальном времени ожидания подачи транспортного средства, не загоняя пассажиров в узкие рамки ограниченного набора маршрутов.

Подобные системы перевозок пассажиров по предварительным заказам давно функционируют за рубежом, исповедуя принцип доставки пассажиров «от двери до двери» [8] (например, системы типа «Dial-a-Ride»). В России сегодня имеется опыт подобных систем, однако он ограничен узким профилем перевозок маломобильных категорий населения, инвалидов – аналогично услуге Access-a-Ride в Нью-Йорке и другим paratransit-сервисам.

В то же время база необходимой для организации пассажирских перевозок по предварительным заказам инфраструктуры уже имеется. Речь идет о деятельности различных диспетчерских служб легковых такси. Эффективно действующий Call-центр, способный обрабатывать большой массив заказов, и существующее программное обеспечение можно переориентировать на обработку заявок для маршрутных такси. Помимо заказов по телефону, уже сегодня можно организовать подачу предварительных заявок через Интернет, в режиме on-line.

Все вышеперечисленные решения можно использовать при организации системы управления маршрутных такси по предварительным заказам. Для реализации поставленной цели необходима разработка моделей и алгоритмов управления и принятия управленческих решений. Это можно реализовать программными средствами, при помощи методов и средств математического и имитационного моделирования [2].

Объектная схема процессов представляет собой маршрут пассажирского транспорта или систему маршрутов и остановочных комплексов, а ресурсы модели - транспортные системы, базирующиеся на автобусах малой и особо малой вместимости, и пассажиропотоки, приходящие на остановки для посадки в автобусы.

Для разработки имитационной модели, описывающей транспортную сеть на микроуровне, предлагается использовать пакет AnyLogic. AnyLogic

использует язык моделирования UML (Unified Modeling Language) и может быть адаптирован к изучаемой прикладной области (изучение и оптимизация транспортных потоков).

Библиотека элементов имитационной модели транспортной сети содержит следующие элементы: парк (генератор / приемник) маршрутных транспортных средств, участок дороги, остановочные комплексы. Этих элементов достаточно для построения простейшего обособленного маршрута транспортной сети.

Каждый из данных элементов обладает варьируемыми характеристиками, определяющими наиболее критичные свойства объектов.

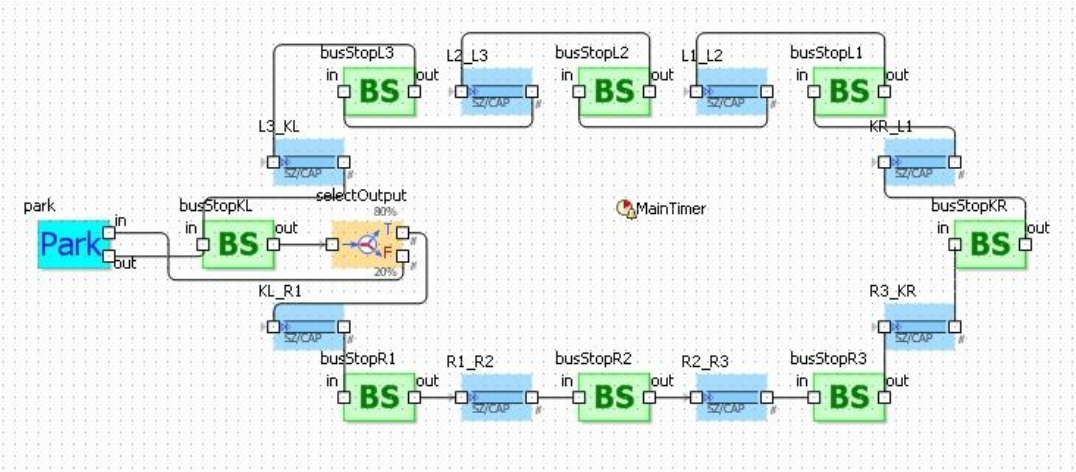


Рис. 1 - Структура фрагмента имитационной модели

Задачей моделирования данного маршрута является определение параметров выходного процесса для управления пассажирскими перевозками.

Данная имитационная модель позволит сформировать топологию всей транспортной сети муниципального образования [2].

Разработанный программный продукт обеспечивает следующие стадии разработки и принятия управленческих решений:

1. Этап формирования проблемы и целей.

2. Этап сбора, обработки и анализа информации.

3. Этап выбора критериев оценки качества последствий принятия управленческих решений.

4. Этап выбора и сравнения вариантов.

Только решение поставленных задач позволит реализовать поставленную цель по разработке системы управления маршрутных такси по предварительным заказам.

Список литературы

1. Волков В.С. Особенности организации и управления работой маршрутных такси по заявкам // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2009. Т. 5. № 10. С. 69-71.

2. Нургалиев Е.Р. Имитационное моделирование пассажиропотоков при помощи программного продукта ANYLOGIC с целью повышения качества пассажироперевозок // Наука: поиск-2009: сб. науч. ст. / Астрахан. гос. техн. ун-т Астрахань: Изд-во АГТУ, 2009. С. 223-227.

3. Турпищева М.С., Нургалиев Е.Р. Методика оценки качества системы пассажирских автоперевозок // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2014. № 1 (57). С. 42-46.

4. Турпищева М.С., Нургалиев Е.Р. Моделирование системы логистических операций методами теории массового обслуживания / Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). Ежемесячный научный журнал. №9(17)/2014. Часть 2. – Москва, 2014. – С. 86-88.

5. Турпищева М.С., Нургалиев Е.Р. Математическое моделирование пассажиропотоков на автомобильном транспорте / Интерстроймех-2011 : материалы междунар. науч.-техн. конф. / М-во образования Респ. Беларусь, М-во образования и науки Рос. Федерации, Междунар. ассоциация автомоб. и дорожного образования, УМО вузов Рос. Федерации по образов. в обл. трансп. машин и трансп.-технол. комплексов, Белорус.-Рос. ун-т; редкол. : И. С. Сазонов (гл. ред.) [и др.]. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2011. – 396 с. : ил. – С. 311 – 315.

6. Турпищева М.С., Нургалиев Е.Р. Управление транспортной системой на основе моделирования взаимоувязанного движения автотранспортных и пассажирских потоков / Инновационные технологии в машиностроении: проблемы, задачи, решения: сборник научных трудов / гл. ред. А.Н. Емелюшин; отв. ред. А.А. Веселовский. – Орск: Изд-во Орского гуманитарно-технологического ин-та (филиала) ОГУ, 2012. – 210 с.

7. Нургалиев Е.Р. Математическое моделирование автотранспортных пассажирских перевозок / Монография / LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. – 2012. – 122 с.

8. Нургалиев Е.Р., Турпищева М.С. Логистические модели пассажирских транспортных комплексов / Сборник научных трудов №5 по направлению «Технология, организация и управление автомобильными перевозками. Теория и практика» Всероссийской 66-й научно-практической конференции на базе ФГБОУ ВПО СибАДИ. – Омск: СибАДИ, 2012.

УДК 517.74

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННЫХ КЛЕЕВЫХ СОСТАВОВ

MATHEMATICAL MODELS OF INFLUENCE OF BASIC TECHNOLOGICAL FACTORS ON THE STRENGTH PROPERTIES OF WOOD-BASED PANEL MANUFACTURED USING MODIFIED ADHESIVE COMPOSITIONS

Осетров А.В., аспирант
ФГБОУ ВО «Костромской государственный технологический университет»
г. Кострома, Россия
sallmon@mail.ru

DOI: 10.12737/16033

Аннотация: В статье представлены математические модели влияния доли модификатора, расхода связующего и температуры прессования на прочностные свойства древесно-стружечных плит, изготовленных с применением модифицированной фенолформальдегидной смолы.

Summary: The article presents a mathematical model of the effect of the proportion of modifier, the binder and the compaction temperature on strength properties of wood particleboards made with modified phenol-formaldehyde resin.

Ключевые слова: математическая модель, варьируемые факторы, древесно-стружечная плита, модификация, прочность.

Keywords: mathematical model, variable factors, wood particle Board, modification, strength.

Модификация традиционно используемых в производстве клееных древесных материалов синтетических смол и клеев более стойкими и реакционно-способными добавками позволяет совершенствовать технологические свойства клеевых составов и придавать древесным плитам на их основе особые свойства – повышенную прочность, водостойкость и др. [1-3]. При модификации фенолформальдегидных смол олигомерами фуранового ряда имеется возможность придавать клеевым соединениям повышенную

адгезионную прочность, стойкость к действию влаги, воды и агрессивных сред, повысить ресурс эксплуатационной прочности [4,5].

Анализ собственных экспериментальных исследований показал, что введение в фенолформальдегидную смолу добавки на основе фурфурол-ацетонового мономера ФА в количестве до 10 масс. ч. значимо повышает физико-механические показатели. Увеличение расхода связующего положительно сказывается на прочности, хотя приводит к повышению доли свободного формальдегида в готовом материале, при больших расходах также повышается образование парогазовой смеси внутри прессуемого материала. Свойства древесно-стружечных плит, произведенных с применением фурановых смол или смол, модифицированных фурановыми существенно зависят от температуры прессования. Для полного отверждения фурановых смол требуются высокие температуры прессования (180°С и выше), при использовании фурановых смол в качестве модифицирующей добавки температура прессования может быть ниже, но достаточной для полного отверждения основного связующего и модификатора. Указанные факторы приняты в качестве варьируемых при реализации и математической обработки В-плана второго порядка [6].

Для производства экспериментальных образцов древесно-стружечных плит применяли специальную резаную стружку лиственных пород древесины с отбором фракции 10/2 и клеи на основе фенолформальдегидной смолы марки СФЖ-3014 с добавкой модификатора на основе фурфуролацетонового мономера ФА в смеси с отвердителем – n-толуолсульфокислотой. Изготовление образцов проводили при следующих постоянных факторах: толщина плит 16 мм; удельное давление прессования 2 МПа; время выдержки под давлением – 8 мин (0,5 мин на 1 мм толщины плиты); время плавного снижения давления – 1 минута. Уровни варьирования факторов представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Переменные факторы и уровни их варьирования

Наименование факторов	Обозначение		Интервал варьирования	Уровень варьирования		
	Натуральное	Кодированное		Нижний (-1)	Основной (0)	Верхний (+1)
Доля модификатора в клеевом составе, масс.ч	$Д_м$	X_1	5	0	5	10
Расход связующего, %	$Р_{св}$	X_2	2	8	10	12
Температура прессования, ˚С	Т	X_3	10	160	170	180

В качестве выходных величин приняты показатели, характеризующие прочностные характеристики древесно-стружечных плит и регламентированные ГОСТ 10632-2014.

В результате математической обработки получены следующие уравнения регрессии в кодированном обозначении факторов (без учета незначимых коэффициентов):

а) выходная величина – предел прочности при изгибе:

$Y_1 = 21{,}321 – 0{,}42\ X_1 + 3{,}38\ X_2 + 2{,}21\ X_3 – 4{,}966\ X_1^2 – 2{,}866\ X_2^2 + 0{,}883\ X_3^2 + 0{,}738\ X_1X_3 + 0{,}46\ X_2X_3$;

б) выходная величина – предел прочности при выдергивании шурупов из кромки:

$Y_2 = 61{,}38 + 2{,}29\ X_1 + 3{,}91\ X_2 + 7{,}91\ X_3 – 1{,}418\ X_1^2 – 8{,}518\ X_2^2 – 2{,}518\ X_3^2 – 2{,}6\ X_1X_2$;

в) выходная величина – предел прочности при отрыве перпендикулярно к пласти:

$Y_3 = 0{,}584 + 0{,}041\ X_1 + 0{,}08X_2 + 0{,}054\ X_3$.

Установлено, что данные модели являются адекватными, две первые модели являются эффективными, третья – не эффективная.

На основе полученных уравнений регрессии можно определить степень влияния рассмотренных факторов на изменение выходных величин. В общем случае для i- го фактора критерием степени влияния является максимальное по модулю значение величины

$$\partial_i = \frac{\partial y}{\partial x_i} = b_i + 2b_{ii}x_i + \sum b_i\,, \qquad (1)$$

которое равно

$$\left|\partial_{i\max}\right| = \left|b_i\right| + 2\left|b_{ii}x_i\right| + \sum\left|b_{ij}\right|. \qquad (2)$$

Полученные уравнения регрессии являются уравнениями второго порядка (уравнениями параболы), для которых справедливы следующие зависимости [6]. Если $b_{ii} > 0$, то уравнение описывает вогнутую функцию (ветви параболы направлены вверх), а если $b_{ii} < 0$, то выпуклую. Абсцисса вершины параболы равна величине $- b_i / 2b_{ii}$. Если имеет место соотношение $\left|b_i\right| > 2\left|b_{ii}\right|$, то вершина находится вне диапазона варьирования фактора, то есть уравнение описывает монолитную функцию, если при этом $b_i < 0$, то эта функция монолитно возрастающая, а при $b_i > 0$ – монотонно убывающая. При наличии соотношения

$|b_i| < 2|b_{ii}|$ функция имеет экстремум внутри диапазона варьирования фактора – максимум при $b_{ii} < 0$ или минимум при $b_{ii} > 0$.

Для первой выходной величины (предела прочности при изгибе): $\partial_1 max$ = 10,35; $\partial_2 max$ = 9,11; $\partial_3 max$ = 3,97, то есть первым по значимости является первый фактор (доля модификатора), чуть менее, практически такое же значение имеет второй фактор (расход связующего), третий фактор (температура прессования) менее значим. Для второй выходной величины (предела прочности при выдергивании шурупов из кромки): $\partial_1 max$ = 5,12; $\partial_2 max$ = 20,9; $\partial_3 max$ = 12,95, то есть первым по значимости является второй фактор (расход связующего), меньшее влияние имеет третий фактор (температура прессования), первый фактор (доля модификатора) менее значим. Для третьей выходной величины (предела прочности при отрыве) наибольшее влияние оказывает расход связующего, вторым по значимости является температура прессования, доля модификатора оказывает меньшее влияние.

Список литературы

1. Угрюмов, С.А. Модифицирование карбамидоформальдегидной смолы для производства костроплит / С.А. Угрюмов, В.Е. Цветков // Деревообрабатывающая промышленность, 2008. –№ 3. – С. 16-18.
2. Угрюмов, С.А. Совершенствование технологии производства композиционных материалов на основе древесных наполнителей и костры льна : дисс. … докт. техн. наук: 05.21.05 / С.А. Угрюмов. – М.: МГУЛ, 2009. – 341 с.
3. Угрюмов, С.А. Организационно-техническое обеспечение производства композиционных материалов на основе древесных наполнителей и костры льна: монография / С. А. Угрюмов. – Кострома: КГТУ, 2008. –147 с.
4. Угрюмов, С.А. Оценка работы адгезии модифицированного фенолформальдегидного олигомера / С.А. Угрюмов, В.Е. Цветков // Вестник МГУЛ – Лесной вестник: научно-информационный журнал. – М.: МГУЛ, 2009, №4. – с. 127-129.
5. Угрюмов, С.А. Исследование процессов отверждения модифицированной феноло-формальдегидной смолы / С. А. Угрюмов, А.В Осетров // Клеи. Герметики. Технологии. – М.: Наука и технологии, 2015. – № 5. – с. 32-34.
6. Пижурин, А.А. Основы научных исследований в деревообработке: учебник для вузов / А.А. Пижурин. – М.: МГУЛ, 2005. – 305 с.

УДК 510; 51-72

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

UNIVERSAL METHODS OF SIMULATION OF FOREST MACHINES AND TECHNOLOGIES

Посметьев В.В., к.ф.-м.н.
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»
г. Воронеж, Россия
victorvpo@mail.ru

DOI: 10.12737/16034

Аннотация: изложены наиболее универсальные принципы моделирования, позволившие разработать десятки высокоадекватных имитационных моделей лесных машин, механизмов, и технологий, и выполнить высокорезультативное теоретическое исследование.

Summary: the most universal principles of simulation are stated which allowed to develop tens high-adequate imitating models of forest machines, mechanisms, and technologies, and to execute high-productive theoretical study.

Ключевые слова: моделирование, лесной комплекс, метод динамики частиц, теоретическое исследование.

Keywords: simulation, forest complex, particle dynamics method, theoretical study.

При разработке новой техники и технологий большую помощь оказывает математическое моделирование [1]. Модели машин, оборудования, технологических процессов позволяют доэкспериментально оценить их работоспособность и эффективность, определить влияние разнообразных параметров, найти оптимальные параметры.

Существуют универсальные методы и технологии моделирования, позволяющие для заданного объекта лесного комплекса быстро и с малыми затратами сил разработать максимально полезную математическую модель. Современная математическая модель должна быть имитационного уровня, чтобы на экране компьютера можно было увидеть эволюцию моделируемого объекта и визуально разобраться в особенностях его функционирования. Модель должна всесторонне описывать объект или процесс, должна иметь

высокую детализацию, высокое пространственное и временное разрешение. Профессиональная математическая модель должна предоставлять широкие возможности ее исследования, а также возможность моделирования не только заданного объекта, но и разнообразных его вариантов и похожих объектов.

В данной статье обобщен 19-летний опыт разработки десятков имитационных моделей лесных машин, оборудования и технологий, накопленный сотрудниками ФГБОУ ВО «ВГЛТУ им. Морозова».

Наиболее универсальный подход заключается в рассмотрении моделируемой системы, как комбинации «обрабатываемая среда» + «обрабатывающий инструмент». Многие модели для лесного комплекса могут быть представлены подобным образом:

- удаление кустарника (среда) ножами (инструмент);
- измельчение порослевин (среда) рубительным диском (инструмент);
- удаление пня (среда) корчевателем (инструмент);
- раскалывание бревна (среда) колуном (инструмент);
- обработка поверхности древесины (среда) фрезой (инструмент), и т.д.

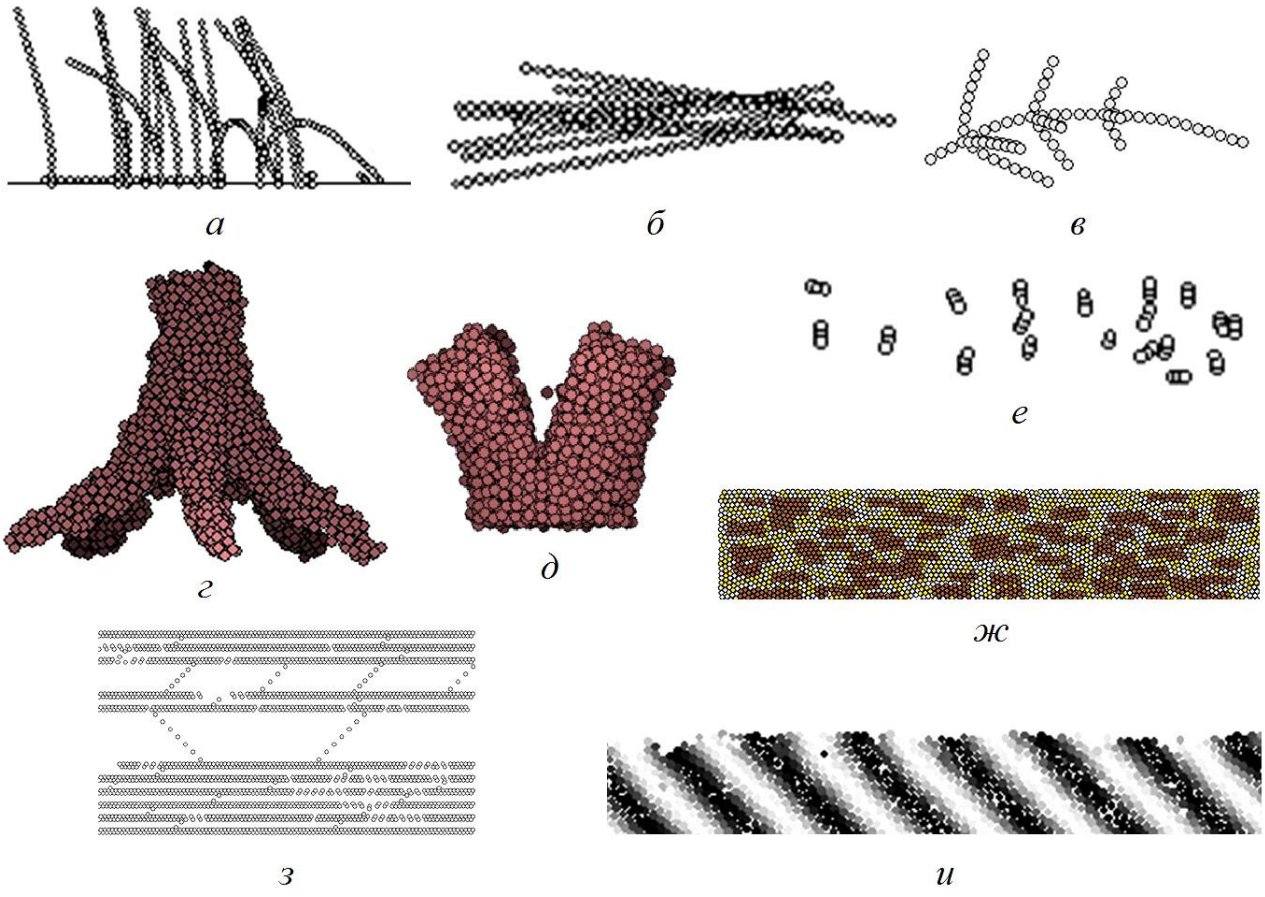
В рамках такого подхода необходимо иметь универсальный метод представления «обрабатываемых сред», и универсальный метод представления «инструментов обработки».

Для моделирования «обрабатываемых сред» высокую эффективность показал метод динамики частиц (МДЧ) [2, 3], в рамках которого обрабатываемый объект представляется совокупностью большого количества элементов шарообразной формы (рисунок 1). В элементы закладываются основные свойства обрабатываемого объекта: плотность, модуль упругости, коэффициенты внутреннего трения, предел прочности на разрыв и т.п. В рамках модели элементы взаимодействуют между собой упруго-вязкими силами и движутся в пространстве по законам классической механики. Огромное преимущество МДЧ по сравнению с многочисленными конечноэлементными методами и методами сплошной среды – это воспроизведение фрагментации, потому что в техническом моделировании, в большинстве случаев, фрагментация является ключевым процессом. Для воспроизведения фрагментации в МДЧ элементы, изначально связанные друг с другом, могут отрываться друг от друга «обрабатывающим инструментом». Метод МДЧ позволяет задать форму и структуру объекта (форма пня, структура древесины и т.п.) на этапе начального размещения элементов.

Для того, чтобы в МДЧ представить «инструмент обработки», задаются

его рабочие поверхности (взаимодействующие с объектом обработки) в виде совокупности элементарных треугольников. При контакте элементов среды с элементарными треугольными поверхностями рассчитываются силы, действующие на элементы и приводящие к изменению траектории движения элементов, а также силы на сами поверхности, по которым можно рассчитать мощность, потребляемую инструментом.

Часто подход «среда + инструмент» не воспроизводит всех особенностей моделируемой системы. Поэтому часто основную модель необходимо дополнять моделями других значимых подсистем: механической, гидравлической, электрической, магнитной и т.п. [4].



а – кустарник; *б* – пакет порубочных остатков; *в* – ветвистая поросль; *г* – пень; *д* – бревно при расколе на полена; *е* – желуди при высеве; *ж* – композит на основе опилок; *з* – микроструктура древесины; *и* – годичные кольца на поверхности древесины

Рис.1 – Представление различных лесных объектов в рамках метода динамики частиц

Имитационное моделирование основано на использовании современных компьютеров. На основе системы дифференциальных и алгебраических уравнений, а также алгоритмических элементов, лежащих в основе модели, необходимо составить компьютерную программу, которая позволит проводить компьютерные эксперименты с моделью и всесторонне ее исследовать. Обычно для высокоадекватных, но в то же время быстроразрабатываемых моделей, текст программы содержит порядка 2000 строк.

Математическая модель не является самоцелью и представляет собой только первый этап работы. Второй этап заключается в масштабном теоретическом исследовании модели. Высокоадекватные модели позволяют варьировать десятки и сотни параметров объекта: конструктивные параметры обрабатывающего инструмента, технологические параметры процесса, параметры обрабатываемой среды, внешние параметры. На этапе исследования высокоадекватной модели можно построить десятки комплектов графиков разнообразных зависимостей и установить влияние входных параметров на выходные показатели эффективности. Для конструктивных и технологических параметров можно определить оптимальные значения, позволяющие добиться максимальной производительности, качества и экономичности, и как можно меньшего влияния параметров обрабатываемого объекта и внешней среды. На этапе исследования моделей может быть получено множество графических материалов быстрого прогноза и оптимизации (картограммы и номограммы) для последующего использования конструкторами и операторами.

Таким образом, основными принципами профессионального моделирования в лесном комплексе являются использование метода динамики частиц и конечно-элементного представления инструмента обработки, включение в модель дополнительных подсистем, ориентация на компьютерный эксперимент и масштабное теоретическое исследование.

Список литературы

1. Советов, Б. Я. Моделирование систем [Текст] : учебное пособие / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – М. : Высш. шк., 1998. – 319 с.

2. Hoover, W. G. Atomistic Nonequilibrium Computer Simulations [Текст] / W. G. Hoover // Physica A. – 1983. – Vol. 118. – P. 111–122.

3. Кривцов, А. М. Деформирование и разрушение тел с микроструктурой [Текст] / А. М. Кривцов. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 304 с.

4. Расчет и проектирование строительных и дорожных машин на ЭВМ [Текст] / Под ред. Е.Ю. Малиновского. – М. : Машиностроение, 1980. – 216 с.

УДК 539.3

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕОДНОРОДНО ПОЛЯРИЗОВАННЫХ ПЬЕЗОУСТРОЙСТВ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА ACELAN И ПРИКЛАДНОЙ ТЕОРИИ

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE NONHOMOGENIOULSY POLARIZED PIEZODEVICES SIMULATION RESULTS OBTAINED WITH ACELAN AND APPLIED THEORY

Соловьев А.Н., д.ф-м.н., профессор
Донской государственный технический университет,
Ростов-на-Дону, Россия.
solovievarc@gmail.com
Оганесян П.А., ассистент, **Скалиух А.С.,** к.ф-м.н., доцент
Южный федеральный университет,
Ростов-на-Дону, Россия.
wolwerine@yandex.ru
DOI: 10.12737/16035

Аннотация: В работе рассматриваются результаты моделирования неоднородно поляризованного пьезопреобразователя. Приводится сравнение результатов, полученных в конечно-элементных комплексах ANSYS и ACELAN и результатов моделирования при помощи разработанной для данной задачи прикладной теории.

Summary: The article deals with modeling results for non-homogeneously polarized piezo transducer. Comparison of finite element results from ANSYS and ACELAN packages and applied theory results is observed.

Ключевые слова: неоднородная поляризация, метод конечных элементов пластины.

Keywords: non-homogeneous polarization, finite element method, plates.

В работе приводится сравнение результатов численного моделирования неоднородно поляризованных пьезоэлементов. Исследования проводились при помощи конечно-элементных пакетов (ACELAN и ANSYS) и предложенной прикладной теории на основе гипотез о напряженно деформированном состоянии пьезопластин [1]. В комплексе ACELAN используется следующая постановка задачи для упругих и электроупругих тел [2]

$$\rho_{pk}\ddot{\mathbf{u}} + \alpha_{dj}\rho_j\dot{\mathbf{u}} - \nabla\cdot\boldsymbol{\sigma} = \mathbf{f}_j \qquad \nabla\cdot\mathbf{D} = 0, \tag{1}$$

$$\boldsymbol{\sigma} = \mathbf{c}_j^E \cdot\cdot(\boldsymbol{\varepsilon} + \beta_{dj}\dot{\boldsymbol{\varepsilon}}) - \mathbf{e}_j^T \cdot \mathbf{E}, \qquad \mathbf{D} + \varsigma_d\dot{\mathbf{D}} = \mathbf{e}_j \cdot\cdot (\boldsymbol{\varepsilon} + \varsigma_d\dot{\boldsymbol{\varepsilon}}) + \boldsymbol{\varepsilon}_j^S \cdot \mathbf{E} \tag{2}$$

$$\boldsymbol{\varepsilon} = (\nabla\mathbf{u} + \nabla\mathbf{u}^T)/2, \qquad \mathbf{E} = -\nabla\varphi \tag{3}$$

где $\boldsymbol{\sigma}$ – тензор напряжений, ρ_j – плотность тела, $\boldsymbol{\varepsilon}$ – тензор деформаций, $\mathbf{u}$ – вектор перемещений, $\mathbf{D}$ – вектор электрической индукции, $\mathbf{E}$ – вектор напряженности электрического поля, $\mathbf{f}_j$ – вектор массовых сил, φ – электрический потенциал, α_{dj}, β_{dj}, ς_d – коэффициенты демпфирования, $\mathbf{c}_j^E$, $\mathbf{e}_j^T$, $\boldsymbol{\varepsilon}_j^S$ – тензоры упругих констант, пьезомодулей и диэлектрических проницаемостей, индекс j отвечает номеру тела в модели. Для моделирования неоднородных свойств материалов тензоры $\mathbf{c}_j^E$, $\mathbf{e}_j^T$, $\boldsymbol{\varepsilon}_j^S$ и плотность тел будем считать функциями координат в теле:

$$\rho_k = \rho_{pk}(x) \quad \mathbf{c}_j^E = \mathbf{c}_j^E(x) \quad \boldsymbol{\varepsilon}_j^S = \boldsymbol{\varepsilon}_j^S(x) \quad \mathbf{e}_j^T = \mathbf{e}_j^T(x) \tag{4}$$

Для учета степени поляризации предлагается использовать следующую зависимость механических, электрических свойств материалов:

$$\text{для тензоров } \mathbf{c}_j^E \text{ и } \boldsymbol{\varepsilon}_j^S \text{ - } g = g^i + |P|(g^a - g^i), \text{ для тензора } \mathbf{e}_j^T \text{ - } g = |P|g^a \tag{5}$$

где через g обозначены компоненты соответствующих тензоров, при этом индексом i обозначены компоненты тензоров для изотропного состояния, а индексом α – для анизотропного. Модели поляризации пьезоэлектриков, реализованные в ACELAN представлены в [3]. На основе описанных в [4] моделей были проведены расчеты прироста эффективности преобразователя. В таблице 1 приводятся значения коэффициента электромеханической связи (КЭМС) для однородной и неоднородной поляризации, полученные в разных пакетах.

Таб. 1. Сравнение результатов ANSYS и ACELAN

	Пакет	Резонанс, КГц	Антирезонанс, КГц	КЭМС
Однородная поляризация	ACELAN	2,43	2,67	41,39%
	ANSYS	2,43	2,69	42,80%
Неоднородная поляризация	ACELAN	2,19	2,64	55,83%
	ANSYS	2,21	2,72	57,90%

Рассматривается биморфный пьезоэлемент с неоднородной поляризацией, каждый активный слой поляризуется с помощью двух шагов (рис.1 слева и справа). Нижние технологические электроды удаляются перед вторым шагом (рис.1 справа).

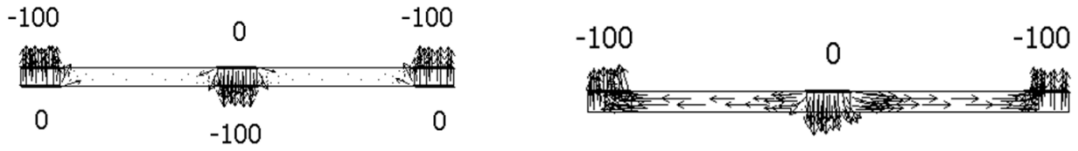


Рис 1. Шаги поляризации, проведенные в ACELAN.

В предложенной теории рассматриваются отдельные элементы такой конструкции, состоящие из чередующихся участков с продольной и поперечной поляризацией. Рассмотрим модель преобразователя с кусочно постоянной поляризацией, состоящего из двух частей: поперечно поляризованного участка и активного биморфа со встречной продольной поляризацией (рис.2).



Рис 2. Схема преобразователя

Рассмотрим установившиеся колебания при цилиндрическом изгибе однослойного поперечно поляризованного пьезопреобразователя толщины h и длины L (рис. 2 - левая часть). Средняя линия преобразователя совпадает с осью абсцисс. Проведя ряд упрощений и преобразований в соотношениях (1-3), получим системы (9) и (10) для первого и второго участка преобразователя соответственно.

$$\begin{cases} -\frac{1}{12}(-c_{11}+\frac{c_{13}^2}{c_{33}})h^3\frac{\partial^4 U_z(x)}{\partial x^4}-\frac{1}{12}(\frac{8c_{13}e_{33}}{h^2c_{33}}-\frac{8e_{31}}{h^2})h^3\frac{\partial^2\Phi(x)}{\partial x^2}-p(x)-W^2\rho h\frac{\partial U_z(x)}{\partial x}=0 \\ (-e_{31}+\frac{e_{33}c_{13}}{c_{33}})(\frac{\partial^2 U_z(x)}{\partial x^2})+K\Phi(x)-KV_0-\frac{2}{3}g_{11}\frac{\partial^2\Phi(x)}{\partial x^2}=0, \qquad K=\frac{8e_{33}^2}{h^2c_{33}}+\frac{8g_{33}}{h^2} \end{cases} \quad (6)$$

$$\begin{cases} -\frac{1}{8}(-\frac{2e_{31}c_{13}}{c_{11}}+2e_{33})h^2\frac{\partial^3\Phi(z)}{\partial z^3}-\frac{1}{24}(\frac{2c_{13}^2}{c_{11}}-2c_{33})h^3\frac{\partial^4 U_x(z)}{\partial z^4}-p(z)-W^2\rho h U_x(z)=0 \\ (-\frac{e_{31}}{c_{11}}-g_{33})\frac{\partial^2\Phi(z)}{\partial z^2}+\frac{1}{4}(\frac{e_{31}c_{13}}{c_{11}}-e_{33})h\frac{\partial^3 U_x(z)}{\partial z^3}=0 \end{cases} \quad (7)$$

Общие решения уравнений (9) и (10) имеют следующий вид

$$
\begin{aligned}
U^1(x) &= C_1 e^{\lambda_1 x} + C_2 e^{\lambda_2 x} + C_3 e^{\lambda_3 x} + C_4 e^{\lambda_4 x} + C_5 \cos(\lambda_5 x) + C_6 \sin(\lambda_6 x) + U_* \\
\Phi^1(x) &= T_1 C_1 e^{\lambda_1 x} + T_2 C_2 e^{\lambda_2 x} + T_3 C_3 e^{\lambda_3 x} + T_4 C_4 e^{\lambda_4 x} + T_5 C_5 \cos(\lambda_5 x) + T_6 C_6 \cos(\lambda_6 x) \\
U^2(z) &= C_7 e^{\alpha_1 z} + C_8 e^{\alpha_2 z} + C_9 \cos(\alpha_5 z) + C_{10} \sin(\alpha_6 z) + U_* \\
\Phi^2(z) &= T_7 C_7 e^{\alpha_1 z} + T_8 C_8 e^{\alpha_2 z} + T_9 C_9 \cos(\alpha_5 z) + T_{10} C_{10} \sin(\alpha_6 z) + C_{11} z + C_{12}
\end{aligned}
\qquad (8)
$$

где наборы значений λ_i, α_i - корни соответствующих характеристических многочленов, T_i находятся из решения однородной системы, $U_* = -\dfrac{p(x)}{\omega^2 \rho h}$, верхний индекс указывает на принадлежность правой части (1) и левой части (2) преобразователя.

Рассмотрим условия, при которых на левом и правом концах преобразователя задано шарнирное опирание. Записывая граничные условия и условия стыковки в локальных координатах, получим следующий набор из двенадцати соотношений:

$$
\begin{array}{llll}
U^1(0) = 0 & U^2(L) = 0 & U^1(L) = U^2(0) & Q^1(L) = Q^2(0) \\
M^1(0) = 0 & M^2(L) = 0 & M^1(L) = M^2(0) & 2\Phi^1(L)/3 = \Phi^2(0) \\
D^1(0) = 0 & \Phi^2(L) = 0 & \Theta^1(L) = \Theta^2(0) & D^1(L) = D^2(0)
\end{array}
\qquad (9)
$$

Граничные условия (9) позволяют, используя уравнения (8), записать систему линейных алгебраических уравнений и вычислить коэффициенты C_1-C_{12}, что и является решением исходной задачи.

В численных экспериментах были решены задачи на вынужденные колебания на различных частотах с различными граничными условиями. Рассматривались колебания под действием внешней нагрузки при наличии или отсутствии потенциала на электродах.

В таблице 2 и на рис. 3 приводятся сравнительные результаты решения различными способами для V_0=100 В, $p(x)$=1000 Н/м^2, $\omega = 100$ Гц.

Табл. 2. Результаты расчетов

	МКЭ	Прикладная теория
Максимум смещений, м	$2.76 \cdot 10^{-5}$	$2.73 \cdot 10^{-5}$
Максимум потенциала Φ, В	317	310

На рис. 3 представлено распределение смещений (слева) и потенциала (справа) в виде тепловой карты (МКЭ ACELAN) и графика (прикладная теория)

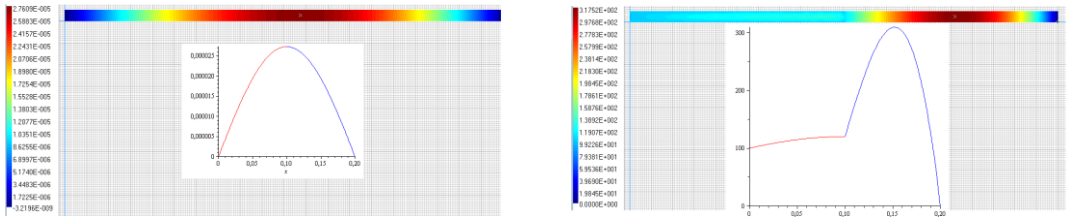


Рис.3. Распределение смещений (слева) и потенциала (справа) в виде тепловой карты (МКЭ) и графика (прикладная теория)

В численных экспериментах было продемонстрировано совпадение результатов МКЭ и прикладной теории с точностью в пределах 3-4%.

Список литературы

1. Ватульян А.О., Гетман И.П., Лапицкая Н.Б. Об изгибе пьезокерамической биморфной пластины, Прикладная механика, 1991, Т. 27, №10, p. 101-105
2. Белоконь А.В., Наседкин А.В., Соловьев А.Н. Новые схемы конечно-элементного динамического анализа пьезоэлектрических устройств [Текст] // Прикладная математика и механика, 2002. – №.3. – С.491-501.
3. Белоконь А.В., Скалиух А.С. Математическое моделирование необратимых процессов поляризации. М: Физматлит. 2010. 328 с.
4. Soloviev, P. A. Oganesyan, A. S. Skaliukh. Modeling of Piezoelectric Elements with Inhomogeneous Polarization by Using ACELAN, Advanced Materials - Studies and Applications, Chapter 12. Nova Publishers, Editors: Ivan A. Parinov, Shun-Hsyung Chang and Somnuk Theerakulpisut,2015, pp.169-192

УДК 674.81:630*37

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОЧНОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДРЕВЕСНОГО КОМПОЗИТА ОТ ПРОЦЕНТНОГО СООТНОШЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ

DEPENDENCE OF STRENGTH PARAMETERS OF WOOD COMPOSITES THE PERCENTAGE RATIOS OF THE COMPONENTS

Стородубцева Т.Н., д. т. н., доцент
Аксомитный А.А., аспирант
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»
г. Воронеж, Россия
tamara-tns@yandex.ru, axomitny@yandex.ru
DOI: 10.12737/16036

Аннотация: В статье рассматривается методика моделирования древесного полимер-песчаного композита. Для решения системы дифференциальных и алгебраических уравнений разработана компьютерная программа "Программа для моделирования структуры и механических свойств древесного полимер-песчаного композита", предназначена для моделирования механического поведения древесного композита заданного состава. В данной статье представлены результаты научных исследований по проекту, победителю в Конкурсе премий Молодежного правительства Воронежской области по поддержке молодежных программ и проектов.

Summary: The article discusses the technique of modeling wood polymer-composite sand. To solve the system of differential and algebraic equations developed computer program "Software for modeling the structure and mechanical properties of wood-polymer composite sand" is intended to simulate the mechanical behavior of composite wood specified composition.

Ключевые слова: прочностные параметры, композит, древесина, математическое моделирование.

Keywords: strength parameters, composite, wood, mathematical modeling.

В настоящее время практически ни одна научная разработка не обходится без применения современных методов математического моделирования. Это позволяет снизить себестоимость исследования и ускорить получение желаемого результата. Для разработки нового древесного композита с заданными свойствами экспериментальным путем необходимо изготовить

огромное количество образцов, что является долгим и дорогостоящим процессом. В данной статье описана методика моделирования древесного полимер-песчаного композита.

Для решения системы дифференциальных и алгебраических уравнений разработана компьютерная программа "Программа для моделирования структуры и механических свойств древесного полимер-песчаного композита" в среде Borland Delphi 7.0 на языке программирования Object Pascal. Программа предназначена для моделирования механического поведения древесного полимер-песчаного композита заданного состава. В окнах главной интерфейсной формы и в тексте программы могут быть заданы концентрации компонентов, их механические свойства, геометрия модельного образца и технология его формирования [1].

На данный момент программа реализует испытание образца древесного композита на изгиб, непрерывно выводит на экран компьютера изображение образца и изгибающих пуансонов, а также диаграмму напряжение-деформация. На основе математической модели структуры и механического поведения древесного полимер-песчаного композита изучено влияние состава на прочностные характеристики. Установлено, что вплоть до концентрации древесины 80 % (при одновременной концентрации 13 % полимера и 7 % песка) материал сохраняет высокую прочность и пластичность. При низкой концентрации древесины (40 %) должна быть высокой концентрация полимера (40 %) чтобы обеспечивать связность материала.

Проблема рационального и полного использования отходов лесопиления и деревообработки в качестве вторичного технологического сырья давно приобрела важнейшее значение, и сохраняет свою актуальность до сих пор. Огромное число мелких и средних лесоперерабатывающих производств, которые создаются и ликвидируются на российской территории в течение последних двадцати лет, окружены неиспользуемыми древесными отходами, объемы которых постоянно увеличиваются. Эти отходы загромождают территорию и увеличивают опасность пожара. Существует несколько способов утилизации древесных отходов. Одним из возможных путей решения данной проблемы является создание новых древесных композитов.

Структура и механические свойства композиционных материалов чрезвычайно сложны для моделирования из-за необходимости учитывать в модели несколько компонентов и все виды механической связи между ними, форму и взаимное расположение частиц компонентов в материале,

распределенную в пространстве внешнюю нагрузку [1]. Нами поставлена задача разработать математическую модель структуры и механических свойств древесного полимер-песчаного композита (ДППК), позволяющую теоретически изучить зависимость прочностных и демпфирующих свойств от параметров исходных компонентов, технологии получения и внешних воздействий. При построении модели используются принципы дискретизация объекта, высокого пространственного разрешения. Кроме того, используются в полной мере вычислительные возможности современных компьютеров [1].

Ввиду ограничения на объем статьи изложим только основные положения модели. Моделирование структуры и механического поведения ДППК производится методом динамики частиц, который в последние десятилетия все чаще применяется в различных отраслях науки и техники [1]. Для того, чтобы модель обладала высоким пространственным разрешением, моделируемый образец ДППК разбивается на множество (1000–20000) элементов. Моделирование производится в двумерном пространстве XZ, при этом элементы имеют одинаковую круговую форму с одинаковым диаметром $d_Э$. Элементы по своим физическим свойствам делятся на три типа (древесина, полимер, песок). В процессе механических испытаний образца элементы имеют возможность двигаться по законам классической механики, что приводит к изменению формы и механического состояния всего образца. В частности, в модели можно воспроизвести различные виды разрушения материала, механические колебания и волны.

Состояние некоторого i-го элемента-круга задается четырьмя переменными: декартовыми координатами его центра (x_i, z_i) и двумя составляющими скорости (v_{xi}, v_{zi}). Механическое взаимодействие элементов между собой принято вязкоупругим, что позволяет заложить в модель основные механические свойства компонентов материала – модуль упругости, коэффициент внутреннего трения, силу адгезии. В модели учитывается, что между соседними элементами могут возникать силы отталкивания (при внедрении элементов друг в друга) или притяжения (при отдалении сцепленных элементов друг от друга).

Уравнения движения элементов составляются на основе второго закона Ньютона. В начальный момент времени элементы случайным образом распределяются в области прямоугольной формы. Для того, чтобы первоначально нестабильная механическая система пришла в механическое равновесие, в течение 1 секунды модельного времени производится

интегрирование уравнений механического движения элементов. В результате этого элементы формируют плотную упаковку. После этого производится разбиение модельного композита на компоненты в соответствии с заданными концентрациями компонентов. В первую очередь выделяется множество области пространства, представляющие собой древесину. В зависимости от заданного размера и формы древесных фрагментов (опилки, стружки) они представляются определенной комбинацией элементов, в частности, в форме прямоугольника. Затем, в соответствии с заданным составом, оставшиеся элементы разделяются случайным образом на "полимер" и "песок".

По общепринятой классификации моделей, предлагаемая модель является алгоритмической, но не аналитической. Это означает, что выходные характеристики модели рассчитываются по входным не путем аналитических преобразований (это в принципе не возможно из-за сложности моделируемого процесса), а с помощью пространственной и временной дискретизации, и соответствующего алгоритма расчета. В модели используется ряд коэффициентов, связанный с дискретизацией среды - разбиением на отдельные элементы шаровой формы.

В рамках данной работы изучено влияние состава ДППК на его прочностные параметры $\sigma_п$ и $\varepsilon_п$. Так как основной новизной ДППК является наличие песка в его составе, в первую очередь проведено исследование системы полимер-песок, в которой песок придает материалу прочность, дешевизну, но в то же время хрупкость и склонность к фрагментации, а полимер – связность и гибкость. При попытке составить образец из чистого песка – он закономерно рассыпается в модели на отдельные элементы – песчинки.

По максимуму графика $\sigma(\varepsilon)$ определяется предел прочности $\sigma_п$ образца в испытаниях на изгиб. Предельная деформация на изгиб $\varepsilon_п$ определяется по положению участка резкого спада зависимости $\sigma(\varepsilon)$.

Таким образом, на основе математической модели структуры древесного полимер-песчаного композита изучено влияние состава на прочностные свойства. Оптимальным составом древесного полимер-песчаного композита, при котором достигаются приемлемые предел прочности и предельная деформация, является состав, в котором древесины – 40-50 %, полимера - 33–35 % и песка - 17–25 %. С точки зрения потенциального применения ДППК желательно, чтобы характеристики $\sigma_п$ и $\varepsilon_п$ были как можно большими. Эти

условия можно использовать как критерии при поиске оптимальных составов материала.

Список литературы

1. Стородубцева, Т.Н. Особенности математического моделирования древесного полимер-песчаного композита / Т. Н. Стородубцева, А. А. Аксомитный // Лесотехнический журнал. – 2014. – Т. 4, № 4 (16). – С. 131-139.

УДК 621.74

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОСНАСТКИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТАЛЬНОЙ КОРПУСНОЙ ОТЛИВКИ «КОРПУС» МЕТОДОМ ЛВМ ПОСРЕДСТВОМ CAD-СИСТЕМ SOLID-LVMFLOW-SOLIDCAM

TECHNOLOGICAL DESIGN AND MANUFACTURE OF TOOLING STEEL CABINET HOUSING BY CASTING DML TO MEANS CAD-SYSTEMS SOLID-LVMFLOW-SOLIDCAM

Сушко Т.И., к.т.н., доцент, **Пашнева Т.В.,** к.ф.-м.н., доцент,
Руковицына А.А., студентка
ГОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»
г. Воронеж, Россия
Tat120675@yandex.ru

DOI: 10.12737/16037

Аннотация: Данная работа посвящена проектированию оснастки и технологии изготовления стальной отливки «корпус» методом литья по выплавляемым моделям. Проектирование оснастки осуществлялось на программном пакете SolidCam , а выбор оптимальной технологии изготовления СКМ LVMFlow.

Summary: This work is dedicated to the design of tooling and manufagturing cast steel “body” method of investment casting. Design of rigging was carried out on the software package Solidcam, and the choice of optimal technology of SCM LVMFlow.

Ключевые слова: отливка “корпус”, трехмерные модели отливки, бездефектная структура, пресс-форма.

Keywords: отливка “корпус”, трехмерные модели отливки, бездефектная структура, пресс- форма.

Процесс сквозного проектирования технологии и оснастки для нашей отливки состоит из этапов: разработка математических моделей детали, модельной оснастки и отливки с ЛПС в системе SolidWorks; конвертирование математической модели отливки с ЛПС из формата системы SolidWorks в формат STL; конвертирование математической модели отливки с ЛПС из формата программы-разбивщика систему проектирования литейных процессов СКМ LVMFlow; анализ литья в системе проектирования литейных процессов «СКМ LVMFlow»; разработка технологии изготовления модельной оснастки (разбиение на конструктивные элементы); разработка математических моделей конструктивных элементов модельной оснастки; конвертирование математических моделей конструктивных элементов модельной оснастки из формата системы SolidWorks в формат системы Solidsam; разработка управляющей программы для станка с ЧПУ для обработки элементов модельной оснастки; изготовление элементов модельной оснастки;

Для достижения данной цели поставлены следующие задачи:

1) создать трехмерные модели отливки и отливки с ЛПС, 3-d модели пресс-формы и стержневого ящика для карбамидного стержня;

2) оценить действующую на производстве технологию изготовления стальной корпусной отливки методом ЛВМ на предмет получения бездефектной структуры посредством СКМ LVMFlow;

3) посредством моделирования выявить влияние основных технологических факторов на качество отливки;

4) по результатам анализа предложить технологические рекомендации по совершенствованию технологии изготовления отливки.

5) Повысить качество и долговечность пресс-форм, т.к. качество унифицированных элементов пресс-форм, изготовленных на специализирующихся в этой области фирмах, намного выше, чем у тех же самых элементов, изготовленных самостоятельно за счет соблюдения полной технологии их изготовления, с применением деформируемых алюминиевых сплавов Д16, современного оборудования, высокоточного инструмента .

Объект исследования - отливка «корпус», изготавливаемая в филиале ФГУП и ГКНПЦ имени Хруничева Воронежский механический завод (ВМЗ) методом ЛВМ, материал изготовления - коррозионностойкая сталь

аустенитного класса 10Х18Н11БЛ ГОСТ 977-88, масса 16,6 кг, габаритные размеры отливки составляют 150 × 170 × 240 мм. Чертеж отливки, приведен на рисунке 1.

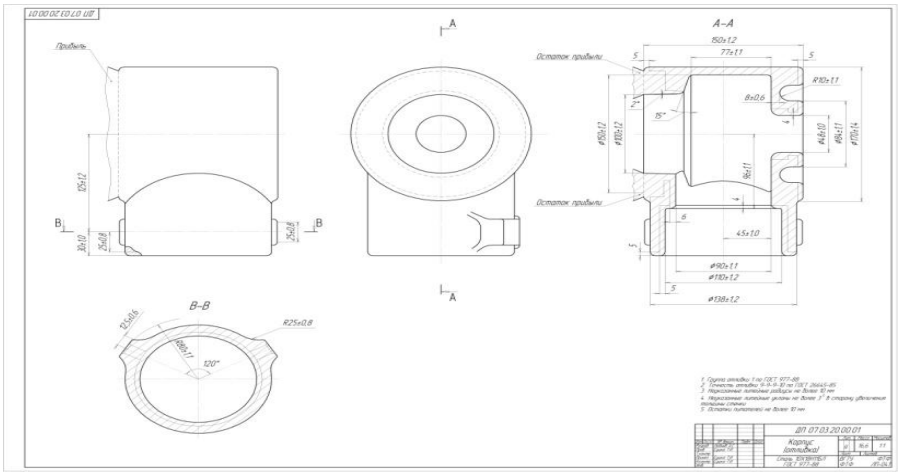


Рис. 1 - Чертеж отливки «Корпус»

Данная отливка предназначена для использования в оборудовании пищевой промышленности. Она входит в состав куттеров (мясорубок в мясоперерабатывающем производстве), работает в агрессивных кислотно-щелочных средах при умеренных температурах и давлениях. К выбранной отливке предъявляются требования по герметичности и коррозионной стойкости. На рисунке 2 показаны базовый и предложенные варианты 3-d модели отливки с ЛПС.

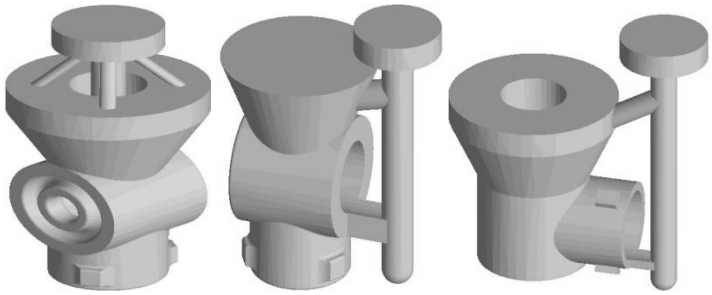


Рис.2 – 3-d модели отливки с ЛПС.

Посредством СКМ ЛП LVMFlow проведено компьютерное моделирование процессов затвердевания по основным технологическим факторам, по результатам установили:

1) вариант ЛПС для отливки «корпус», применяемый в ФГУП «ВМЗ», не позволяет получить отливку бездефектной;

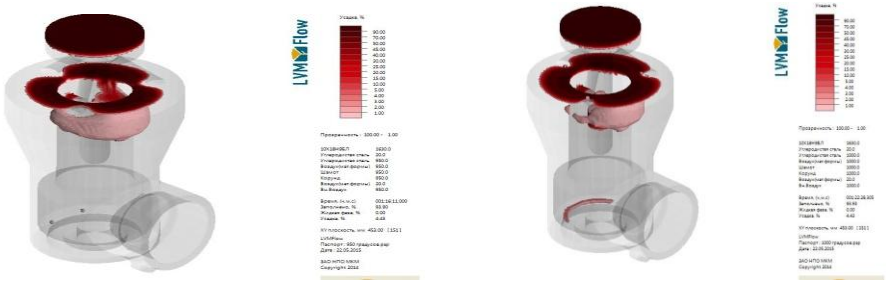
2) применение всех предложенных нами вариантов ЛПС также приводит к образованию в отливке усадочных дефектов и крупных областей микропористости.

Изменение способа подвода металла в форму не позволило уменьшить величину усадочных дефектов в отливке. Поэтому, рассмотрели влияние следующих факторов на качество отливки: свойств формы: (опорного наполнителя и количества слоев огнеупорной оболочки). При этом получили следующие результаты:

1) применение в форме шамотного наполнителя приводит к увеличению усадки по сравнению с вариантом, когда опорный наполнитель отсутствует в форме;

2) изменение количества слоев оболочки приводит к уменьшению дефекта отливки при числе слоев равным 11, температура формы 950С.

Проведено компьютерное моделирование процесса затвердевания при температурах формы 950 и 1000 ^{0}С (рисунок 3) при 11 слоях покрытия, построены температурно-временные зависимости. Для этого в тонких стенках вертикального фланца были установлены датчики в оболочке и отливке.



а) 950 ^{0} С б) 1000 ^{0}С

Рис.3 – Усадка при температуре формы 950 ^{0}С , 1000 ^{0}С.

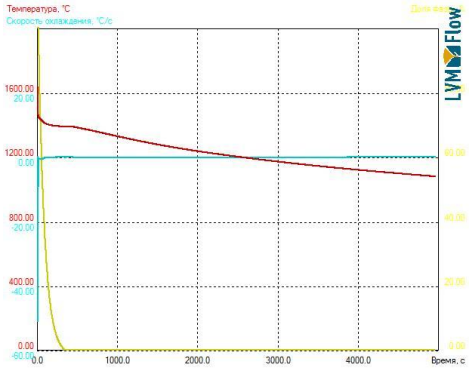


Рис. 4 – Зависимость количества жидкой фазы, скорости охлаждения и температуры от времени при температуре оболочки 950 ^{0}С (а) и 1000 ^{0}С (б)

На основании полученных результатов и сделанных выводов можно дать следующие технологические рекомендации. Для получения отливки «корпус»

бездефектной в процессе ее изготовления методом ЛВМ следует использовать следующие параметры:

1) для подвода металла использовать шестой тип ЛПС;
2) температура заливки 1630 ^{0}С;
3) количество слоев оболочки – одиннадцать;
4) первые два слоя выполняются из электрокорунда, а последующие одиннадцать из плавленого кварца;
5) температура прокалки формы – 950 ^{0}С;
6) формовка – без опорного наполнителя;
7) заливка происходит непосредственно после извлечения формы из прокалочной печи (без выдержки на воздухе и обдува сжатым воздухом).

УДК 621.74

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПОДХОДА ПРИ ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТАЛЬНОЙ ОТЛИВКИ «КРЫШКА»

INNOVATION METHODS OF APPROACH IN THE DESIGN AND MANUFACTURING PROCESS DEVELOPMENT OF THE TEGHNOLOGY OF THE CAST STEEL «LID»

Сушко Т.И., к.т.н., доцент, **Пашнева Т.В.,** к.ф.-м.н., доцент,
Холмовой А.В., студент
ГОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»
г. Воронеж, Россия
Tat120675@yandex.ru
DOI: 10.12737/16038

Аннотация: Проведены расчеты с использованием системы компьютерного моделирования LVMFlow широко представленной на российском рынке. Определялись зависимости образования дефектов от начальных условий: количества оболочек, температуры прокалки формы, температуры расплавленного металла.

Summary: Calculation are performed with the using of computer modeling LVM widely represented in the Russian market. We determine the relationship of

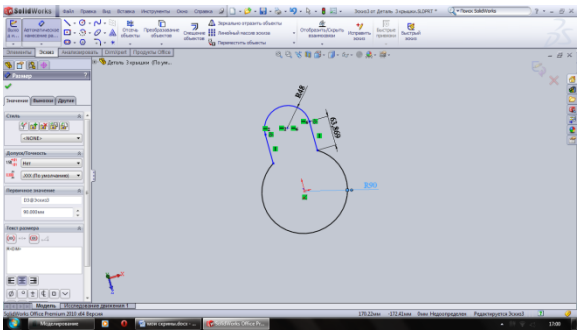
defects on the initial conditions: the number of shells, temperature backing mold, temperature of the molten metal.

Ключевые слова: инновации, литейное производство, отливка “Крышка”, оптимальная технология изготовления

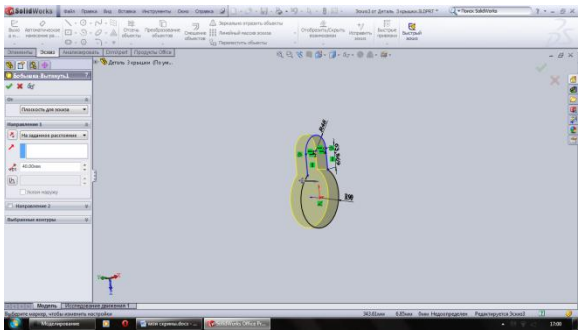
Keywords: innovation, foundry, casting “cover”, optimal manufacturing technology.

В качестве объекта для разработки выбрана отливка «Крышка» массой 3,4 кг. Она применяется в пищевой промышленности, входит в состав куттера. Условия работы детали «крышка» предполагают использование коррозионно-стойкой стали, так как деталь не испытывает статических и динамических нагрузок, не работает при повышенных температурах, а единственным требованием к материалу является его коррозионностойкость. В качестве коррозионностойких главным образом применяют высоколегированные хромистые и хромоникелевые стали мартенситного, ферритного и аустенитного классов. Представителем таких сталей является сталь марки 10Х18Н11БЛ Гост 977-88.

Построение 3D моделей начинаем с чертежа эскиза плоской части отливки. С помощью соответствующей команды вызываем модуль «эскиз» и вычерчиваем окружности необходимого диаметра соединенные между собой линиями (рисунок 1).



а

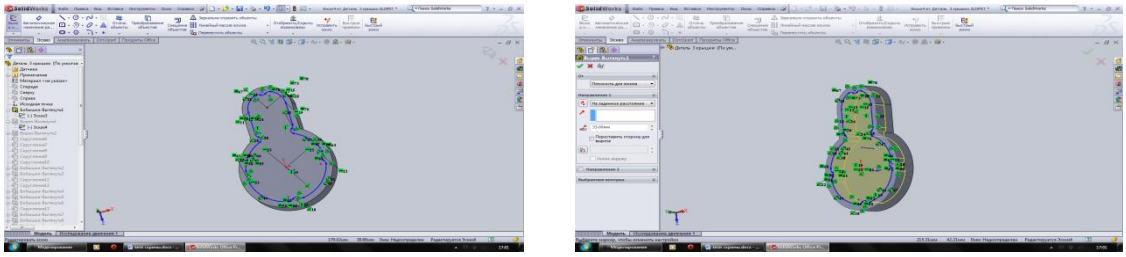


б

Рис. 1 – Построение эскиза нижней вертикальной части отливки

После того как начерчен эскиз приступаем к построению объемной модели эскиза, для этого вызываем функцию «элементы – вытянутая бобышка», посредством которой с внесением направления вытягивания и толщины элемента получаем объемную модель нижней вертикальной части отливки (рисунок 2).

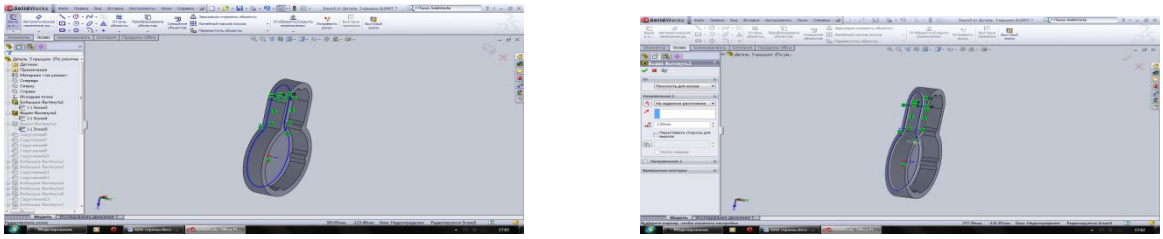
Таким образом, как видно на рисунке 2. мы получили объемную модель нижней вертикальной части отливки.



а б

Рис. 2 – Объемная модель нижней части отливки

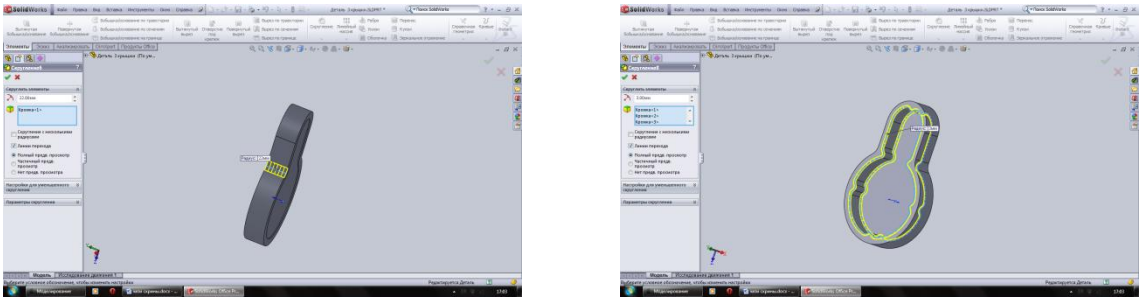
Теперь достраиваем верхнюю горизонтальную часть отливки. Для этого с помощью модуля «эскиз» вычерчиваем соответствующую конфигурацию со всеми необходимыми размерами, скруглениями и фасками (рисунок 2.2б). Далее, после того как начерчен эскиз, приступаем к построению объемной модели внутренней части отливки, вызываем функцию «элементы – вытянутый вырез», посредством которой с внесением направления и расстояния получаем объемную модель с внутренней полостью (рисунок 2.3а). Аналогично делается и с противоположной стороны, сначала чертится эскиз потом следует операция «вытянутый вырез» (рисунки 3а, 3б).



а б

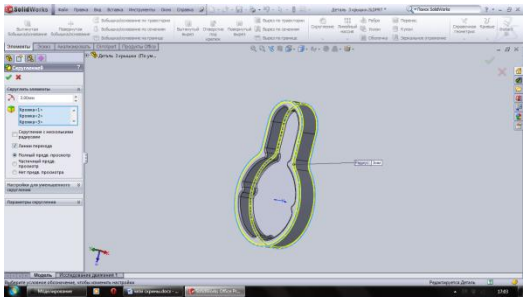
Рис. 3 – Эскиз по которому надо вырезать

Далее нам надо скруглить все углы по определенному радиусу, воспользуемся командой «скругление» рисунки 4а, 4б,5а, 5б.

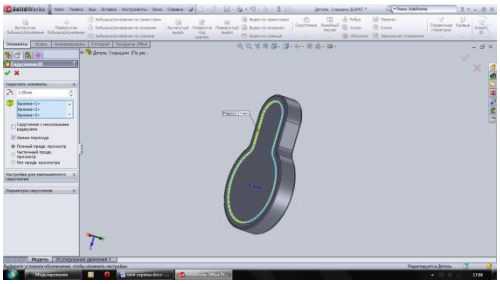


а б

Рис. 4 – Скругление



а



б

Рис. 5

Таким образом, получаем 3-d модель отливки «крышка» масса детали 3,4 кг (рисунок 6).

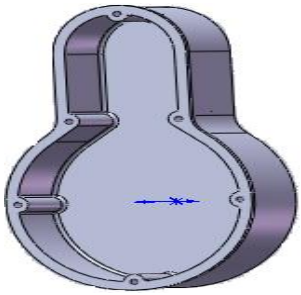


Рис. 6 – 3-D модель отливки «крышка»

Полученная модель, а также 3-d модель отливки с ЛПС необходима для расчетов в СКМ LVMFlow с целью выбора оптимального технологического процесса ее изготовления и создания базового комплекта документации. Проведены расчеты с использованием системы компьютерного моделирования LVMFlow широко представленной на российском рынке. Определялись зависимости образования дефектов от начальных условий: количества оболочек, температуры прокалки формы, температуры расплавленного металла. Изначально был проведен расчет отливки с базовым вариантом литниково-питающей системы и двумя отливками на стояке при исходных условиях, с минимальным количеством слоев огнеупорного покрытия. Усадка при данных расчетах выражается в процентах. Пористость выражается критерием Нияма, К×с/мм, этот показатель определяется не для всего объема отливки, а только для отдельного узла отливки, в котором наиболее часто наблюдается наибольшая вероятность образования пористости. Начинаем все с загрузки тела из CAD файла в формате STL, это происходит в модуле 3D Import (рисунок 7). Ориентация отливки в этот момент может быть не правильной. Исправляем ее так, чтобы ее положение на экране соответствовало положению, которое отливка будет иметь при заливке и затвердевании, т.е. так чтобы Z –

направление представляло направление гравитации. После выравнивания необходимо зафиксировать тело. Теперь нам необходимо конвертировать полученную модель в формат FLT, это формат который будет необходим для дальнейшей работы.

Начальные параметры базового варианта приведены ниже.

Начальные условия:

– способ заливки металла – без наполнителя;

– количество слоев – 9;

– температура металла перед заливкой – 1630 ºС;

– температура формы перед заливкой – 900 ºС;

– температура оболочки – 900 ºС;

– время заливки – 6 секунд.

Выявлены дефекты по микропористости (критерий Нияма составляет 0,32 К×с/мм (допустимое значение 0,85), в объеме одного узла отливки рисунок 7, при этом дефектов усадочного характера не наблюдается.

УДК: 519.85

УПРАВЛЕНИЕ СТРАТЕГИЕЙ ДИВЕРСИФИКАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

MANAGEMENT COMPANIES DIVERSIFICATION STRATEGY BASED ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING

Шаталов М.А., к.э.н., доцент

Мычка С.Ю., ст. преподаватель

АНОО ВО «Воронежский экономико-правовой институт»,

г. Воронеж, Россия

amista2007@rambler.ru

DOI: 10.12737/16039

Аннотация: В данной статье рассматриваются вопросы применения диверсификации на предприятиях, ее влияние на развитие и функционирование компании. В ходе исследования проанализированы положительные и отрицательные аспекты проведения диверсификации и выявлены факторы, при которых рекомендуется ее проводить.

Summary: This article discusses the use of diversification enterprises, its impact on the development and functioning of the company. The study analyzed the positive and negative aspects of diversification and identified factors for which it is recommended to carry out.

Ключевые слова: диверсификация, стратегия, выход на новые рынки, конкурентоспособность, финансовые риски, экономический механизм, стратегический менеджмент, математическое моделирование.

Keywords: diversification strategy into new markets, competitiveness, financial risk, economic mechanism, strategic management, math modeling.

Концентрирование и ориентация на один вид бизнеса подразумевает под собой управленческие, организационные, а также стратегические преимущества. Диверсификация не является стратегической целью до тех пор, пока предприятие получает прибыль за счет собственного роста в своем секторе рынка. Однако в современной рыночной экономике в условиях нестабильности внешней среды диверсификационные мероприятия выступают базисом достижения определенного уровня внутренней и внешней гибкости организации. При этом претерпевают изменения четыре составляющие: рынок, продукт, отрасль, а также положение предприятия в данной отрасли.

Под диверсификацией следует понимать распространение деятельности на новые сферы. Стратегию диверсификации целесообразно разрабатывать и внедрять при наличии следующих условий [2-3]:

- сокращение возможности развития и расширения бизнеса;
- открытие новых возможностей;
- возможность освоения других отраслей рынка;
- сокращение издержек производства;
- наличие ресурсов у предприятия для данных мероприятий.

Рассмотрим в общем виде идею схемы диверсификации на основе математического моделирования. Формально запишем задачу в следующем виде. Рассмотрим две производственные функции, которые в совокупности отражают технологии, организацию потребления ресурсов и выпуск продукции, в двух укладах производства одного активного агента: $f(x)$ и $g(y)$. Будем считать, что производственные функции монотонно возрастают и дифференцируемы. Можем интерпретировать первый уклад, как стареющий бизнес, а второй как развивающийся. Поставим вопрос: существует ли точка

диверсификации первого уклада x_0, которая лимитирует потребление ресурса в первом укладе, и часть общего ресурса y_0 передаётся во второй уклад. При этом выпуски продукции определятся, как $f(x_0)$ и $g(y_0)$. Определим суммарный выпуск продукции при общем объёме ресурса a.

$$F_a = f(x)+g(y),\ x+y=a \text{ или } F_a = f(x)+g(a-x),\ y=a-x.$$

Выпишем необходимые условия экстремума $F'_a = f'_x + g'_y \cdot y'(x) = f'_x - g'_y = 0$ и получим условия необходимые для нахождения искомых точек $f'_x(x_0) = g'_y(y_0)$, $x_0 + y_0 = a$.

Если $f'(0)>g'(a)$ и $g'(0)>f'(a)$, то эти условия заведомо выполняются для некоторой точки $0<x_0<a$, и в этом случае диверсификация рациональна. В противном случае одна из технологий заметно превосходит другую, и именно ее целесообразно использовать.

При принятии решения о проведении диверсификационных мероприятий на основе экономико-математического моделирования необходимо провести четкий и логический анализ возможностей предприятия, произвести прогнозы возможных последствий, разработать алгоритм действий, план и т.д. [1]. При разработке стратегии диверсификации необходимо опираться на три фактора [4]:

1. Привлекательность отрасли для предприятия;
2. Издержки при входе в отрасль;
3. Эффект синергизма.

Диверсификация помогает предприятию в решении приоритетных социально-экономических задач: гарантию для организации «удержаться на плаву» за счет извлечения гарантированной прибыли; приобретение экономической стабильности финансового постоянства; возможность завоевания преимущества на рынке, а также решение социальных проблем. Конечно, для достижения эффективности диверсификационных процедур, основанных на экономико-математическом моделировании, необходимо учитывать ряд факторов, помогающих более точно и четко структурировать направления диверсификации при разработке и реализации определенных мероприятий по данному направлению (рис. 1).



Рис.1. Факторы эффективности диверсификации на предприятии

Также положительными моментами диверсификации на предприятии на основе экономико-математического моделирования является также возможность интеграции усилий для достижения поставленных целей. Благоприятная результативность такой интеграции определяется влиянием синергетического эффекта. В данном случае интегрированное целое результативнее, чем сумма отдельных необъединенных частей. Так некоторые крупные компании увеличивают уровень рентабельности своих приобретенных предприятий путем модернизации в них системы менеджмента и финансового мониторинга, в том числе проводя реорганизационные мероприятия на этих предприятиях на профильные по видам деятельности. В данном случае благоприятный эффект дает совместное потребление ресурсов и опыта. Наивысшего уровня синергетический эффект достигается при наличии подразделений в родственных отраслях.

Положительный результат диверсификации последует только при опоре на сильные стороны организации. Анализ стабильности предприятия необходим, прежде всего, для минимизации рисков инвестиционных потерь. При отсутствии на предприятии хотя бы минимальных ресурсов, диверсификационные мероприятия лучше отложить до устранения такого рода недостатков [5].

После всех проведенных исследований и разработок для диверсификации необходимо провести контрольный анализ каждого из выбранных направлений диверсификации в рамках портфеля организации, т.е. комплекса всех товаров и услуг, предлагаемые предприятием.

Таким образом, управление стратегией диверсификации на основе экономико-математического моделирования необходимо проводить только при наличии четко спланированного комплекса мероприятий, включающих постановку целей, планирование, анализ, выявление возможных рисков, поиск выгодных объектов инвестирования, финансовый контроль и т.д.

Список литературы

1. Кабанов В.Н. Управление экономической эффективностью предприятия на линейной модели // Территория науки. 2015. № 3. С. 109-116.

2. Овсянников С.В., Давыдова Е.Ю. Система учётно-аналитического обеспечения управления бизнесом в условиях глобализации // Территория науки. 2015. № 1. С. 153-158.

3. Смольянинова И.В., Ахмедов А.Э. Система стратегического управления предприятием в условиях развития инновационной деятельности. Воронеж, 2013.

4. Шаталов М.А., Ахмедов А.Э., Смольянинова И.В. Обоснование стратегии диверсификации предпринимательских структур в условиях нестабильности внешней среды// Государственный советник. 2015. № 1. С. 9-13.

5. Шаталов М.А., Овсянников С.В., Шаталов С.А. Диверсификация как форма интеграции агропромышленного производства // Научное обеспечение агропромышленного производства материалы Международной научно-практической конференции, 20-22 января 2010 г., Курск. Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова. Курск, 2010. С. 241-243.

УДК 517.93

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ В СОЦИАЛЬНЫХ НАУКАХ

MATHEMATHICAL METHODS AND MODELS IN THE SOCIAL SCIENCES

Чучупал В.В.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,

г. Воронеж, Россия

DOI: 10.12737/16040

Аннотация: Рассматривается возможность и целесообразность использования математики в гуманитарных науках. Исследуются методологические проблемы математизации социального знания.

Summary: The possibility and expediency of the use of mathematics in the humanities is considered . The methodological problems of mathematization of social knowledge are investigated.

Ключевые слова: математическое моделирование, гуманитарные науки, номотетические методы, идиографические методы.

Keywords: the mathematical modeling, humanitarian sciences, nomothetic methods, ideographic methods.

Уже столетия идут споры о том, насколько возможно и целесообразно использовать математику в гуманитарных науках. Говоря словами поэта, можно ли впрячь «в одну телегу коня и трепетную лань»? С одной стороны, остается верным утверждение, что дисциплина приобретает статус «нормальной» науки только тогда, когда в ней начинают применять математические и другие формальные методы. Поэтому дебаты постмодернистов вокруг интерпретации нарративов и дискурсов имели тенденцию сводить значение исторического исследования едва ли не до роли одного из видов художественной литературы. «Подкрепление» исторических и историко-теоретических разработок более твердыми основаниями в виде использования точных методов и математического моделирования могло бы противодействовать этому стремлению «растворить» научность и объективность исторического исследования.

Но с другой стороны, конечно, во многом сохраняет свое значение знаменитое деление В. Виндельбанда и Г. Риккерта всех наук на науки,

использующие номотетические методы, то есть отыскивающие общие законы, обобщающие и генерализующие явления; и науки, использующие идиографические методы, то есть описывающие индивидуальные и неповторимые события и объекты. К последним Риккерт причислял и историю, целью которой, по его мнению, «всегда является изображение единичного, более или менее обширного хода развития во всей единственности и индивидуальности». Тем не менее, очень опасно абсолютизировать эти различия и ставить между науками китайскую стену.

Процесс внедрения математических методов в исследовательскую практику социально-гуманитарных наук (получивший название математизации социального знания) является многоаспектным, содержит в себе черты как интеграции, так и дифференциации современной науки.

Известно, что математический метод это частный случай метода формализации, т.е. основан на выявлении и фиксации формальной структуры исследуемого процесса или явления, а так же предписывающий содержательным элементам процесса или явления некие абстрактные символы или значения. По выражению одного исследователя, «…математика подобно жернову лишь перемалывает то, что в неё засыплют; если вы засыплете лебеду вы не получите пшеницы, так исписав все страницы формулами вы не получите истины из ложных предположений».

Важной методологической проблемой математизации социального знания является определение степени универсальности математических методов и моделей, возможности переноса методов, применяемых в одной области науки, в другую.

В гуманитарной сфере особенно часто случается, что за объективное знание принимается или выдается нечто такое, что на деле объективным знанием не является. Чаще всего это связано с неправомерным перенесением в эту сферу способов рассуждений, используемых в математике и естественных науках – иначе говоря, с подражанием математическим и естественнонаучным рассуждениям (иногда сознательным, но чаще бессознательным).

При работе с понятиями, плохо поддающимися формализации, как чаще всего бывает в гуманитарных исследованиях, и тем более при осмыслении конкретных фактов формальная правильность не может быть единственным критерием доказательности рассуждения. Не менее важно здесь и то, насколько полно и всесторонне рассматриваются изучаемые явления; если не все их аспекты учтены, то никакая формальная безупречность не сможет застраховать

исследователя от ошибок, а если учитывать лишь один аспект, то при подходящем его выборе можно «доказать» все, что угодно (это искусно умели делать уже древнегреческие софисты).

К тому же логическая безупречность рассуждений при работе с неформализованным материалом не может быть абсолютной. В таких рассуждениях приходится опираться не только на явно формулируемые посылки, но и на неявные, подразумеваемые, и никогда нет полной гарантии, что эти неявные предположения истинны.

В наше время нередко случается, что за гуманитарные исследования берутся профессиональные математики. В ряде случаев им удается добиться определенных успехов и даже обогатить гуманитарную науку новыми идеями и методами, но это возможно лишь при условии, что такой исследователь почувствует ее специфику. Если же он будет рассуждать привычным ему способом, заботясь лишь о формальной правильности, то его почти наверняка ждет неудача. Если он талантлив и наделен воображением, он сможет построить эффектную цепочку умозаключений, а если к тому же начитан, сможет привести в подтверждение своей конструкции сколько угодно ссылок и цитат. Но если конструкция не основана на всестороннем анализе рассматриваемых явлений и учитывает только некоторые их аспекты, она почти неизбежно окажется несостоятельной.

Такова, например, «новая хронология» А.Т.Фоменко, основанная на заведомо некорректной попытке применения математических методов к неформализованному материалу (а также на ряде произвольных допущений, многие из которых противоречат общеизвестным фактам).

На наш взгляд, есть и еще один плюс для гуманитария при использовании математических и формальных методов. Да, в какой-то мере они могут «сушить» душу истории, но они сильно способствуют самодисциплине и самопроверке мыслей, идей и концепций многих гуманитариев, которые, к сожалению, часто не дают себе труда найти хоть какие-то способы верифицирования и фальсифицирования своих выводов. Кроме того, это в принципе могло бы несколько уменьшить многозначность научного языка гуманитарных дисциплин.

В гуманитарных науках, связанных с анализом общественных явлений, одни и те же объекты имеют до десятка смыслов и сотни дефиниций. Возможно, в будущем именно необходимость формализовать гуманитарное знание и побудит к тому, чтобы прийти хоть к каким-то договоренностям и

упорядочить употребление терминов. Наиболее общей в методологическом плане является проблема объяснения принципиальной возможности использования математики в различных областях знания.

Оценивая сложившуюся ситуацию с «отставанием» в целом социального знания по степени проникновения в них точных методов, некоторые представители естественных наук объясняют это рядом причин субъективного характера.

Более обоснованной представляется другая точка зрения, исходящая из того, что точные науки изучают сравнительно простые формы движения материи. Поэтому «отставание» возникло не потому, что люди, занимавшиеся гуманитарными науками, были «глупее» занимавшихся точными. Отнюдь нет! Просто явления, составляющие предмет гуманитарных наук, неизмеримо сложнее тех, которыми занимаются точные. Они гораздо труднее поддаются формализации. Для каждого из такого рода явлений гораздо шире спектр причин, от которых оно зависит. В большинстве наук о человеке, которые традиционно считаются неточными, объект исследования настолько сложен, что он гораздо труднее поддается формализации и математизации. Поэтому стремление рассматривать точное естествознание как идеал научного знания игнорирует специфику исследования в других науках, качественное отличие объекта их изучения, несводимость высших форм движения к низшим.

И все же в ряде случаев мы просто вынуждены строить и здесь математические модели. Если не точные, то приближенные. Если не для однозначного ответа на поставленный вопрос, то для ориентировки в явлении. Использование математики может помочь уже сегодня в поиске общих территорий и площадок для исследований.

СЕКЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОСВОЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН, КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД»

УДК 629.7.08

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИМЕДИА-ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

MULTIMEDIA TECHNOLOGY USAGE IN TEACHING ACTIVITIES

Богатырев С.А., Виноградов Н.П., к.т.н.
ВУНЦ ВВС «ВВА им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
г. Воронеж, Россия

DOI: 10.12737/16041

Аннотация: В статье рассматривается процесс создания анимационных моделей, разработанных с помощью технологии Flash, с использованием встроенного в Macromedia Flash 9 языка ActionScript 2.0.

Summary: The article considers the process of creation of animation models that are developed with the help of Flash technology using embedded in Macromedia Flash 9 language Action Script 2.0.

Ключевые слова: анимационная модель, обучение, топливозаправщик.

Keywords: animation model, fuel tanker truck learning.

Среди разнообразных методов и средств совершенствования процесса обучения и повышения эффективности учебной деятельности в ВУЗах важное место отводится умелому и рациональному использования технических средств обучения (ТСО) [1]. Одним из вариантов ТСО являются анимационные модели выполненные с помощью технологии Flash, с использованием встроенного в Macromedia Flash 9 языка ActionScript 2.0 [2].

Это позволяет, при необходимости останавливая и запуская соответствующий интерактивный фильм, получить наглядное представление об устройстве, принципе действия основных узлов и агрегатов, а так же режимах работы средств наземного обслуживания общего применения (СНООП).

Подготовка специалистов СНООП в военно-учебных заведениях организуется на реальных объектах СНООП, что требует серьезных финансовых затрат и расхода ресурсов материальной техники для их реализации. При этом

цена ошибки в процессе обучения на реальных объектах СНООП может значительно превышать затраты на сам учебный процесс, что в целом недопустимо. Снизить риски данного этапа процесса обучения можно за счет введения дополнительного предшествующего этапа целевой практической подготовки личного состава, который можно реализовать с помощью соответствующих моделей. Анимационные модели, построенные на основе мультимедиа-технологий, являются на наш взгляд сегодня одним из наиболее эффективных средств обучения. Мультимедийность облегчает процесс запоминания, позволяет сделать занятие более интересным и динамичным, создать иллюзию присутствия, содействует становлению объемных и ярких представлений о работе различных агрегатов и систем.

В соответствии с учебной программой и тематическим планом дисциплины разрабатываемые модели должны отвечать следующим требованиям:

- формирование знаний и навыков выполнения действий при работе с определенными агрегатами и устройствами;

- внесение новизны в организацию учебного процесса, что активизирует познавательную деятельность;

- реализация возможности оперативного исправления ошибок;

- реализация индивидуального темпа решения задач.

На основании характеристик, состава и операций, выполняемых топливозаправщиками, разрабатывается структура моделей.

С целью определения последовательности действий или событий, происходящих в процессе работы на анимационных моделях разрабатывается операционно-логическая модель.

Операционно-логическая модель включает в себя: различные события, которые могут иметь место в процессе операции; функции, выполняемые анимационными моделями; показатели качества выполнения событий; различные характеристики и параметры [1].

Операционно-логическая модель определяет иерархию действий компонентов, связывает действия компонентов анимационной модели с их характеристиками.

Построение операционно-логической модели является одной из задач, рассматриваемых на начальной стадии разработки анимационной модели по топливозаправщикам, схема которой представлена на рисунке. Операционно–логическая модель используется в качестве основы при разработке модели.

Обратимся к рассматриваемому примеру. Как видно, операционно-логическая модель состоит из ряда субмоделей, каждая из которых описывает событие, являющееся частью операции в целом. Характеристики систем топливозаправщиков ТЗ-7,5, ТЗ-22 и ТЗ-60, а также основные составные части представлены на схеме как входные величины этих событий [3, 4, 5]. Выходные величины событий служат входными величинами для последующих событий.

Этим событиям на рис. 1 соответствуют субмодели со следующими наименованиями:

- изучение основных составных частей топливозаправщиков;
- обучение работе на топливозаправщиках при заправке воздушного судна;
- контроль усвоения материала.

Каждое из этих событий может успешно осуществляться лишь с некоторой вероятностью (из-за возможных отказов различных элементов анимационной модели), которая влияет на вероятность успешного конечного результата.



Рис. 1.– Операционно-логическая модель

Как видно из рисунка, последовательности выходных величин соответствует ряд иерархически расположенных показателей, каждый из которых характеризует, насколько успешно система может выполнить предшествующую последовательность событий. Например, обучение режимам

работы характеризует успешное закрепление материала по режимам работы топливозаправщика ТЗ-7,5, ТЗ-22 и ТЗ-60. Последнему событию в операции соответствует показатель наивысшего уровня.

На первой странице модели представлена заставка с фотографиями топливозаправщиков ТЗ-7,5, ТЗ-22.и ТЗ-60. Далее выполняется выбор необходимого для изучения топливозаправщика и затем по алгоритму, представленному в операционно-логической модели работа с субмоделями, описывающими соответствующие события.

После изучения необходимого теоретического материала, обучаемый должен пройти тестирование. Преподавателю для оформления контрольного материала не требуется какого-либо специального программного обеспечения. Разработанный модуль контроля позволяет ограничивать время на проведение теста, отслеживает невозможность повторения вопросов для одного и группы обучаемых.

Таким образом, использование анимационных моделей позволяет: улучшить качество и эффективность обучения; значительно снизить его стоимость; привить обучаемым практические навыки до начала их работы в реальных условиях, при этом с помощью моделей имеется возможность «проиграть» различные возможные сценарии, что без их использования реализовать очень сложно; обеспечить возможность дистанционного обучения. Комбинированное использование компьютерной графики, анимации, видеоизображения, звука, других медийных компонентов – все это дает возможность сделать изучаемый материал максимально наглядным, а потому понятным и запоминающимся. Особенно актуально это в тех случаях, когда обучаемый должен усвоить большое количество эмоционально-нейтральной информации, например, производственных инструкций, технологических карт, нормативных документов и т.п.

Список литературы

1 Основы синтеза систем летательных аппаратов: Учеб. пособие для студентов втузов / А.А. Лебедев, В.Н. Баранов, В.Т. Бобронников и др.; Под ред. А.А. Лебедева. М.: Машиностроение, 1987. 224 с.

2 Блэйк Бонни. Всё о работе Macromedia Flash MX; Пер. с англ. А. В. Бурасова. М.: «Издательство Астрель», 2004. 482 с.

3 Техническое описание и инструкция по эксплуатации топливозаправщика ТЗ-7,5, 1986. 89 с.

4 Техническое описание и инструкция по эксплуатации топливозаправщика ТЗ-22, 1982. 112 с.

5 Техническое описание и инструкция по эксплуатации топливозаправщика ТЗ-22, 1985. 128 с.

УДК 372.851

РЕАЛИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ МОЛОДЫХ МАМ В РАМКАХ ЭКСПЕРИМЕНТА, ПРОВОДИМОГО ПРАВИТЕЛЬСТВОМ РФ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

REALIZATION OF SCIENCES EDUCATIONAL MODULES AT EDUCATION OF YOUNG MOTHERS WITHIN THE FRAMEWORK OF EXPERIMENT UNDERTAKEN BY THE GOVERNMENT OF THE RUSSIAN FEDERATION WITH THE USE OF DISTANT LEARNING TECHNOLOGIES

Корельская М.А., магистрант
ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»
г. Архангельск, Россия
m.korelskaya@narfu.ru

DOI: 10.12737/16042

Аннотация: в статье приводятся основные результаты апробации образовательных модулей «Физика» и «Математика» при реализации эксперимента по обучению молодых женщин в возрасте до 23 лет, имеющих одного и более детей на подготовительных отделениях образовательных организаций высшего образования, с использованием дистанционных образовательных технологий и электронного обучения.

Summary: The article presents the main results of pilot of educational modules "Physics" and "Mathematics" in the implementation of the experimental training of young women under the age of 23 years with one or more children in the preparatory departments of educational institutions of higher education, using distant learning technologies and e-learning

Ключевые слова: математика, физика, дистанционные образовательные технологии, молодые мамы.

Keywords: mathematics, physics, distant learning technologies, young mothers.

В условиях развития современного общества и модернизации российской системы образования одним из перспективных направлений подготовки квалифицированных кадров в различных отраслях деятельности является применение компетентностного подхода к содержанию образовательных дисциплин (модулей), который направлен на достижение запланированных результатов обучения – компетенций. Под компетенцией в этом случае понимается способность будущего специалиста решать определённую группу профессиональных задач. Таким образом, компетентностный подход предполагает не усвоение студентом отдельных, оторванных друг от друга, знаний и умений, а овладение ими в комплексе.

В последние годы курс на преодоление разрыва между результатами обучения в системе высшего образования и требованиями, которые работодатель предъявляет к поступающему на работу специалисту становится всё более выраженным. Однако при этом, возникает ещё более ранняя проблема, с которой приходится сталкиваться практически всем образовательным организациям – крайне слабая подготовка и низкие баллы по ЕГЭ выпускников школ, в частности по предметам естественнонаучной направленности, не позволяют им в полной мере и на должном уровне осваивать образовательные программы в системе высшего образования.

Следует отметить, что особенно уязвимой группой выпускников школ являются молодые мамы, которые зачастую сразу после окончания общеобразовательных учреждений не имеют возможности получать высшее образование. Пилотной программой социальной поддержки данной категории граждан РФ стал эксперимент по обучению молодых женщин в возрасте до 23 лет, имеющих одного и более детей, на подготовительных отделениях федеральных государственных образовательных организаций высшего образования, проводимый Правительством РФ в 2013-2015 годах. Цель эксперимента - помощь молодым мамам в подготовке и успешной сдаче ЕГЭ по предметам среднего общего образования, а также создание условий для подготовки их к обучению по программам бакалавриата и (или) программам специалитета в образовательных организациях высшего образования.

Примечательно, что среди модулей, которые молодые мамы выбрали для подготовки и сдачи ЕГЭ более чем в половине университетов-участников эксперимента были дисциплины естественнонаучной направленности. В САФУ имени М.В. Ломоносова молодые мамы из предметов данного цикла выбирали физику и математику. При этом в условиях ограниченного количества времени, отводимого на изучение одного предмета (180 часов), особое внимание уделялось

оптимальному сочетанию содержательных и процессуальных компонентов методики изучения математики и физики.

Для организации работы в этом направлении был разработан план-график проведения обучения, программы образовательных модулей «Математика» и «Физика» в условиях введения ФГОС и комплекты учебно-методических материалов. Вместе с тем после опроса слушательниц и преподавателей по выбору наиболее оптимального времени было составлено расписание занятий. В указанное время проводились вебинары-лекции, вебинары по решению задач, общение со слушательницами через электронную почту, чат, Skype, форум и др. По согласованию с преподавателями было предусмотрено проведение индивидуальных консультаций. Таким образом, процесс обучения был построен в следующем порядке: входное тестирование; введение в тему (видеолекция); вебинар по методам решения типовых задач; самостоятельное решение задач, которые имеют определенную дозированную помощь (задачи основного типа с полным и подробным решением; задачи для самостоятельного решения с подсказками в тексте; контрольное решение задач, решение которых отправляется для проверки преподавателю); вебинар – разбор основных ошибок в решенных задачах; итоговой контроль.

Мониторинг хода обучения молодых мам показал, что часть текущего контроля не осваивалась значительным числом молодых мам, а потому потребовалась соответствующая перестройка содержания модулей, учитывающая индивидуальные запросы и возможности данной группы обучающихся. Входящее тестирование показало, что молодые мамы имели разный уровень подготовки, как по математике, так и по физике, а также по их разделам, что потребовало включить в программу заданий разного уровня сложности и формирования индивидуальных траекторий обучения по предмету. Анализ входного тестирования по математике показал, что слушательницы, в основном, относятся к группе, освоивших курс на базовом уровне и не имеющих достаточной подготовки для успешного продолжения обучения по техническим и социально-экономическим направлениям подготовки/специальностям. Отметим, что ряд заданий оказался для молодых мам наиболее сложным. К ним относятся: задачи на проценты (справилось менее 30%), чтение и построение графиков функций (справилось лишь 10%), не смогли решить текстовую задачу 92% слушательниц, столько же не сплавилось с геометрическими задачами. Лучше выполнили практико-ориентированные задания – около 52%. Выявленный уровень математической подготовки обучающихся определил сложность заданий в содержании обучения молодых мам. При этом уровень подготовленности слушателей

на начало обучения по предмету «Физика» был очень низкий. Из 20 предложенных задач ЕГЭ базового уровня справились не более чем с тремя задачами.

Результаты входного тестирования по обоим модулям показали, что обучающиеся испытывают трудности по следующим направлениям:

– неумении проводить анализ условия задачи, осуществлять поиск путей решения, рассуждать и осуществлять самоконтроль;

– неумении применять стандартные алгоритмы в измененной ситуации;

– неумении выполнять вычисления, решать базовые задачи, требующие применения математики и физики в жизненных ситуациях;

Итоговые тестирования по физике и математике показали, что отобранное содержание и организация обучения позволили обучающимся освоить данные дисциплины на более высоком уровне, чем они показали на входном тестировании. Все 20 слушательниц осваивающих программы модулей дистанционно справились с предлагаемыми, аналогичными заданиями ЕГЭ, причем 5 слушательниц набрали более 50 баллов по математике и более 40 баллов по физике. Большинство обучающихся по модулю «Математика» справились с заданиями группы В, базового и повышенного уровня, и одна из слушательниц справилась с одной задачей из группы С. В тоже время по модулю «Физика» обучающиеся справились с заданиями группы базового уровня, и 5 слушательниц справились с одной задачей повышенного уровня.

Проведенный мониторинг удовлетворённости слушателей по итогам обучения показал, что обучающиеся удовлетворены системой обучения и организации занятий, позволяющей использовать для этого наиболее удобное для них время, качеством разработанных материалов для самостоятельного выполнения с системой подсказок, проведением общих и индивидуальных консультаций с преподавателем.

Результаты апробации модулей «Математика» и «Физика», реализуемых полностью дистанционно, показали необходимость продолжения работы по следующим направлениям:

- ***организации и контролю процесса обучения***: стимулировать слушателей к более частому посещению предметной страницы на платформе Sakai; продумать формы дистанционного оповещения о вновь выложенных заданиях через использование форума, чата, расписания, страницы объявлений, личной электронной почты слушателей; заинтересовывать слушателей размещением наглядных видео-, аудио- визуальных материалов, презентаций с демонстрацией наиболее важных примеров для лучшего запоминания;

- ***содержанию изучаемого материала***: сформировать банк заданий для самостоятельного решения и усилить в них систему подсказок; использовать в обучении математике практическую значимость, возможность развить математический талант, получить математические компетенции, достаточные для применения математики в технике и социально-экономических областях и продолжения обучения в системе высшего образования; использовать в обучении физике возможность получить компетенции, достаточные для применения в технике и продолжения обучения в системе высшего образования; чаще использовать в обучении виртуальные лаборатории и возможность проведения некоторых опытов в домашних условиях.

УДК: 371.3, 371.69

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

PROSPECTS OF VIRTUAL METROLOGY LABORATORY IN EDUCATIONAL PROCESS

Лысыч М.Н., к.т.н., ст. преп.,
Шабанов М.Л., к.т.н., доцент, **Боровенский В.Р.,** студент
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, Россия
miklynea@yandex.ru
DOI: 10.12737/16043

Аннотация: Статья посвящена обзору виртуальных интерактивных продуктов в области метрологии и обоснованию перспектив их применения в образовательной деятельности. Произведен анализ существующих комплексов виртуальных лабораторных работ в области машиностроения. На основе проведенного анализа предлагается создание виртуального комплекса состоящего из лабораторных работ и плакатного материала охватывающего область технических измерений в машиностроении. Обосновываются возможные области применения данного продукта.

Summary: Article devoted to the review of virtual interactive products in sphere metrology and justification of the prospects for their use in educational

activities. The analysis of existing systems virtual laboratory works in the field of mechanical engineering. Based on the analysis of the proposed creation of a virtual set consisting of laboratory work and the poster material covering the area of technical measurements in mechanical engineering. The possibility of the application of this product.

Ключевые слова: виртуальная лабораторная работа, САПР, технические измерения в машиностроении.

Keywords: virtual lab, CAD, technical measurements in mechanical engineering.

Сегодня многие учебные заведения используют инновационные технологии, в том числе виртуальные лабораторные работы по различным предметам. Однако существующие готовые продукты относятся в основном к общеобразовательным предметам из школьного курса в то время, как и многие общетехнические предметы, остаются без таких прогрессивных средств обучения.

Остановимся более подробно на таком предмете как метрология и технические измерения. Данная дисциплина преподается во всех технических учебных заведениях от училищ – до университетов. И хотя специфика различных направлений может значительно отличаться, общая подготовка, заключающаяся в умении пользоваться универсальным измерительным инструментом схожа везде. Поэтому создание курса виртуальных лабораторных работ по метрологии является крайне востребованной и актуальной задачей.

Казалось бы, откуда взялась такая острая необходимость? Ведь обучение студентов успешно осуществлялось до сих пор с использованием классических подходов. Здесь есть две веские причины. Первая – сильный износ или полное отсутствие необходимого оборудования. Вторая – низкая заинтересованность студентов процессом обучения.

Очевидно, что решить первую проблему в одночасье невозможно. Это связанно и с недостаточным финансированием, и с отсутствием актуальной учебно-методической базы, и с общим упадком многих училищ и техникумов, и с нехваткой преподавателей которые могли бы (а самое главное хотели) грамотно сформулировать первоочередные потребности.

Обратимся ко второй проблеме. Современная молодежь крайне глубоко интегрирована в виртуальный мир и имеет хорошо развитые с детства навыки общения с ним и получения информации из него. Это связанно с тем, что

каждый молодой человек регулярно проводит значительную часть своей жизни в виртуальной среде, и что крайне важно – получает от этого удовольствие. Поэтому, даже хорошо материально обеспеченная метрологическая лаборатория не может в полной мере удовлетворять строгим познавательным запросам современных студентов.

Рассмотрим готовые продукты в данной области, присутствующие на рынке.

Компания И–ТЭР предлагает готовые комплексы лабораторных работ по различным техническим предметам. Представленные демонстрационные материалы (лабораторная работа по поверке манометров) позволяют оценить высокое качество визуализации и интерактивности процесса (рис. 1). Предлагаемый продукт имеет стоимость от 30 т.р. за готовый комплекс. К особенностям представленной продукции следует отнести упор на внешний вид и полное отсутствие внутреннего устройства объектов. Не вызывает сомнений что такая грамотная команда может решить и такие задачи как создание цикла работ по техническим измерениям, но встает вопрос о стоимости подобного комплекса [1].

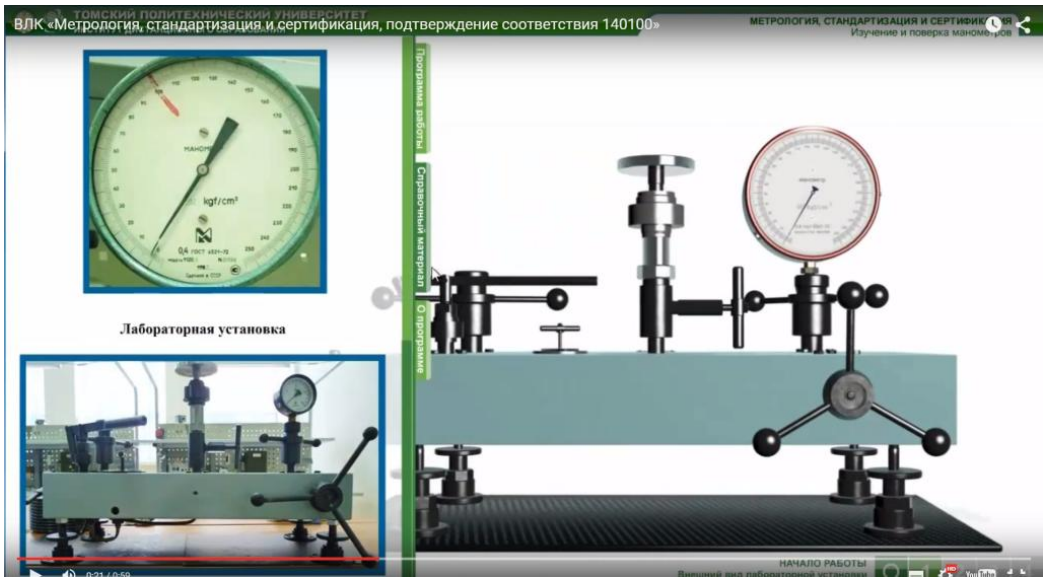


Рис. 1. Демонстрация виртуальной лабораторной работы по метрологии от компании И –ТЭР

Компания Pr ProTechTraining предлагает комплексы лабораторных работ идентичных выполняемым в реальных условиях (рис. 2). Однако здесь также предложены готовые работы, ориентированные на электрические и химические измерения, т.е. те области метрологии, где не требуется детальное воспроизведение конструкций приборов. Цена на комплекса работ составляет 360000 т.р.

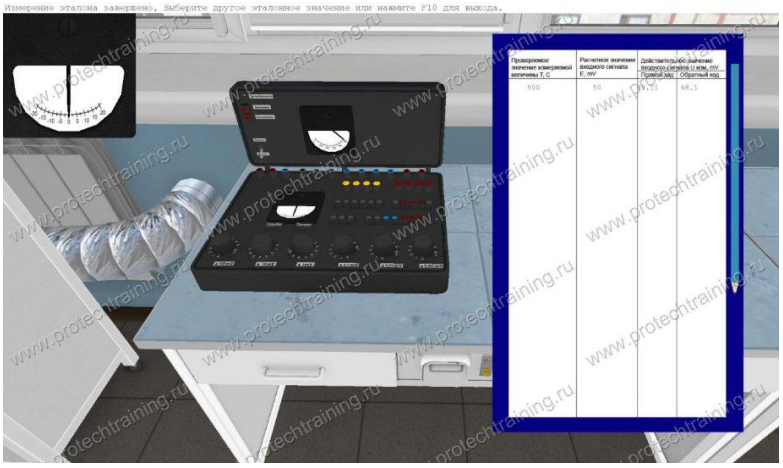


Рис. 2. Демонстрация виртуальной лабораторной работы по метрологии от компании Pr ProTechTraining

Анализ рынка показал, что не существует готовых комплексов интерактивных лабораторных работ по техническим измерениям (штангенинструмент, микрометрический инструмент, индикаторы часового типа и т.д.). Это, по всей видимости, связанно не с отсутствием спроса на данный продукт, а с достаточно высокой сложностью создания детализированных моделей измерительного инструмента.

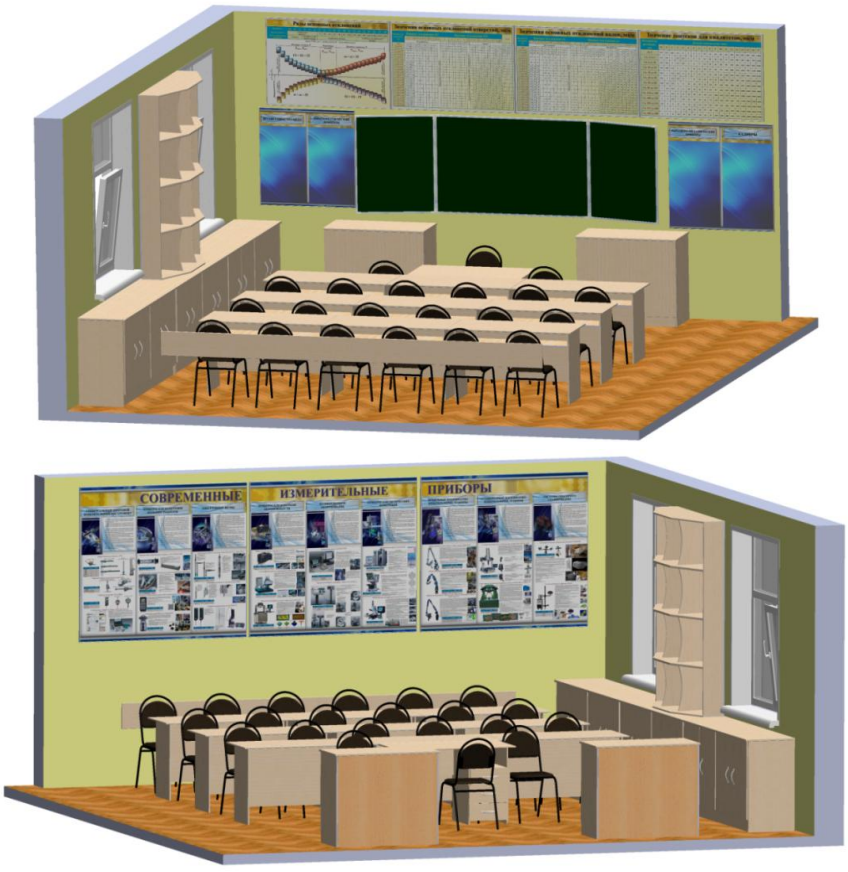


Рис. 3. Демонстрация виртуальной лабораторной работы по метрологии, предлагаемой авторами

Для решения поставленных проблем нами предлагается проект виртуальной лаборатории и серии лабораторных работ, созданных на ее базе (рис. 3). Проект выполняется в среде автоматизированного проектирования SolidWorks. Это позволяет не только достаточно качественно визуализировать, но и детально отобразить конструкцию приборов. Вследствие этого, они будут не только демонстрировать принцип действия, но и смогут измерять различные объекты в виртуальной среде, а также использоваться для создания качественного плакатного материла и интерактивных модулей.

Список литературы

1 И-ТЭР. Проекты [Электронный ресурс] / URL: http://alteractivemedia.wix.com/i-ter#!techs/ch6q (дата обращения: 15.10.2015)

2 Технические измерения и приборы [Электронный ресурс] / URL: http://protechtraining.ru/tekhnicheskie-izmereniya-i-pribory_1/ (дата обращения: 15.10.2015)

УДК 517.54

НЕСТАНДАРТНЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРИИ ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

NON-STANDARD APPROACH TO THE STUDY OF THE THEORY OF FUNCTIONS OF A COMPLEX VARIABLE

Попова А.С., Бутерус Н.С.

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

г. Воронеж, Россия.

anpo1961@yandex.ru

DOI: 10.12737/16044

Аннотация: в статье рассматривается теория крылового профиля, названная по имени Н.Е.Жуковского, рассчитан и построен теоретический профиль крыла самолета с применением конформных отображений.

Symmary: the article deals with the theory of an airfoil, named for N. E.Zhukovsky, designed and constructed a theoretical profile of an airplane wing with the use of conformal mappings.

Ключевые слова: крыловой профиль, конформные отображения, преобразования Жуковского.

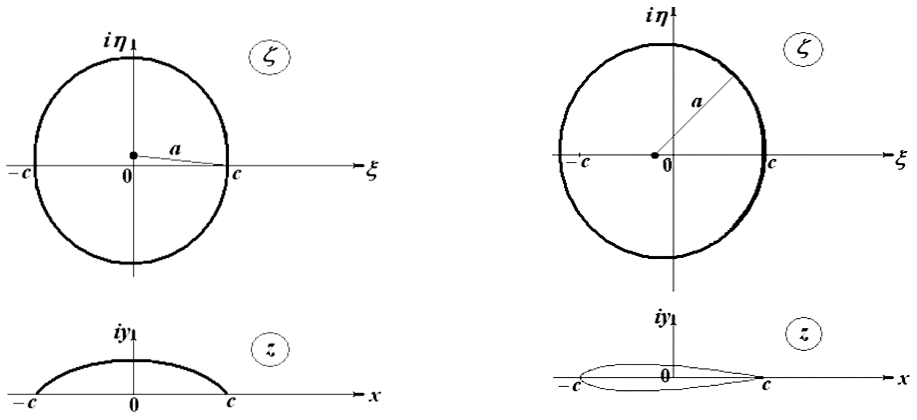
Keywords: wing airfoil, conformal mapping, transformation Zhukovsky.

Стандартный подход к изучению многих сложных тем высшей математики приводит к тому, что курсанты зачастую их не усваивают и не видят практического применения. Одной из таких тем является теория функции комплексной переменной. Но рассмотрим возможность заинтересовать, а в дальнейшем и лучше усвоить данную тему курсантами военно-воздушной академии. Первый, кто рассмотрел применение конформного отображения в теории профиля крыла был Н.Е.Жуковский. Он занимался разнообразными вопросами прикладной математики, но именно создание основ аэродинамики принесло ему мировую славу. Жуковский предложил простую функцию преобразования внешности круга во вспомогательной плоскости на внешность замкнутого профиля в плоскости течения потока воздуха. Расчёт потенциального потока для окружности (в двумерном случае) выполняется достаточно просто. Далее можно применить к результату преобразование Жуковского и получить потенциальный поток для профиля крыла, соответствующего данной окружности. На практическом занятии по данной теме можно предложить курсантам рассмотрим этапы построения теоретического крылового профиля НЕЖ, названого в честь Николая Егоровича Жуковского, для данной окружности с помощью стандартных приемов конформных преобразований. Под крыловым профилем понимают плавный, вытянутый в направлении набегающего на него потока, замкнутый и самонепересекающийся геометрический контур с закругленной передней кромкой ("лоб" профиля) и заостренной задней кромкой ("хвост" профиля). Отрезок прямой, соединяющей некоторую точку передней кромки с вершиной угла на задней кромке, называют хордой крылового профиля, а длину хорды – длиной профиля. Максимальную толщину профиля в направлении, перпендикулярном к хорде, называют толщиной профиля, а отношение толщины к длине – относительной толщиной крылового профиля. Функция Жуковского (1) — конформное отображение, относящееся к классическим элементарным функциям анализа. Функция Жуковского определяется как преобразование плоскости, которое отображает окружность на некую замкнутую кривую, подобную профилю самолетного крыла в разрезе.

$$z = \frac{1}{2}\left(\zeta + \frac{c^2}{\zeta}\right) \qquad (1),$$

где $\zeta = \xi + i\,\eta$, $z = x + i\,y$.

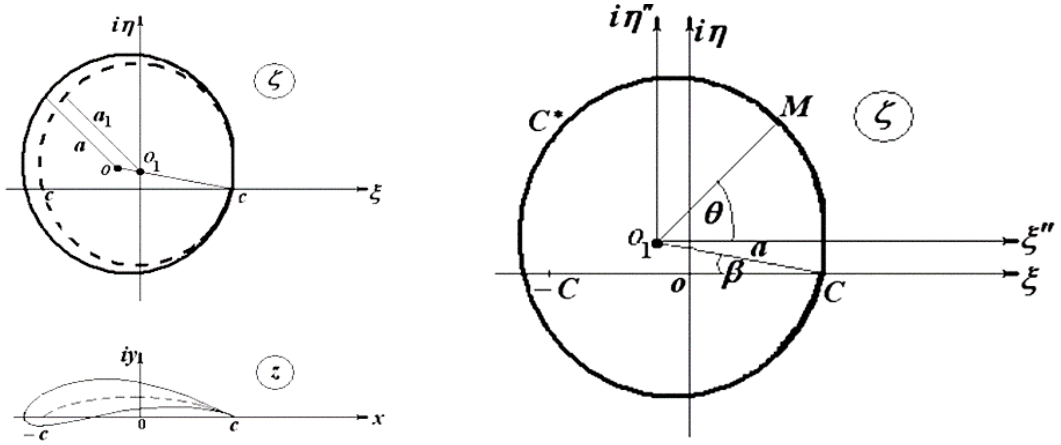
Рассмотрим частные случаи. Центр окружности смещен по вертикальной оси i η и она проходит через точки с координатами (c,0) и (-c,0). В физической плоскости Z эта окружность отобразится на часть окружности, которую называют дужкой (рисунок 1а). Теперь сместим центр окружности влево по действительной оси ξ так, что она проходит через точку (c,0). Тогда в физической плоскости Z круг, ограниченной этой окружностью, перейдет в симметричный профиль, называемый рулем Жуковского (рисунок 1б).



а) б)

Рис. 1 - Пример действия функции Жуковского на окружность.

В случае смещения центра окружности по действительной и мнимой осям координат мы получим образ окружности в физической плоскости –профиль крыла самолета (рисунок 2а).



а) б)

Рис. 2 - Пример действия функции Жуковского-получение профиля крыла самолета.

Для дальнейших расчетов примем следующие обозначения (рисунок 2б): введем новую систему координат с центром в точке O_1 (-λ, μ) - центр окружности; радиус окружности $O_1M = O_1C = a$; β – угол между действительной осью и O_1C; M-произвольная точка на окружности; θ-угол между O_1M и действительной осью в новой системе координат. Для упрощения расчетов примем с = 1.Используя формулу(1), выделим действительную и мнимую части функции - образа в плоскости Z:

$$z = \frac{1}{2}\left(\zeta + \frac{1}{\zeta}\right) = \frac{1}{2}(\xi + i\,\eta + \frac{1}{\xi + i\,\eta}) = \frac{\xi + \xi^3 + \xi\eta^2}{2(\xi^2+\eta^2)} + i\,\frac{-\eta + \eta^3 + \eta\xi^2}{2(\xi^2+\eta^2)} \quad (2)$$

$$x = \frac{\xi + \xi^3 + \xi\eta^2}{2(\xi^2+\eta^2)}, \quad y = \frac{-\eta + \eta^3 + \eta\xi^2}{2(\xi^2+\eta^2)} \quad (3)$$

Используем уравнение окружности со смещённым в точку ζ_0 центром:

$$\zeta - \zeta_0 = R \cdot e^{i\theta} = R(\cos\theta + i\sin\theta) \quad (4),$$

где $\zeta_0 = -\lambda + i\,\mu$, $R = a$. В итоге имеем:

$$\xi = R\cos\theta - \lambda,\ \eta = = R\sin\theta + \mu \quad (5).$$

Пользуясь рисунком 2б, запишем следующие равенства:

$$R = a = \sqrt{\mu^2 + (1+\lambda)^2},\ \beta = arctg\,\frac{\mu}{1+\lambda},\ a = \frac{1+\lambda}{\cos\beta} \quad (6).$$

Подставляя в формулы(3) равенства(5) и (6), опуская необходимые, но достаточно громоздкие преобразования, получим итоговые формулы для кривой, заданной в параметрической форме, в плоскости Z :

$$x = \frac{R\cos\theta - \lambda}{2} \cdot \frac{R^2 + 2R(\mu\sin\theta - \lambda\cos\theta) + \mu^2 + \lambda^2 + 1}{(R\cos\theta - \lambda)^2 + (R\sin\theta + \mu)^2} \quad (7)$$

$$y = \frac{R\sin\theta + \mu}{2} \cdot \frac{R^2 + 2R(\mu\sin\theta - \lambda\cos\theta) + \mu^2 + \lambda^2 - 1}{(R\cos\theta - \lambda)^2 + (R\sin\theta + \mu)^2} \quad (8).$$

Задавая конкретные значения параметров β, μ, λ, можно получить разнообразные профили НЕЖ. В частности: изменение кривизны профиля зависит от μ ,а от значения λ зависит толщина профиля. На следующем этапе предложить курсантам самостоятельную научную расчетную работу: построить с помощью профессионального математического пакета Mathcad, профили НЕЖ с различными данными для окружности в плоскости ζ .Результаты сравнить и сделать выводы. Конечно на современных самолетах практически не применяются профили Жуковского. Профили НЕЖ рассчитаны только на один определенный режим обтекания, в то время как для реального самолета надо найти компромисс между самыми разными режимами полета, самолет должен быть легко и надежно управляем в любой ситуации. Очень трудно разработать нужный профиль крыла, ошибка на этом этапе может погубить весь замысел

конструктора. Но и в наши дни авторы многочисленных исследований по изучению подъемной силы новых серий профилей крыльев базируются на методе Н.Е.Жуковского. Новые создаваемые профили крыльев обычно сравниваются с профилями НЕЖ как с эталонами.

Список литературы

1.Борисова Л. В., Новиков В. В., Тышкевич С. В., Шаталина А. В. Теория функций комплексной переменной. Учеб. пособие для студентов. Изд-во Сарат. университета, 2004. 84 с.

2. Данко П.Е. Высшая математика в упражнениях и задачах. Ч. 2 / Данко П.Е., Попов А.Г. Кожевникова Т.Я. – М.: ОНИКС 21 век, Мир и образование, 2003. 416 с.

3. Перловская Т.В. Математика. Теория функций комплексного переменного (учебное пособие) / Перловская Т.В., Сумец П.П., Фролов А.Л. – Воронеж: ВВВАИУ, 2007. 38 с.

УДК 378.147.88

РАЦИОНАЛИЗАТОРСКАЯ РАБОТА КУРСАНТОВ И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ВОЕННОМ ВУЗЕ

RATIONALIZATION WORK OF STUDENTS AND THE IMPROVEMENT OF THE EDUCATIONAL PROCESS IN THE MILITARY COLLEGE

Попова А.С., Греков Д.А.

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

г. Воронеж, Россия.

anpo1961@yandex.ru

DOI: 10.12737/16045

Аннотация: в статье рассматриваются возможности усовершенствования учебного процесса по естественно-научным дисциплинам путем привлечения курсантов к рационализаторской работе на примере положительного опыта военно-воздушной академии.

Summary: the article considers possibilities of improvement of educational process according to scientific disciplines by engaging the students to innovation on the examples of positive experience of the air force Academy.

Ключевые слова: рационализация, комплексная система научно-исследовательской работы.

Keywords: streamlining, integrated system of research work.

Военная практика последних лет показывает, что своевременное принятие нестандартных решений в области тактики и стратегии приводит к разрешению проблемных вопросов. Россия нуждается в хорошо образованных, творчески мыслящих военных специалистах. Современный офицер в критической ситуации должен уметь оперативно анализировать имеющуюся информацию и трансформировать ее в решение, отличающееся оригинальностью. Это подтверждается тезисом Путина В.В. о том, что «… модернизируя Вооруженные Силы, мы должны ориентироваться на самые современные тенденции в военном искусстве… совершить прорыв, стать ведущими изобретателями и производителями». Для воспитания творческой личности курсантов в учебных заведениях МО РФ применяется комплекс целесообразных мер педагогической направленности. Одним из важных элементов, раскрывающих творческую составляющую личности и подчеркивающую ее незаурядность, является рационализаторская работа курсантов. Она является мощным средством в достижении главной цели – развитии профессионального творчества. Но, как показывают исследования, потенциал рационализаторской работы остается нераскрытым и нереализованным в полной мере. Следовательно, учебный процесс в современном военном вузе должен представлять собой синтез обучения, воспитания, производственной практики и научно-исследовательской работы. В современных условиях усиливается противоречие между строгой регламентацией военной службы и возможностью для курсантов самостоятельно развивать профессиональное творчество. Данное противоречие возможно разрешить при создании необходимых педагогических условий: мотивации и стимулировании профессорско-преподавательского состава к организации рационализаторской работы курсантов, научного сопровождения рационализаторской работы курсантов в образовательном процессе военного вуза, а также оптимизации структуры рационализаторской работы курсантов на базе военно-научного общества вуза. Основной целью организации и развития системы научно-исследовательской и

рационализаторской работы курсантов (НИРК) является повышение уровня научной подготовки военных специалистов с высшим профессиональным образованием и выявление талантливой молодежи. Основными задачами организации и развития системы НИРК являются: обеспечение интеграции учебных занятий и научно-исследовательской работы курсантов; осуществление органичного единства обучения и подготовки курсантов к творческому и научному труду; создание условий для раскрытия и реализации личностных творческих способностей ; расширение массовости и повышение результативности участия курсантов в научной деятельности; отбор талантливой молодежи, проявившей способности и стремление к научной деятельности; формирование и развитие у курсантов качеств научных военных специалистов; формирование и развитие у будущих военных специалистов умений вести научно обоснованную профессиональную работу ; подготовка руководителей высокой квалификации - специалистов, имеющих навыки проектно-конструкторской работы, умеющих грамотно разработать и реализовать конкретные научно-практические мероприятия.

Для обеспечения системного решения проблем планирования, организации и стимулирования НИРК в военно-воздушной академии используются следующие действенные организационные формы**:** учебно-исследовательская работа курсантов по учебным планам; включение элементов НИР в учебные занятия; дипломные работы с исследовательскими разделами или целиком научно-исследовательского характера; индивидуальные научно-исследовательские работы курсантов; подготовка научных рефератов на заданную тему; участие курсантов в научных организационно-массовых и состязательных мероприятиях различного уровня. Комплексная система НИРК должна обеспечивать непрерывное участие курсантов в научной работе в течение всего периода обучения.

В качестве положительного примера научного и творческого подхода к разрешению противоречия, описанного выше, приведем анализ рационализаторской работы курсантов военно-воздушной академии на кафедре математики за последний год. То, что трудно что-либо придумать новое по чисто математической тематике, не вызывает сомнения. Но всегда в общей массе студенческой молодежи можно найти творчески мыслящих и желающих что-то сделать своими руками. Главное-не пропустить их, дать возможность реализовать свои замыслы. Часто идеи для создания или усовершенствования какой-либо конструкции возникают на практических занятиях при решении

различных задач. Непосредственное осуществление идей в конкретном изделии приводит к тому, что курсанты изучают данную тему в учебном плане более глубоко и с нестандартной точки зрения. Помимо этого, они анализируют с точки зрения новизны и целесообразности свою работу, учатся работать с научно-технической документацией и правильно ее оформлять, что неоценимо для подготовки технических специалистов. За последний год курсантами было сделано и оформлено более десятка рационализаторских работ. Вот неполный перечень тем рацпредложений: «Круговой конус с секущей плоскостью», «Доработка динамичной модели кругового цилиндра», «Устройство для построения лемнискат», «Устройство для нахождения опорного решения основной задачи линейного программирования», «Учебное пособие для демонстрации преобразования кругового движения в прямолинейное (инверсор)». Данные устройства востребованы на кафедре математики. Их использование на практических занятиях помогает эффективнее разбирать многие темы. Следует заметить, что курсанты, не участвующие в рационализаторской и научно-исследовательской работе, на практических занятиях оказываются очень заинтересованными данными конструкциями и часто уже сами предлагают какие-либо идеи. В итоге изучение определенных разделов математики проходит не по шаблону, нестандартно и с большим пониманием. Таким образом развитие творческой мысли у курсантов способствует усовершенствованию учебного процесса, а в дальнейшем и улучшению усвоения нового материала. Участие курсантов в рационализаторской работе готовит их к дальнейшей профессиональной творческой деятельности. В условиях жестокой конкуренции рыночной экономики для творчески мыслящих военных специалистов найти возможность применить свой опыт и способности более реальна. Они более конкурентоспособны.

Список литературы

1.Богуславский, В.В. Мотивация учебной деятельности курсантов военно-учебных заведений. – М.: ВУ, 2001.

2.Дудулин, В.В., Низиков М.А. Проблемы профессионального роста современного военного специалиста // Мир образования – образование в мире. – 2009. – № 3. – С. 123-127.

3.Павлов, Е.А. Развитие профессионального творчества курсантов в ходе рационализаторской работы // Мир образования – образование в мире. – 2012. – № 3. – С. 195-203.

4.Путин, В.В. Быть сильными: гарантии национальной безопасности для России // Российская газета. – 2012. – 20 февраля.

УДК:378

КОМПЕТНТНОСТНЫЙ ПОДХОД В ПРЕПОДАВАНИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

COMPETENCE APPROACH IN THE TEACHING OF NATURAL SCIENCES

Семенова Е.В., ст.препод.
ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф.Морозова»
Г.Воронеж, Россия
elenaviktor2014@mail.ru

DOI: 10.12737/16046

Аннотация: В статье рассматриваются проблемы компетентностного подхода в образовании, понятия «компетенция» и «компетнтный», классификация ключевых компетенций.

Summary: The article deals with the problem of competence approach in education, the concept of "competence" and "kompetnt" classification of key competencies.

Ключевые слова: компетенция, подход, ключевой, процесс.

Keywords: competence, approach, key, process.

В современном образовательном процессе происходят стремительные изменения, обусловленные целым рядом факторов, которые, в свою очередь, объясняют актуализацию компетентностного подхода в образовании. К этим факторам можно отнести проблемы окружающей среды в связи с переходом к постиндустриальному обществу, возросший динамизм жизненных процессов, колоссальное увеличение информационных потоков. Все более активно задействованы рыночные механизмы в обществе, возросла профессиональная мобильность, появились новые профессии, изменились требования к ним – они стали более интегрированными, менее специальными. В результате появилась необходимость формирования личности, умеющей жить в новых условиях. Основные качества такой личности: ответственность, стрессоустойчивость,

творческий потенциал, способность предпринимать конструктивные и компетентные действия в различных видах деятельности. Становится очевидным, что для успешной профессиональной деятельности уже недостаточно получить высшее образование и на том остановиться - возникает необходимость постоянно пополнять и обновлять свои знания. Иными словами, для успешной профессиональной деятельности необходимы не только знания, но и умения, компетенции. Считается, что одним из первых компетентностный подход предложил шотландский исследователь Дж. Равен.

Компетентностный подход к обучению студентов меняет современные образовательные цели. В России образование до последнего времени рассматривалось в качестве общественно-необходимого социального блага. Это отличало российский подход к образованию от западного подхода, в котором преобладают запросы рынка. Высшее российское образование исторически основывалось на подготовке специалистов широкого профиля, что являлось преимуществам такого образования. В последнее время и в России меняется подход к образованию в целом и к высшему образованию в частности, приближаясь к западному. Рынок требует практически ориентированных кадров. Поэтому и приоритеты смещаются в пользу узких специалистов, практически подготовленных, способных к быстрой адаптации к профессиональной деятельности, обладающих умением креативно мыслить. Этим, в частности, и обусловлено внедрение компетентностного подхода в российскую систему образования.

Основные понятия в понимании компетентностного подхода – компетенция и компетентность. Существует множество трактовок этих слов. Так, под компетенцией понимается «совокупность определенных знаний, умений и навыков, в которых человек должен быть осведомлен и иметь практический опыт работы», а под компетентностью — «умение активно использовать полученные личные и профессиональные знания и навыки в практической или научной деятельности» . Проводя различие между данными понятиями, ряд российских авторов отмечает, что компетентность выступает в качестве результата обучения (обученности), в то время как компетенция - это компетентность в действии. При этом выделяются такие оценочные параметры, как усвоение знаний, навыков, умений и применение, имеющее отношение к выполнению деятельности.

В исследованиях российских ученых компетентность рассматривается неоднозначно и трактуется достаточно широко: как степень сформированности

общественно-практического опыта субъекта; адекватность реализации должностных требований; уровень обучаемости специальным и индивидуальным формам активности. Различные трактовки данного понятия обусловлены, прежде всего, разнообразием теоретических подходов исследователей, а также особенностями структуры деятельности специалистов разных профессиональных областей.

В европейском проекте TUNING принято следующее определение: «…понятие компетенций и навыков включает знание и понимание (теоретическое знание академической области, способность знать и понимать), знание как действовать (практическое и оперативное применение знаний к конкретным ситуациям), знание как быть (ценности как неотъемлемая часть способа восприятия и жизни с другими в социальном контексте). Компетенции представляют собой сочетание характеристик (относящихся к знанию и его применению, к позициям, навыкам и ответственности), которые описывают уровень или степень, до которой некоторое лицо способно эти компетенции реализовать».

Сегодня принято считать, что «компетенция» играет роль основополагающего понятия модернизации образования, так как объединяет в себе интеллектуальную и практическую ставляющие результата образования, объединяет умения и знания, относящиеся к широким сферам деятельности. Компетентностный подход к образованию не отменяет необходимости формирования знаниевой базы (компетентности), речь идет о компетенции как интегральном результате образовательного процесса.

В соответствии с российскими нормативными документами качество образования при компетентностном подходе подразумевает оценивание с позиции соответствия подготовленного вузом специалиста целой совокупности компетенций. Современные образовательные программы высшего образования ориентированы на государственные образовательные стандарты третьего поколения. В соответствии с требованиями Болонского процесса они закрепляют уровневую систему высшего образования и отдельно описывают каждую из ступеней: бакалавриат и магистратуру. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) выстроены на принципиально новых основаниях, а именно - на компетентностном подходе. Данные стандарты предъявляют требования к результатам освоения основных образовательных программ (ООП); структуре ООП; условиям реализации ООП.

Интересен вопрос относительно выделения ключевых компетенций. Количество ключевых компетенций у различных авторов варьируется от 3 до 140. Еще в 1996 году на симпозиуме «Ключевые компетенции для Европы», проходившем в Берне, был представлен их примерный список. В него вошли:

1) политические и социальные компетенции;

2) межкультурные компетенции, позволяющие гармонично сосуществовать с людьми другой культуры, религии;

3) компетенции, относящиеся к владению устной и письменной коммуникацией; информационная компетентность.

Российские авторы также изучали данный вопрос. Наиболее комплексная классификация компетенций предложена И.А. Зимней и основана на категории деятельности. Она выделяет три группы компетенций:

1) компетенции, относящиеся к самому человеку как личности, субъекту деятельности, общения;

2) компетенции, относящиеся к социальному взаимодействию человека и социальной среды;

3) компетенции, относящиеся к деятельности человека.

В каждой группе выделяется несколько видов компетенций. В первую группу включены компетенции здоровьесбережения; ценностно-смысловой ориентации в мире; интеграции; гражданственности; самосовершенствования, саморегулирования, саморазвития, личностной и предметной рефлексии; смысл жизни; профессиональной развитие; языковое и речевое развитие; овладение культурой родного языка, владение иностранным языком. Вторая группа включает компетенции социального взаимодействия и общения. Третья группа содержит компетенции деятельности; познавательной деятельности; информационных технологий.

Требования к результатам освоения основных образовательных программ прописаны в стандарте на языке компетенций (выделяются общекультурные компетенции, общепрофессиональные, профессиональные и профессионально-специализированные), которые устанавливаются в соответствии с видами профессиональной деятельности (например, производственно-технологическая, организационно-управленческая, научно-исследовательская, проектная). Требования к структуре основных образовательных программ предусматривают изучение студентами учебных циклов, которые имеют базовую (обязательную) и вариативную (профильную), устанавливаемую вузом, части. Вариативная часть дает возможность расширения или углубления

знаний, навыков и умений, определяемых содержанием базовых дисциплин, позволяет студенту продолжить образование на следующем уровне, получить углубленные знания и навыки для успешной профессиональной деятельности.

УДК 514.122

ИНВЕРСИЯ КАК ПРИМЕР НЕЛИНЕЙНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПЛОСКОСТИ

INVERSION AS AN EXAMPLE OF A NONLINEAR TRANSFORMATION OF THE PLANE

Супонева А.В., к.ф.-м.н., преподаватель
Галактионов М.В., курсант
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
г. Воронеж, Россия
antonina.zavyalova@gmail.com
DOI: 10.12737/16047

Аннотация: данная статья посвящена изучению понятия инверсии, основных свойств данного преобразования плоскости. На примере одной задачи показано применение инверсии.

Summary: this article is devoted to the study of the notion of inversion, basic properties of this translation plane. For example, one task shows the use of inversions

Ключевые слова: нелинейное преобразование, инверсия, окружность инверсии.

Keywords: a nonlinear transformation, inversion, circle of inversion.

Различные преобразования фигур играют важную роль в геометрии. Инверсия является нелинейным преобразованием, при котором прямые могут переходить в окружности, и наоборот. Во все времена инверсия привлекала к себе внимание ученых не только своей причудливостью, а больше своим прикладным значением. Основная идея применения инверсии при решении задач заключается в том, чтобы на преобразованной фигуре задача решалась проще и чтобы после возвращения к данной фигуре получить требуемый результат.

Данные преобразования применяются не только при решении задач, но и при доказательстве ряда теорем.

С помощью инверсии можно решить известную задачу Аполлония о построении окружности, касающуюся трех данных окружностей; можно математически описать принцип действия механизма Липкина — Посселье, который способен преобразовывать вращательное движение в совершенное прямолинейное (инверсор), и наоборот.

С помощью инверсии можно также показать, что все построения, которые можно сделать с помощью циркуля и линейки, можно сделать с помощью одного циркуля (прямая считается построенной, если известны две её точки).

Цель данной работы изучение понятия инверсии, свойств данного преобразования, особенностей и применения на практике.

Пусть $\omega(O,r)$ - некоторая окружность евклидовой плоскости Π с центром O и радиуса r.

Рассмотрим некоторое множество плоскости без точки O: $\boldsymbol{\Pi} = \Pi\backslash\{O\}$.

Инверсией *Inv* <*ω(O)*> с центром O относительно окружности $\omega(O,r)$ называется такое преобразование множества $\boldsymbol{\Pi}$, при котором любая ненулевая точка M переходит в такую точку M', принадлежащую лучу OM, что выполняется векторное равенство: $\overline{OM} \cdot \overline{OM'} = r^2$.

Точка O называется центром инверсии, окружность $\omega(O,r)$ – окружностью инверсии. [1]

Задача. Две окружности ω_1 и ω_2 пересекаются в точках A и B. На прямой AB взята точка C, отличная от точек A и B и лежащая вне окружностей ω_1 и ω_2. Постройте окружность, проходящую через точку C и касающуюся окружностей ω_1 и ω_2. [2]

Дано:

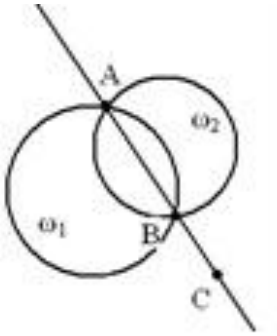


Рис. 1 – Условие задачи

Построить окружность ω_3.

Условия: 1° $C \in \omega_3$,

2° ω_3 касается ω_1 и ω_2.

Решение

I. Анализ.

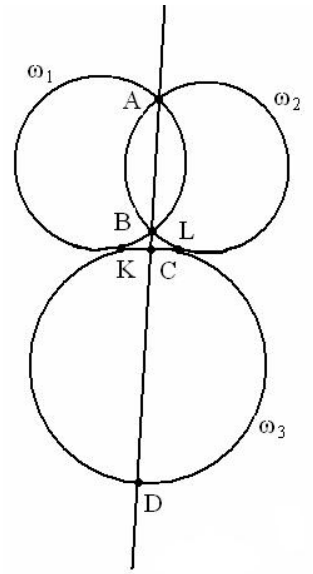


Рис. 2 – Анализ построения

Предположим, что построения, удовлетворяющие условиям 1° и 2° выполнены (Рисунок 1 – Анализ построения), т.е. ω_3 проходит через точку C и касается окружностей ω_1 и ω_2 в точках K и L.

Рассмотрим инверсию: $Inv < \omega(C, r = |CA| \cdot |CB|) >$.

При этой инверсии каждая из окружностей ω_1 и ω_2 перейдет в себя, а окружность ω_3 перейдет в прямую, касающуюся ω_1 и ω_2, то есть проведя касательную к окружностям ω_1 и ω_2, получим точки K' и L' – образы точек K и L при инверсии Inv.

II. Построение. (Рисунок 3 – Построение).

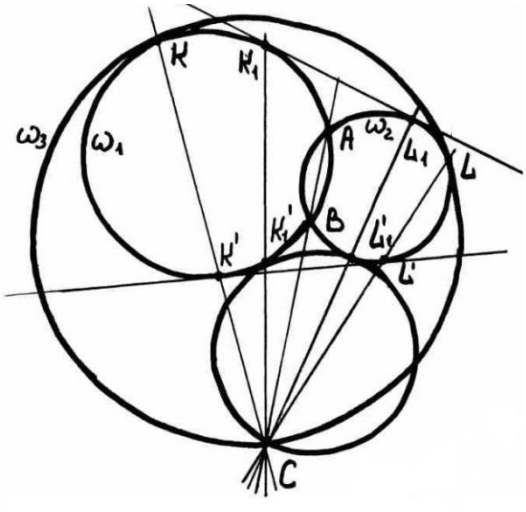


Рис. 3 – Построение

1. $Inv(\omega_1) = \omega_1$;
2. $Inv(\omega_2) = \omega_2$;
3. $K'L'$ ($K_1'L_1'$) – общая касательная к окружностям ω_1 и ω_2, причем $K' \in \omega_1$, $L' \in \omega_2$;
4. $Inv(K') = K$, ($Inv(K_1') = K_1$);
5. $Inv(L') = L$, ($Inv(L_1') = L_1$);
6. $Inv(K'L') = \omega_3$.

III. Доказательство.

При инверсии Inv: $\omega_1 \to \omega_1$, $\omega_2 \to \omega_2$, $\omega_3 \to (K'L')$. Так как K', L' – точки касания образов, то по свойству инверсии они переходят в точки касания прообразов, то есть окружность ω_3 касается окружностей ω_1 и ω_2 в точках $K = Inv(K')$ и $L = Inv(L')$.

IV. Исследование.

Построения 1 – 6 выполнимы. Так как к окружностям ω_1 и ω_2 можно провести две общих касательных, то задача имеет два решения. Одна окружность будет касаться данных внешним образом, а другая – внутренним.

Список литературы

1. Комиссарук, А.М. Аффинная геометрия./ А.М. Комиссарук. - Минск: Вышэйшая школа, 1977. - 340 с.

2. Капленко, Э.Ф. Сборник задач по геометрии: учеб.-метод. пособие для студентов физ.-мат. фак. по курсу геометрии. / Э.Ф. Капленко. - Воронеж, 2007. - 54 с.

УДК: 514.142

ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПЛОСКОСТИ, МЕНЯЮЩИЕ ФОРМУ ФИГУРЫ, И ИХ ПРИЛОЖЕНИЕ В ЗАДАЧАХ

TRANSFORMATIONS OF THE PLANE, SHAPE-SHIFTING FIGURES, AND THEIR APPLICATION TO PROBLEMS OF

Супонева А.В., к.ф.-м.н., преподаватель

Пастарнак К.В., курсант

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

г. Воронеж, Россия

antonina.zavyalova@gmail.com

DOI: 10.12737/16048

Аннотация: данная статья посвящена изучению основных свойств аффинного преобразования плоскости. На примере одной задачи геометрии показывается применение аффинного преобразования.

Summary: this article is devoted to the study of the basic properties of affine transformations of the plane. For example, one task of the geometry shows the use of an affine transformation.

Ключевые слова: аффинное преобразование, коллинеарность трех точек на прямой, осевая симметрия.

Keywords: an affine transformation, collinearity of three points on a straight line, axial symmetry.

Геометрические преобразования древни как сама геометрия. Одними из самых удивительных, необычных преобразований являются преобразования, меняющие форму фигуры. В школьном курсе математики даются только начальные сведения о различных видах преобразований: преобразования движения, преобразования подобия и гомотетия, как его частный случай. Для преобразования движения характерной особенностью является инвариантность, как размеров, так и формы фигуры. Для преобразования подобия и гомотетии характерно инвариантность формы, но при этом размеры фигуры изменяются. Но есть еще преобразования плоскости, которые меняют как размеры, так и форму фигуры: это аффинное преобразование.

Цель данной работы исследовать одно из важных понятий плоскости: аффинное преобразование.

Исследование преобразований важно в двух отношениях.

1. Симметрия, вращение, перенос, подобие и др. преобразования являются «простейшими» в том смысле, что при них сохраняются основные образы геометрии: отрезки и углы (при ортогональных преобразованиях), прямые линии (при аффинных и проективных преобразованиях), прямые и окружности (при инверсии).

2. Разделение геометрии на элементарную, аффинную, проективную и др. определяется тем, какие из геометрических свойств сохраняются при тех или иных преобразованиях и какие свойства этими преобразованиями нарушаются. Так, элементарная геометрия имеет дело с такими свойствами геометрических фигур, которые сохраняются при движении (и подобных

преобразованиях); аффинная геометрия изучает те свойства геометрических фигур, которые сохраняются при аффинных преобразованиях: прямолинейность, параллельность, отношение отрезков одной прямой и др.; при аффинных преобразованиях уже, не сохраняются длины отрезков, величины углов и другие метрические свойства фигур. Проективная геометрия изучает свойства, сохраняющиеся при проективных преобразованиях. Таковыми являются, например, прямолинейность, двойное отношение четырех точек одной прямой (в частности, гармонизм) и др. [4]

По определению, *аффинным преобразованием* плоскости называется такое точечное преобразование, при котором прямая переходит в прямую с сохранением простого отношения любой тройки точек этой прямой. Это линейное преобразование, которое меняет форму фигуры (при таком преобразовании прямая переходит в прямую, отрезок в отрезок, луч в луч и т.д.). Для аффинного преобразования характерно сохранение коллинеарности трех точек на прямой. [1]

Общая идея применения аффинных преобразований при решении задач на доказательство и вычисление заключается в том, чтобы преобразовать данную фигуру в такую, для которой задача решается проще (это так называемая «хорошая» фигура), а затем перенести полученные результаты на заданную фигуру, учитывая ее инвариантные свойства. [2]

Часто исследование более общих преобразований может быть заменено изучением некоторого аффинного преобразования. Например, в гидромеханике при изучении сложного течения жидкости, в теории упругости при изучении деформации твердых тел. Также аффинные преобразования применяют для классификации линий и поверхностей второго порядка.

Задача. Доказать, что в любом треугольнике медианы пересекаются в одной точке и делятся этой точкой в отношении 2:1, считая от вершины. [3]

Дано: ΔABC; AA_1, BB_1, CC_1 – медианы.

Доказать: $O = [AA_1] \cap [BB_1] \cap [CC_1]$,

$[AO] : [OA_1] = [BO] : [OB_1] = [CO] : [OC_1] = 2$.

Решение.

Пусть треугольник ABC - произвольный, а точка O - точка пересечения медиан (Рисунок 1 – Треугольник ABC).

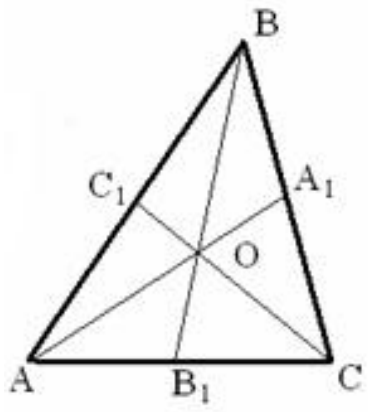


Рис. 1 – Треугольник *ABC*

Нужно доказать, что $O \in [BB_1]$. По определению легко видеть, что все понятия являются аффинными, т. е. они сохраняют свои свойства при любом аффинном преобразовании. Поэтому существует аффинное преобразование $Af: \Delta ABC \to \Delta A'B'C'$, причем $\Delta A'B'C'$ - равносторонний треугольник (это так называемая «хорошая» фигура, для которой задача решается проще).

Для этой «хорошей» фигуры (Рисунок 2 – Треугольник *A'B'C'*) докажем, что все три медианы пересекаются в одной точке *O'* и делятся ею в отношении 2:1. Для этого рассмотрим осевую симметрию S_l. Прямая $l = (C'C'_1)$ является осью данной осевой симметрии.

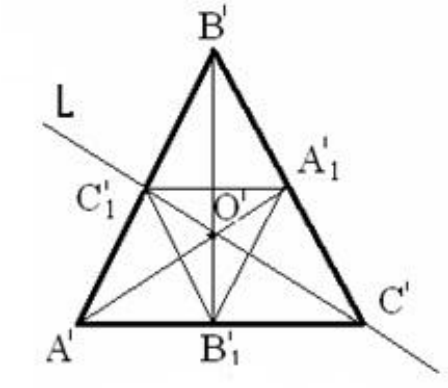


Рис. 2 – Треугольник *A'B'C'*

При данной осевой симметрии S_l: точка *C'* перейдет в точку *C'*; точка *A'* перейдет в точку *B'*, *[A'C']* перейдет в *[B'C']*, следовательно точка B'_1 *(сер.[A'C'])* перейдет в точку A'_1, точка A'_1 *(сер.C'B')* в точку B'_1 *(сер.[A'C'])*, следовательно, $[B'B'_1]$, $[A'A'_1]$ - медианы $\Delta A'B'C'$, но $O' \in [B'B'_1]$, $O' \in [A'A'_1]$, т.е. *O'* - точка пересечения медиан. Так как $\Delta A'B'C'$ - правильный, то медиана является также высотой и биссектрисой.

Рассмотрим прямоугольный $\Delta B'_1O'A'$: угол $O'A'B'_1 = 30^0$, следовательно,

$|O'B'_1| = \frac{1}{2}|O'A'|$ (половине гипотенузы), но $|B'_1O'| = |A'_1O'|$, т.е. $|A'_1O'| = \frac{1}{2}|O'A'|$.

Таким образом, $|A'O'| : |O'A'_1| = 2$.

Аналогично доказывается, что $|B'O'| : |O'B'_1| = 2$ и $|C'O'| : |O'C'_1| = 2$.

Рассмотрим аффинное преобразование $Af^{-1}: \Delta A'B'C' \to \Delta ABC$. Тогда при $Af^{-1}: A'_1 \to A_1, B'_1 \to B_1, C'_1 \to C_1$.

При этом сохраняется коллинеарность точек A', O', A'_1; $B', O' B'_1$; C', O', C'_1, т.е. $[AA_1], [BB_1], [CC_1]$ пересекаются в одной точке.

Список литературы

1. Аргунов, Б.И. Преобразования плоскости: учеб. пособие для студентов-заочников пед. ин-тов по курсу «Геометрия». / Б.И. Аргунов. - М: Просвещение, 1976. - 80 с.
2. Капленко, Э.Ф. Геометрические преобразования плоскости и их приложение к решению задач: учеб.- метод. пособие для студентов физ.-мат. фак. по курсу геометрии./ Э.Ф. Капленко. - Воронеж, 2006. - 80 с.
3. Моденов, П.С. Задачи по геометрии./ П.С. Моденов. - М.: Наука, 1979. - 368 с.
4. Моденов, П.С., Пархоменко, А.С. Геометрические преобразования./ П.С. Моденов. - изд. Московского Университета, 1961. - 232 с.

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ XXI ВЕКА: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции

2015 г. № 5 часть 2 (16-2)

(Volume 3, issue 5, part 2)

В сборнике опубликованы материалы второго международного молодежного симпозиума «Современные проблемы математики. Методы, модели, приложения», проведенного при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 15-31-10224 мол_г), 17-20 ноября 2015 года.

Материалы сборника публикуются в авторской редакции

Подписано в печать 11.11.2015. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 21,56. Уч.-изд. л. 14,67. Тираж 120 экз. Заказ 343

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»
ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8

Отпечатано в типографии ООО ИПЦ «Научная книга»
394026, г. Воронеж, Московский пр-т, 11б
тел.+7(473) 220-57-15
http://www.n-kniga.ru. E-mail: typ@n-kniga.ru

УДК 684.4.05

MATHEMATIC SIMULATION AND OPTIMIZATION OF FURNITURE DECORATIVE ELEMENTS MILLING PROCESS CONTROL

Postgraduate Student of the production process automation department
Mohammed Hayder A. Abbas
Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor of the production process automation department **A.A. Gribanov**
Candidate of Engineering Sciences, Professor of the production process automation department **V.S. Petrovskii**
Student **D.O. Kozelchuk**
Federal State Budget Educational Institution of Higher Professional Education "Voronezh State Academy of Forestry and Technologies"
appvglta@bk.ru
position **Nihad Mahmoud Nasir**
Place of work, e-mail

Milling process is one of the basic methods of metal processing by cutting, which in modern plants is carried out on numerically controlled (NC) machines. Most times such equipment is used to process box-shaped and flat furniture components in order to form decorative elements on them. Insuring the high quality of processed material surface requires the use of the optimal values of milling process parameters – the tool's feed and cutting speed, while the modern methods of their calculation do not consider the humidity of the furniture components. The main parameter that influences the milling quality is the surface roughness. It is estimated by the following indices: R_a – arithmetic average deviation of the profile, R_z – ten-point height of irregularities, R_{max} – maximum profile height. In order to determine the surface finish accuracy, the authors used parameter R_a. The system analysis of the furniture components milling process allowed singling out the target control functions as to the finish accuracy and output, with due account for a disturbing effect, namely the humidity of the wood-based material. In accordance with a compiled plan of active experiments, taking into account the specifications of the available NC machine, the minimum, maximum and average values for the tool's feed and cutting speed have been determined. The experiment carried out with 12 MDF work-piece samples allowed determining the mathematical models of the target functions that describe the dependence of the roughness index R_a on the feed speed V, tool cutting speed ω and humidity or moisture content f of the material being processed. The obtained target functions allow deducing the optimal control over the process of milling furniture decorative elements subject to their moisture content.

Key terms: milling process, target control functions, optimization, active experiment, mathematic model

It is known that the quality of the components in the furniture production is defined by the tolerances for dimensions, shape, mutual arrangement of the component's elements and surface roughness. The surface condition has a significant impact on the quality of future products. The traces of processing inevitably appear on the surface of the work-piece under the influence of the cutting process, namely the surface irregularities determined by its roughness. Surface roughness is a set of surface irregularities with a relatively small pitch, singled out with the help of a base length [1]. Roughness refers to the solid body microgeometry and determines its critical performance properties, such as, for example, the appearance. The roughness parameter is assigned when designing the furniture components depending on the surface's operating conditions. The initial roughness results from the processing of the material's surface – milling, for example. For a broad class of sur-

faces, the horizontal pitch of irregularities falls within the range from 1 to 1000 μm, and the height - from 0.01 to 10 μm.

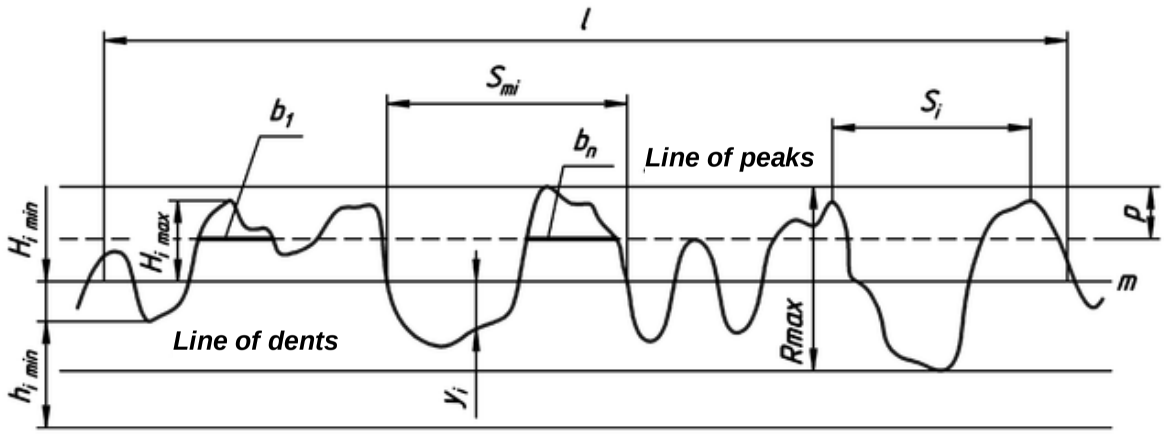


Fig.1. Surface roughness diagram

The surface roughness parameters are shown in fig. 1, where: ℓ – base length; m – centerline of the profile; S_{mi} – mean spacing of profile irregularities; S_i – mean spacing of local peaks of the profile; $H_{i\,max}$ – deviation of five greatest maximums of the profile; $H_{i\,min}$ – deviation of five greatest minimums of the profile; $h_{i\,max}$ – distance from the highest points of five greatest maximums to the line that is parallel to the centerline and does not cross the profile; $h_{i\,min}$ – distance from the lowest points of five greatest minimums to the line that is parallel to the centerline and does not cross the profile; R_{max} – highest height of the profile; y_i – deviations of the profile from line m; p – level of the profile section; b_n – length of the segments intercepted at level p.

Height parameters:

1. R_a – arithmetic average deviation of the profile, determined by formula

$$R_a = \frac{1}{\ell}\int_{\ell}^{0}[\,y_i\,]dx;$$

2. R_z – ten-point height of irregularities

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^{5} H_{i\,max} - \sum_{i=1}^{5} H_{i\,min}}{5};$$

3. R_{max} – maximum profile height.

Parameter R_a is preferable for determining the surface finish accuracy.

Out of the cutting mode parameters, the cutting speed and the tool feed speed values have the most considerable influence on the surface roughness [2, 3].

During the system analysis of furniture components' milling [4], the structural diagram of this process is presented in fig. 2.

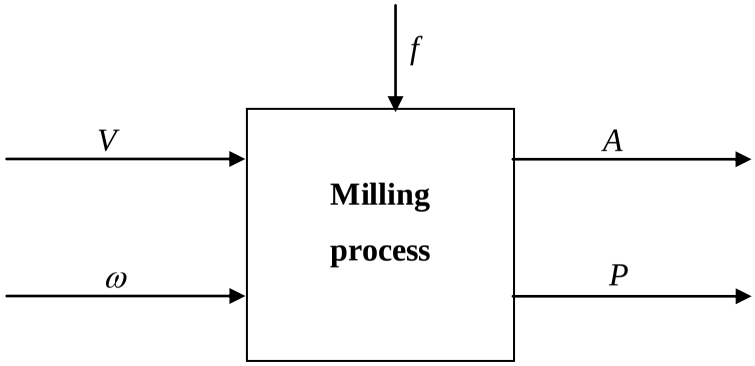


Fig. 2. Structural diagram of the milling process

The diagram uses the following informational indices:

1. Setting actions:
   V – tool feed speed, mm/s;
   ω – cutting speed, rpm.
2. Disturbing action f – wood material moist content in %.
3. Target functions of milling process control:

A – finish accuracy that determined the surface roughness in the form of indices R_a, R_z, R_{max};
P – milling processing output in seconds.
The most adequate form of the control output functions is:

$$A=a_0+a_1V+a_2\omega+a_3f+a_{11}V^2+a_{22}\omega^2+a_{33}f^2+a_{12}V\omega+a_{13}Vf+a_{23}\omega f$$

$$P=b_0+b_1V+b_2\omega+b_3f+b_{11}V^2+b_{22}\omega^2+b_{33}f^2+b_{12}V\omega+b_{13}Vf+b_{23}\omega f$$

The active experiments should result in determining the values of coefficients a_0, a_1, …, a_{23}; b_0, b_1, …, b_{23}.

A plan of active experiments was drawn up. Based on the NC machine capabilities and milling material properties we defined the minimum, maximum and average vales of feed speed V and cutting speed ω.

V_{min}=500=(-1) V_{max}=2500=(+1) $V_{cp}=\frac{V_{max}+V_{min}}{2}=\frac{500+2500}{2}=1500$=(0)

ω_{min}=10000=(-1) ω_{max}=2500000=(+1) $\omega_{cp}=\frac{\omega_{max}+\omega_{min}}{2}=\frac{10000+25000}{2}=17500$=(0)

The authors have performed laboratory active experiments with milling of MDF workpieces and have entered the results in table 1. Experiments 1 through 8 are deemed as central composite design experiments, 9 through 12 – experiments at the center point of the design. Moist content of the experimental MDF samples was different.

Based on the results in table 1 we have determined mathematical models of dependence of roughness indices R_a on feed speed V, cutting speed ω and material's humidity f.

For example, the roughness index R_a for milling tool diameter of 6 мм is determined by a mathematical model in the form of regression equation

$$R_a=-150{,}4367106+0{,}088958\cdot V-0{,}0025595\cdot\omega+35{,}451658\cdot f-0{,}000000041\cdot\omega^2+0{,}000002634\cdot V\cdot\omega-0{,}022162427\cdot V\cdot f$$

Let us determine the optimal value of feed speed V and cutting speed ω. We will set up systems of differential equations and then we will set them equal to zero as follows:

$$\frac{\partial R_a}{\partial V}=a_1+2a_{11}V+a_{12}\omega+a_{13}f=0$$

$$\frac{\partial R_a}{\partial \omega}=a_2+2a_{22}V+a_{12}\omega+a_{23}f=0$$

The optimal feed speed V and cutting speed ω is determined for each material moist content value.

Table 1

Active experiments results

Work-piece number	Feed speed, mm/min V	Cutting speed, rpm ω	Hu-mid-ity, % f	Mil-ling tool dia, mm	Roughness indices			Output, sec P
					Rmax, μm	Rz, μm	Ra, μm	
1	+1	+1	7	6	74.6	42.0	6.33	27
				4	106.0	60.9	10.00	
				8	56.0	47.8	8.51	
2	+1	-1	5	6	57.39	39.54	8.133	27
				4	49.90	46.97	9.134	
				8	51.09	40.19	7.850	
3	-1	+1	7	6	49.21	42.71	7.161	53
				4	–	–	–	
				8	63.54	51.35	10.534	
4	-1	-1	5.5	6	94.28	58.22	11.507	53
				4	56.78	40.25	7.813	
				8	54.29	41.03	8.010	
5	0	0	5	6	39.78	29.08	5.074	29
				4	58.64	40.67	7.435	
				8	52.55	47.68	9.489	
6	+1	0	6	6	82.25	53.08	10.269	27
				4	49.66	41.22	7.992	
				8	60.53	50.48	9.776	
7	0	-1	6	6	43.66	34.14	6.164	29
				4	63.45	45.12	7.740	
				8	88.50	60.16	8.743	
8	0	+1	6	6	46.13	35.79	6.257	29
				4	44.71	32.55	5.858	
				8	51.60	42.36	7.687	
9	0	0	8	6	81.6	64.1	12.53	29
				4	124.8	73.0	11.78	
				8	102.3	60.0	10.84	
10	0	0	6.5	6	77.52	50.76	8.137	29
				4	96.4	60.5	9.73	
				8	63.39	41.03	7.246	
11	0	0	6	6	88.4	55.9	9.58	29
				4	83.5	61.7	13.75	
				8	50.4	43.9	8.38	
12	0	0	5.5	6	39.01	29.55	6.047	29
				4	65.57	60.83	10.700	
				8	57.37	46.44	8.555	

For example, the values of the optimal feed speed V and cutting speed ω for a certain humidity of the processed material are shown in table. 2.

Table 2

Optimal values of the tool's feed and cutting speed for the milling tool diameter of 6 мм depending on the MDF work-piece humidity

Humidity *f*, %	Feed speed *V*, mm/min	Cutting speed ω, rpm
5	1230	8297
5.1	1256	9138
5.2	1282	9979
5.3	1308	10821
5.4	1335	11662
5.5	1361	12504
5.6	1387	13345
5.7	1413	14187
5.8	1439	15028
5.9	1466	15859
6.0	1492	16710

As it follows from table 2, due to the peculiarities of the processed material structure (MDF), as its humidity increases, the tool feed and cutting speeds shall also be increased.

The obtained target functions allow carrying out quick and high-quality milling processing of the materials under study and may be used when creating a control program for a NC machine in accordance with the method presented in the respective article [5] of the authors. The most important milling parameters, such as the tool cutting and feed speed, now can accurately be set by a technologist based on the calculations obtained in the present article.

References

1. Anuriev V.I. The reference books of a mechanical engineering designer [Text]: In 3 Vol. / Edited by I.N. Zhestkova – 8th edition, revised and enlarged – M.: Mashinostroeniie, 2001.
2. Mohammed Hayder A. Abbas. Automation of 2-D images treatment process when creating new projects [Text] / Mohammed Hayder A. Abbas, V.S. Petrovskii, A.A. Gribanov // Bulletin of the Voronezh state technical university. - 2013. - Vol. 9, No 1. – pp. 36-39. - References: p. 39
3. Mohammed Hayder A. Abbas. Research and development of furniture decorative elements milling process on NC machines [Text] / Mohammed Hayder A. Abbas, V.S. Petrovskii, A.A. Gribanov // FES: Finances. Economics. Strategy. Ser. Innovative economics: human dimension. - 2012. - No 2 (53). – pp. 53-55.
4. Gribanov A.A. System analysis of the furniture decorative elements milling process and its optimization [Electronic resource] / A.A. Gribanov, Mohammed Hayder A. Abbas; A.A. Gribanov, Mohammed Hayder A. Abbas // Timber complex: status and development prospects: materials of the 12th international scientific and technical conference, November 1-30, 2013 – Bryansk : BSETA, 2013.
5. Mohammed Hayder A. Abbas. Methods of automatic vectoring of furniture decorative element's pattern and development of a program for a NC machine for chase carving of its contour [Text] / Mohammed Hayder A. Abbas, V.S. Petrovskii, A.A. Gribanov // Bulletin of the Voronezh state technical university. Ser. System analysis and informational technologies. - 2013. - No 1. - pp. 142-146.

University with Potential Excellence
Re-Accredited by NAAC with "A" Grade

I.0277/2013-14

Osmania University



HYDERABAD, INDIA

Participation / Merit Certificate

This is to certify that Ms. Shaymaa Taha Ahmed from (Country) Iraq Of Nizam College (College) has participated in the 3rd Foreign Students Youth Festival of Osmania University during 8-9, March-2014, Organised by DEAN, Students Affairs, OU.

The bearer of this certificate has also won the prize in the following events.

(A) Music Events-Western Vocal Solo____ Group Songs Western ____

(B) Dance Events-Solo Dance____ Group Dance Folk/Tribal____

(C) Theatre Arts Events-One Act Play____ Skits____ Mime____ Mono Acting ____ Mimicry____

(D) Fine Arts Events-On the Spot Painting____ Collage____ Poster Making____ Spot Photography ____
Cartooning ____ Clay Modeling____

(E) Literary Events -Essay writing ✓ Elocution____



Prof.K.Pratap Reddy
Registrar, OU

Prof.B.Laxmaiah
Dean, Students Affairs, OU

Office of the Dean Students Affairs, Ground Floor, Prof.J.Anantha Swamy Administrative Building, Osmania University, Hyderabad, INDIA
URL: www.osmania.ac.in Email: oudeanstudentaffairs@gmail.com, oudeanstudentaffairs@osmania.ac.in, Phones: 040-27682250.
Convener: Dr.Mohd.Akhter Ali, Asst Prof Dept of Geography, O.U Mobile No- 9246579610, Email: mohdakhterali@yahoo.com, drmohdakhterali@gmail.com, mohdakhterali@osmania.ac.in

ijiTECH INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES
(ISSN 2321-8665)
IJITV03IS06P4910-1

CERTIFICATE

This is to certify that Prof. /Dr. /Mr. /Ms. *SHAYMAA TAHA AHMED.* From *Nizam College, Osmania University, Hyderabad, Telangana, India.* Participated in the International Journal of Innovative Technologies, Presented a Paper Entitled *"Data Search for Fast High-Dimensional in Incomplete Databases"*. In the organizing committee of the SEMAR GROUPS, at Hyderabad, INDIA. During August-2015.

INTERNATIONAL JOURNAL IJIT HYD

Hyderabad, INDIA.
5th-August, 2015

G.Ramesh Chowdary
Organizing Secretary

F3, H.No: 8-3-225/A/93, Yadagiri Nagar, Yousufguda, Hyderabad, India.
Web: www.ijitech.org, Email: ijournals@ijitech.org, Ph: 040-64598880, Cell: 9290860984.

●●●○○ ASIACELL 14:01 45%

Done 1 of 2

INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER SCIENCE AND MOBILE COMPUTING

ISSN: 2320-088X

Impact Factor: 5.258

CERTIFICATE OF PUBLICATION

This is to certify that Mr./Mrs./Miss. Shaymaa Taha Ahmed has published his/her research work entitled "Using Feedback Sessions for Inferring User Search Goals" in International Journal of Computer Science and Mobile Computing

Volume 5, Issue 5, May 2016



TECHZONE
IT TRAINIG

Course Completion Certificate

This is certify that ~~Mr~~. / Mr. SHAYMAA TAHA AHMED has undergone

TWO Months / ~~Days~~ training Program in ORACLE 11g R-2/12c DBA

at Tech Zone During 2nd FEB 2015 to 2nd APR 2015.

TECHZONE
IT TRAINIG

Authorised Signature

103, Manjeera Square, Behind HUDA, Opp. Prime Hospital, Ameerpet, Hyderabad.

ijiTECH

INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES
(ISSN 2321-8665)

IJITV03IS02P4860-1

CERTIFICATE

This is to certify that Prof. /Dr. /Mr. /Ms. *SHAYMAA TAHA AHMED.* From *Nizam College, Osmania University, Hyderabad, TS, India.* Participated in the International Journal of Innovative Technologies, Presented a Paper Entitled *"Hadoop Data for Big Data Processing"*. In the organizing committee of the SEMAR GROUPS, at Hyderabad, INDIA. During June-2015.

Hyderabad, INDIA.
30th-June, 2015

G.Ramesh Chowdary
Organizing Secretary

F3, H.No: 8-3-225/A/93, Yadagiri Nagar, Yousufguda, Hyderabad, India.
Web: www.ijitech.org, Email: ijournals@ijitech.org, Ph: 040-64598880, Cell: 9290860984.