

МУҲАММАД АЛ-ХОРАЗМИЙ АВЛОДЛАРИ

Илмий-амалий ва ахборот-таҳлилий журнал
2017 йилда таъсис этилган

2(12)/2020

Таҳририят кенгаши аъзолари		МУНДАРИЖА	
Тешабаев Т.З.	– Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети (ТАТУ) ректори, Таҳририят кенгаши раиси	ДАСТУРИЙ ВА КОМПЬЮТЕР ИНЖИНИРИНГ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИНГ ЗАМОНАВИЙ МУАММОЛАРИ	
Садуллаева Ш.А.	– ТАТУ ўқув ишлари бўйича биринчи проректор, Таҳририят кенгаши раиси ўринбосари	Anarova Sh.A. Investigation of oscillation processes of spatially loaded rods in dynamic	3
Ташев К.А.	– ТАТУ илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректори, Таҳрир кенгаши раиси ўринбосари	Axatov A.R., Nurmamatov M.Q. Shaxsiy ma'lumotlar asosida har bir kishining ijtimoiy ahvolini monitoring qilish va aholi sharoitlarini bashoratlash modellarini ishlab chiqish	6
Носиров Х.Х.	– Ph.D., Бош мухаррир	Нишанов А.Х., Акбаралиев Б.Б., Жўраев Ғ.П. Юрак ишемик касалликлари симптомкомплексларини танлашнинг мослашувчан тасодифий кидирувга асосланган алгоритми	10
Рахимов Б.Н.	– т.ф.д., доц. бош мухаррир ўринбосари	Вотинов К.А., Цырельчук И.Н., Писецкий Ю.В., Маматова Н.М., Абдурашидов А.А., Собитов С.К. Разработка алгоритма для статистической оценки качества интегральных микросхем	16
Мухаррирлар:		Насимов Р.Х. 12 каналли электрокардиография қурилма таъминоти	19
Раджабов Т.Д.	– ф.-м.ф.д., проф., акад.	Зайнидинов Х.Н., Жўраев Ж.Ў. Функцияни интерполяциялашда Хаарнинг бўлак- полиномиал вейвлетлар усули	24
Камилов М.М.	– т.ф.д., проф., акад.	Примова Х.А., Сафарова Л.У. Норавшан тўпламлар назариясидан фойдаланиб сигирларда остеодистрофия касаллик ҳолатини башоратлаш моделини қуриш	29
Бекмуратов Т.Ф.	– т.ф.д., проф.	Усмонов Р.Н., Далиев Ш.К. Численное моделирование двух водоносных горизонтов	32
Мусаев М.М.	– т.ф.д., проф.	Бахрамов С.А. Зайнидинов Х.Н., Қўчқаров М.А. Геофизик сигналларни моделлаштиришнинг сплайн-усули	35
Арипов Х.К.	– ф.-м.ф.д., проф.	Ғуломов Ш.Р. Ганиев А.А. Арипова З.Д. Фильтрация спама с поведенческим черным списком	39
Нишонбоев Т.Н.	– т.ф.д., проф.	Сиддиков И.Х., Юнусова С.Т., Хужаназаров У.О. Нечетко-логическое регулирование процесса сушки хлопка	43
Абдурахмонов К.П.	– ф.-м.ф.д., проф.	Зоҳиров Қ.Р., Шарапова Б.А. Электромиография сигналинини қайд қилишда сирт электродлари жойлашуви-нинг таҳлили	47
Ганиев С.К.	– т.ф.д., проф.	ОПТИК АЛОҚА ТИЗИМЛАРИ, ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ТАРМОҚЛАРИ ВА КОММУТАЦИЯ ТИЗИМЛАРИНИНГ РИВОЖЛАНИШ ТАМОЙИЛЛАРИ	
Мухамедиева Д.Т.	– т.ф.д., проф.	Siddikov I.X., Hujamatov X.E., Hasanov D.T., Reypnazarov E.N., Toshtemirov T.Q. Telekommunikatsiya tizimlarining avtomatik boshqariluvchi quyosh energiya ta'minotini IOT modellari asosida tadqiq etish	52
Туляганов А.А.	– т.ф.н., проф.	Абдурахманов Р.П., Тоғжиева Ф.К. Моделирование узла доступа мультисервисной сети с учетом самоподобия входящего трафика	59
Исаев Р.И.	– т.ф.н., проф.	Сидиков И.Х., Нигматов З.З. Ҳисоблаш тармоқларининг тармоқлараро тугунларида трафикни бошқаришнинг нейрокатъиймас моделини ишлаб чиқиш	68
Якубова М.З.	– академик (Қозоғистон)	Эшмурадов А.М., Хайтбаев А.Ф., Музафаров Ф.А. Симсиз сенсор тармоқда энергия истеъмолининг қиёсий таҳлили	73
Халиков А.А.	– т.ф.д., проф. (ТГЙТМИ)		
Назаров А.М.	– т.ф.д., проф. (ТДТУ)		
Рахимов Н.Р.	– профессор (Россия)		
Жмуд В.А.	– профессор (Россия)		
Miroslav Skoric	– профессор (Австрия)		
Dzhurakhalov A	– профессор (Белгия)		
Abgarov S.M.	– профессор (Канада)		
Siddikov B.	– профессор (АҚШ)		
Куямакуя К.	– профессор (Австрия)		
Chedjou J.Ch.	– профессор (Австрия)		
Давронбеков Д.А.	– т.ф.д., доц.		
Анарова Ш.А.	– т.ф.д., доц.		
Писецкий Ю.В.	– т.ф.д., доц.		
Нишонов А.Х.	– т.ф.д., доц.		
Муминов Б.Б.	– т.ф.д., доц.		
Рахимов Н.О.	– т.ф.д., доц. (ЎзМУЖФ)		
Рахимов Т.Г.	– т.ф.н., доц.		
Гаврилов И.А.	– т.ф.н., доц.		
Губенко В.А.	– т.ф.н., доц.		
Амирсайдов У.Б.	– т.ф.н., доц.		
Тўраев Ш.Ш.	– и.ф.н., доц.		
Шаҳобиддинов А.Ш.	– Ph.D		
Яхшибаев Д.С.	– Ph.D		
Керимов К.Ф.	– т.ф.н.		
Бердиев А.А.	– бош мухаррир ёрдамчиси		

**РАҚАМЛИ ТЕЛЕВИДЕНИЕ ВА РАДИОЭШИТТИРИШ,
СИМСИЗ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ВА РАДИОТЕХНИКАНИ
РИВОЖЛАНТИРИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ**

Нигматов Х., Умаров У.А. Определение основных характеристик телекоммуникационной сети с разнотипными каналами связи и изменяющейся структурой	78
Газиева В.А., Туляганова В.А. Анализ нелинейностей элементов, контуров и разработка реверсивного ШИП постоянного тока с запирающимся тиристором	83
Хамидов Х., Дусенов Э. Мобильные сети 5G, задачи и технологии	87
Амиров С.Ф., Жумабоев С.Х. Выявление несимметричности фаз электромагнитными преобразователями тока на магнитомодуляционном эффекте	91
Рахимов Т.Г., Муталова Ш.А. Кўп сонли объектлар тоифаларига эга бўлган тасвирларни таснифлаш алгоритмлари	94
Рахимов Б.Н., Хотамов А., Рахимов Т.Г. Ўлчов антенналари асосида индустриал радиохлакитлар характеристикаларини аниқлаш	98
Beknazarova S.S., Kurbanov S.K. Binolarni rekonstruksiya qilishning lazerli skanerlash usulidan foydalanishda yuzaga keladigan muammolar	101
ИЛМИЙ АХБОРОТЛАР	
Писецкий Ю.В., Цырельчук И.Н., Вотинов К.А., Талипов А.Р., Маматова Н.М., Абдурашидов А.А., Собитов С.К. Программные методы контроля автоматических систем	106
Хотамов А., Эшназаров Н. Мобил алоқа камровини кучайтириш ва кенгайтириш усули	111
Бегимов У.И., Худайкулов С.И., Усмонова Н.А. Моделирование схемы кавитационных течений многофазной жидкости	114
Khakimova Sh. N. Foreign and domestic achievements in the field of it logistics: efficiency of use of automated ERP-systems	116
Kholmonov Sh.Q., Vayjonova L.E., Ulashov.S.R. Principles of Creating Virtual Laboratories in Engineering Education	120
Мамасодиков Ю. Механические и расчетные методы контроля технологических параметров кокона и их оценка	123
Сиддиков И.Х., Абдумаликов А.А., Анарбаев М.А. Назорат ва бошқарув датчигининг ишончилиги ва иш ҳолати кўрсаткичларини тадқиқ этиш	127
Ишдавлетова Э.Т., Кудрявцева Л.В. Оценка эффективности реализации стратегического контроллинга в почтовой связи Узбекистана	132
Зарипов О.О., Мамиров У.Ф., Шукурова О.П. Итерационные алгоритмы регулярной идентификации объектов управления большой размерности самозапуск	136

Муассис:

*Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги
Тошкент ахборот технологиялари
университети*

Манзил:

*100084, Ўзбекистон, Тошкент ш., Амир
Темур кўчаси, 108*

Телефон: 71 238-64-38;

e-mail: alxorazmiy@tuit.uz

Журнал сайти: <http://alxorazmiy.uz>

Босишига рухсат этилди:

Қозғоз бичими 60x84 1/8

Босма табоғи 15,5. Адади 100 нусха

Буюртма рақами №195 “Фан ва

технологиялар Марказининг

босмаҳонаси”да чоп этилди

Тошкент шаҳри Олмазор кўчаси, 171.

Журнал Ўзбекистон Матбуот ва

ахборот агентлигида 2017 йил

22 июнда 0921 рақами билан рўйхатдан

ўтган.

Журнал йилда 4 мартаба

(ҳар чоракда) чоп этилади

ISBN 978–9943–11–665–8

UDK 539.3

Anarova Sh.A.

Investigation of oscillation processes of spatially loaded rods in dynamic

Oscillation processes of spatially loaded rods in linear statement are considered in the paper. Results are presented in the form of graphs. Description of results obtained and comparative analysis of all parameters of the problem set are given.

Keywords: rod, oscillations, spatial load, process of oscillations.

Introduction. Scientific research conducted in the world is aimed at constructing mathematical models, developing computational algorithms for solving linear and geometrically non-linear problems of stress-strain state of rods under spatial loading, creating an automated system for estimating strain processes in rods. In this direction, the most important tasks are: construction of mathematical models that determine the stress-strain state, development of computational algorithms and creation of automated systems for estimating the strain processes of longitudinal-flexural, longitudinal-torsional and flexural-torsional oscillations of the rods under spatial loading. In this connection, the development of mathematical models and algorithms for solving problems of linear and geometrically non-linear rods of complex configuration under spatial loading is urgent.

In the Republic of Uzbekistan, large-scale activities are being carried out on design of rod-type structures and mathematical modeling of computing processes using modern computer technologies for assessing the stress-strain state of structures, as well as on developing technological systems and creating automated software. The Strategy of Actions for Further Development of the Republic of Uzbekistan for 2017-2021 defines the objectives, in particular, "... the implementation of information and communication technologies in economy, social sphere, management systems, ... the development and modernization of road transport, engineering-communication and social infrastructure " [1]

In fulfillment of these tasks, important issues are the development of generalized mathematical models, computational algorithms and the creation of an automated system for solving linear and geometrically nonlinear problems of stress-strain state of rods under spatial loading based on modern information technologies applied in design process.

Statement of the problem. In [2–9], a generalized mathematical model of the statics and dynamics of rods under spatial loading is developed. Displacements of rod points under joint longitudinal, transverse and torsion oscillations are presented in the form [9]:

$$\begin{aligned}
 u_1(x, y, z, t) &= u(x, t) - z\alpha_1(x, t) - y\alpha_2(x, t) + \varphi(y, z) \times \\
 &\times \mathcal{G}(x, t) + a_1(z)\beta_1(x, t) + a_2(y)\beta_2(x, t), \\
 u_2(x, y, z, t) &= v(x, t) + z\theta(x, t), \\
 u_3(x, y, z, t) &= w(x, t) - y\theta(x, t).
 \end{aligned}$$

Here, the number of sought functions reaches nine, and no restrictions are imposed on the external load; variables $u, v, w, \alpha_1, \alpha_2, \theta, \mathcal{G}, \beta_1, \beta_2$ are the functions of spatial variable x and time t .

In [11 - 12], a computational algorithm is developed for calculating the statics and dynamics of rods under spatial loading.

In this paper the problems are solved when the following relations are given [10]:

$$\begin{aligned}
 a_1 &= \psi_1 - z, \quad a_2 = \psi_2 - y, \\
 \psi_1 &= \frac{3z}{2k} \left(1 - \frac{4z^2}{3h^2} \right), \quad \psi_2 = \frac{3y}{2k} \left(1 - \frac{4y^2}{3b^2} \right), \\
 a_1 &= a \left(\frac{5}{4}z - \frac{5}{3}z^3 - z \right), \quad a_2 = b \left(\frac{5}{4}y - \frac{5}{3}y^3 - y \right).
 \end{aligned}$$

Numerical results. Here, as an example, consider a rod with fixed ends, longitudinal force q_1 , transverse forces q_2 and q_3 and moment M .

The following parameter values are used to calculate the rod: Young's modulus $E = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$, Poisson's ratio $\nu_1 = 0,3$ (for steel), length $l = 10 \text{ м}$, insert cross sections $a = 0,02 \text{ м}$, $b = 0,02 \text{ м}$, insert surface loads $q_1 = 0,015 \text{ Н}$, $q_2 = 0,01 \text{ Н}$, $q_3 = 0,02 \text{ Н}$, $M = 0,012 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Results are shown below in the form of graphs. Fig. 1 shows the graphs of longitudinal displacements u along the rod at different moments of time $t = 20 \text{ s}$, 40 s , 80 s . As seen from the graphs at different t along the length of the rod there are different results at different points: at the points near the rod center there appear increasing sinusoidal amplitudes.

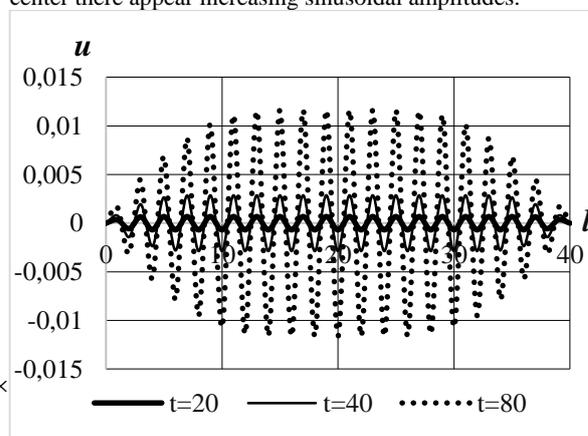


Fig. 1. Distribution of longitudinal oscillations $u \times 10^6$ along the length of the rod at $l = 10 \text{ m}$ and at different moments of time

As seen from Fig. 1, at longitudinal displacements u the largest disturbance is formed in the middle of the rod. Further, the displacement values are reduced at the ends of the rod. At $t = 20 \text{ s}$, longitudinal displacements u have the least value, they gradually increase at $t = 40 \text{ s}$ and at $t = 80 \text{ s}$ have the greatest value.

Fig. 2 shows the propagation of transverse oscillations along the length of the rod for boundary conditions of the rigid fixing at two ends in linear statement at different moments of times. As seen from the figure at transverse oscillations v the largest disturbance appears at the ends of the rod and gradually

decreases in the middle of the rod. At $t = 20$ s, transverse oscillations ν have the least value, they gradually increase at $t = 40$ s, and at $t = 80$ s they have the largest value. With increase in time t , transverse oscillations ν at the end points of the rod take on the greatest value and move symmetrically to the maximum value relative to the center of the rod length.

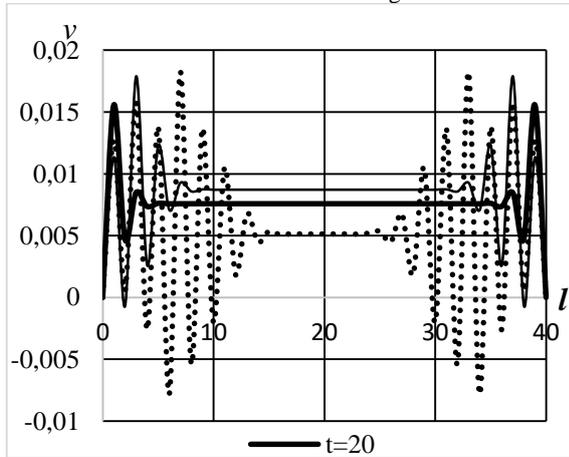


Fig. 2. Propagation of transverse oscillations $\nu \times 10^2$ along the length of the rod at different moments of time $t = 20, 40, 80$ (s)

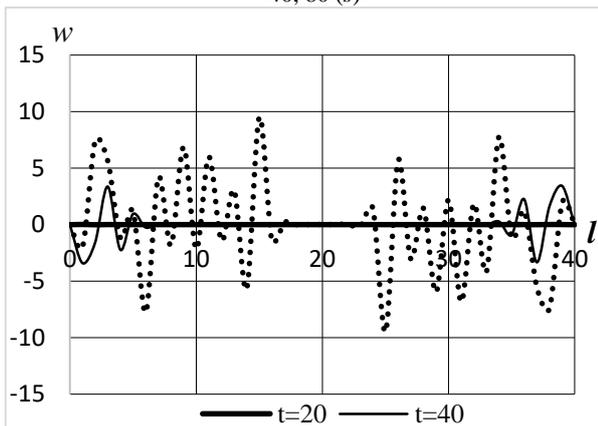


Fig. 3. Propagation of transverse oscillations along the length of the rod at different moments of time $t = 20, 40$ and 80 (s)

Fig. 3 shows the propagation of transverse oscillations w along the rod for boundary conditions of the rigid fixing of two ends in a linear statement for the moments of time $t = 20$ s, $t = 40$ s и $t = 80$ s. insert s; insert and at $t = 20$ s, transverse oscillations have the least value, they gradually increase at $t = 40$ s, and at $t = 80$ s they have the greatest value. With increasing time t , transverse oscillations w at end points of the rod take on the greatest value and move symmetrically to the maximum value relative to the center of the rod length. The value of transverse oscillations w corresponding to the largest amplitude is observed at the initial time t and at $t = 20$ s near the points of the boundary; at $t = 80$ s near the center they have the greatest value.

Fig. 4 shows the graphs of oscillation propagation of the angle of inclination α_1 along the length of the rod at different moments of time ($t = 20$ s, $t = 40$ s and $t = 80$ s).

According to these graphs, the greatest disturbance of the angle of inclination α_1 appears at the ends of the rod, and it gradually decreases towards the center of the rod.

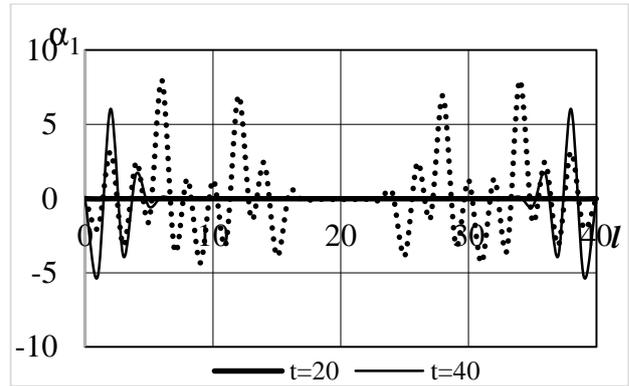


Fig. 4. Oscillations propagation of the angle of inclination $\alpha_1 \times 10^5$ along the length of the rod at different moments of time $t = 20, 40, 80$ (s)

At $t = 20$ s, the angle of inclination α_1 has the least value, which gradually increases at $t = 40$ s, and at $t = 80$ s it has the greatest value.

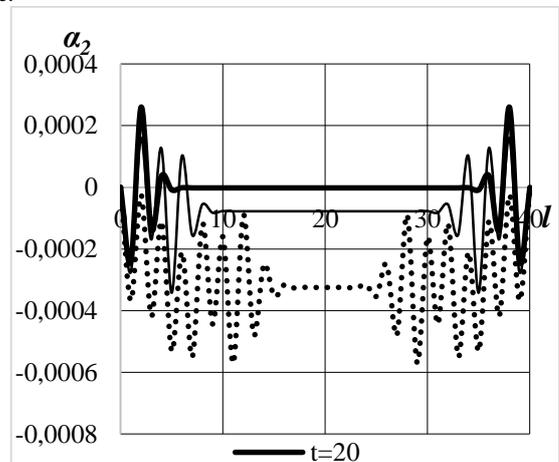


Fig. 5. Oscillations propagation of the angle of inclination $\alpha_2 \times 10^2$ along the length of the rod at different moments of time

Fig. 5 shows the graphs of oscillations propagation of the angle of inclination α_2 along the length of the rod at different moments of time ($t = 20$ s, $t = 40$ s and $t = 80$ s). According to the graphs, the angle of inclination α_2 has the greatest disturbance at the ends of the rod and gradually decreases towards the center of the rod. At $t = 20$ s, the angle of inclination α_2 is the least and it gradually increases at $t = 40$ s and at $t = 80$ s it takes the greatest value. According to these graphs, with an increase in the moment of time at two rigidly fixed ends, an increase toward the center of the rod is observed, as well as different values of oscillations at different points of the rod. At $t = 20$ s, the oscillation amplitude is small and only at the boundary points it takes on a non-zero value; at $t = 40$ s and $t = 80$ s, the oscillations amplitude increases, the greatest values are reached at points near the center. As the time increases, the angle of inclination α_2 is negative.

Fig. 6 shows the graphs of oscillation propagation of the angle of torsion θ along the length of the rod at the moments of times $t = 20$ s, $t = 40$ s and $t = 80$ s.

From these graphs it follows that the angle of torsion θ has the greatest disturbance at the ends of the rod, and gradually decreases towards the center of the rod.

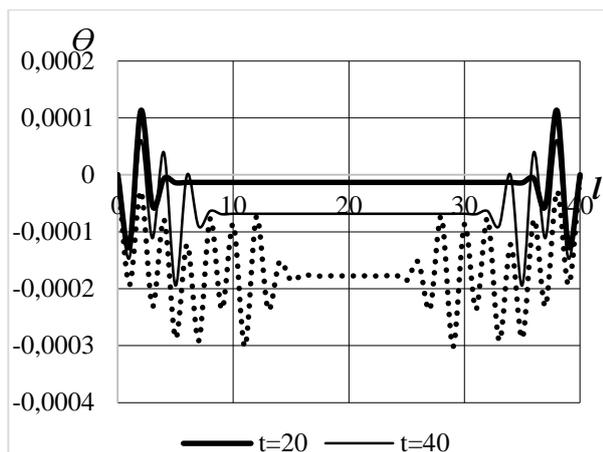


Fig. 6. Oscillations propagation of the angle of torsion $\theta \times 10^3$ along the length of the rod at different moments of time

With increasing time, the value of the disturbance gradually increases. At small values of time main oscillations of the rod with fixed ends occur in the boundary region. In the center part a constant value is set. With time the disturbances are transferred closer to the center and the middle part at $t = 40$ s and $t = 80$ s has a constant non-zero value. If the center part of the constant torsion at $t = 20$ s has had a positive value, then with time it takes a negative value.

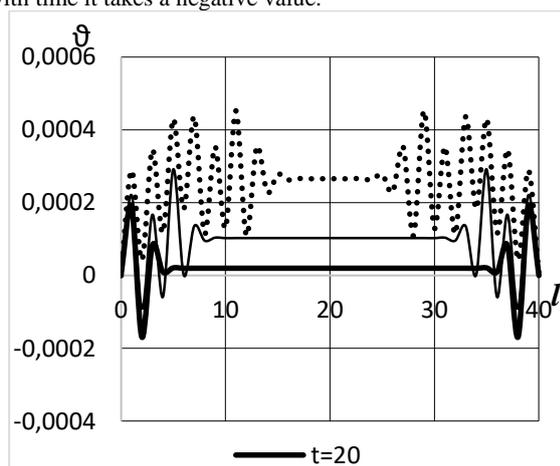


Fig. 7. Oscillations propagation of the angle of running twist $\mathcal{G} \times 10^2$ along the length of the rod at different moments of time

Fig. 7 shows the graphs of oscillation propagation of the angle of running twist \mathcal{G} along the length of the rod at moments of time $t = 20$ s, $t = 40$ s and $t = 80$ s. The nature of oscillations repeats the pattern of the angle of running twist: with time, the middle part of the constant value decreases gradually. Large oscillations gradually move from the ends of the rod to its center. Difference from Fig. 6 is that the constant longitudinal torsion in the middle part of the rod increases gradually and always remains positive.

The graphs of oscillations propagation of shear angles β_1 and β_2 along the length of the rod at different moments of time qualitatively repeat the graphs in Fig. 6. The intervals of changes of $10^2 \cdot \beta_1$ and $10^2 \cdot \beta_2$ amount to $(-0,0005; 0,0015)$.

In such a way the processes of oscillations of spatially loaded rods are investigated in linear statements.

References

[1] Decree of the President of the Republic of Uzbekistan "On the Strategy of Actions for further Development of the Republic of Uzbekistan". UP-4947 on 7 February, 2017.

[2] Anarova Sh.A., Yuldashev T., Mathematical Models of Spatially Loaded Rods with Allowance for the Torsion Function and Transverse Shears // TATU Habarlari. - 2014. - № 4 (32). - Pp. 76-86.

[3] Anarova Sh.A., Yuldashev T., Derivation of Mathematical Model of Spatially Loaded Rods with Allowance for the Torsion Function and Transverse Shears // Problems of Computational and Applied Mathematics. - Tashkent, 2015. - № 1. - Pp. 28-40.

[4] Nazirov Sh.A., Yuldashev T., Anarova Sh.A. Derivation of Variation Equations for the Oscillations of Thin-walled Rods under Spatial Loading / Problems of Computational and Applied Mathematics: Scientific Transactions - Tashkent, Center for RPP and APK, 2013. - vol. 129. - Pp.155-166.

[5] Nazirov Sh.A., Anarova Sh.A. Mathematical Model of Oscillations of Spatially Loaded Thin-walled Rods // Modern Problems of Mechanics and Mathematics: Proc. of the International Scientific Conference dedicated to the 85th anniversary of Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine Yaroslav Stepanovich Podstrigach and the 40th anniversary of scientific institute in the field of mechanics and mathematics. May 21-25, 2013. - Lvov, 2013. - Pp. 81-83.

[6] Yuldashev T., Anarova Sh.A. Derivation of Variation Equations of Spatially Loaded Rods with Allowance for the Torsion Function and Transverse Shears. Modern Methods of Mathematical Physics and Their Applications: Proc. of the Republican scientific conference with the participation of foreign scientists. April 15-17, 2015. - Tashkent, 2015. - Pp. 244-245.

[7] Yuldashev T., Anarova Sh.A. Mathematical Model of Spatially-loaded Rods Taking into Account the Torsion Function // Radioelectronics, information and telecommunication technologies: problems and development: Proc. of the International Scientific Conference. May 21-22, 2015. - Tashkent, 2015. - Pp. 14-17.

[8] Anarova Sh.A., Nuraliev F.M., Dadenova G. Mathematical Model of Spatially Loaded Rods with Torsion Function and Transverse Shears // International Journal of Technical Research and Applications e-ISSN: 2320-8163, www.ijtra.com Volume 4, Issue 1 (January-February, 2016). - Pp. 22-32.

[9] Kabulov V.K. Algorithmization in the Theory of Elasticity and Deformation Theory of Plasticity. - Tashkent: Fan, 1966. - 391 p.

[10] Anarova Sh.A., Safarov Sh.Sh. Software for Stress-strain State of Rods under Static Loading// Problems of computational and applied mathematics. - Tashkent, 2016. - № 4. - Pp. 20-34.

Anarova Shahzoda Amanbaevna

Doctor of sciences Tashkent university of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Associate Professor of Audiovisual Technology

Эл. почта: omon_shoira@mail.ru

Ш.А. Анарова

Исследование колебательных процессов пространственно нагруженных стержней в динамике

В статье рассмотрены процессы колебаний пространственно нагруженных стержней в линейной постановке. Результаты представлены в виде графиков. Дано описание полученных результатов и сравнительный анализ всех параметров поставленной задачи.

Ключевые слова: стержень, колебания, пространственная нагрузка, процесс колебаний.

УДК51-77

Axatov A.R, Nurmatov M.Q.

Shaxsiy ma'lumotlar asosida har bir kishining ijtimoiy ahvolini monitoring qilish va aholi sharoitlarini bashoratlash modellarini ishlab chiqish

Tadqiqot ishida ijtimoiy va mehnat jarayonlarini o'rganish bo'yicha dastlabki ishlar haqida ma'lumotlar berilgan. Modellashirish, mintaqadagi ijtimoiy va mehnat jarayonlarini tahlil qilish, prognozlash va tartibga solish uchun ishlatilishi mumkin bo'lgan matematik modellar tadqiq qilingan. Respublika aholisining yagona ma'lumotlar bazasini yaratish hamda shaxsiy ma'lumotlar asosida har bir kishining ijtimoiy ahvolini aniqlash, aniqlangan ma'lumotlar asosida ijtimoiy ahvolni yaxshilashga tavsiyalarni beruvchi axborot tizimini ishlab chiqish bosqichlari keltirilgan. Tizimning ma'lumotlar bazasini tashkillashtirish sxemasi yaratilgan.

Kalit so'zlar: bandlik, iqtisodiy-matematik modellar, ijtimoiy-iqtisodiy modellar, ma'lumotlar bazasi, axborot xavfsizligi, axborot tizimlari.

Mavzuning dolzarbligi: Hozirgi vaqtda amalga oshirilgan keng ko'lamli islohatlar milliy davlatchilik va suverenitetni mustahkamlash, xavfsizlik va huquq-tartibotni, jamiyatda qonun ustuvorligini, inson huquq va erkinliklarini, millatlararo totuvlik va diniy bag'rikenglik muhitini ta'minlash uchun muhim poydevor bo'ldi, xalqimizning munosib hayot kechirishi, fuqoralarimizning bunyodkorlik salohiyatini ro'yogga chiqarish uchun zarur shart-sharoitlar yaratilib kelinmoqda.

Jamiyatimizdagi tub o'zgarishlarning bosh g'oyasi sifatida O'zbekiston Respublikasi Prezidenti muhtaram Shavkat Miromonovich Mirziyoyevning g'oyasi va bevosita rahbarligida ishlab chiqilgan 2017-2021 yillarda O'zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yo'nalishi bo'yicha Harakatlar strategiyasi O'zbekiston hayotining ajralmas qismiga aylandi. Harakatlar strategiyasi bu O'zbekiston hayotini yanada yaxshilashning qadamma-qadam rivojlantirish tendensiyasi hisoblanadi.

O'zbekiston Respublikasi tomonidan Xalqaro mehnat tashkilotining 14 ta Konvensiyasi ratifikatsiya qilingan. Ushbu konvensiyalar sirasiga "Majburiy mehnatni tugatish to'g'risida"gi 105-Konvensiya, "Bolalar mehnatining og'ir shakllarini taqiqlash va yo'q qilishga doir shoshilinch choralar to'g'risida"gi 182-Konvensiya kiradi. Respublikamizda qabul qilinayotgan meyoriy hujjatlar ham bu fikrlarimizni tasdiqlaydi, jumladan, O'zbekiston Respublikasining qonuni 2016-yil 22-sentabr № O'RQ-410 mehnatni muhofaza qilish to'g'risida (yangi tahriri). O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 24 may, PQ-3001-son qarori "O'zbekiston Respublikasi bandlik va mehnat munosabatlari vazirligi faoliyatini tashkil etish chora-tadbirlari to'g'risida", 2018 yil 14 iyul, PQ-3856-son qarori "Axoli bandligini ta'minlash borasidagi ishlarni takomillashtirish va samaradorligini oshirish chora-tadbirlari to'g'risida", 2018 yil 5 martdagi PQ-3584-sonli "O'zbekiston Respublikasi fuqoralarining vaqtinchalik mehnat faoliyatini amalga oshirish uchun respublika tashqarisiga transportda chiqish vaqtida xavfsizligini ta'minlash chora-tadbirlari to'g'risida"gi hamda "2018 yilda aholi bandligiga ko'maklashish davlat dasturini amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida" 2018 yil 3 fevraldagi PQ-3506-son Qarorlari. Shuningdek, Vazirlar Mahkamasining 2017 yil 5 oktyabrdagi 799-sonli "O'zbekiston Respublikasi Bandlik va mehnat munosabatlari vazirligi huzuridagi Jamoat ishlari jamg'armasi faoliyatini tashkil etish to'g'risida"gi qarorlar qabul qilingan[1,2] Mavjud qonunlar va qarorlar ijrosini ta'minlash maqsadida globallashtirish sharoitida axborot oqimining keskin ortib borishi, bunday ma'lumotlar oqimini qisqa vaqt ichida qayta ishlash muammosi ham ortib bormoqda. Insoniyat olamining shaxsiy ma'lumotlar to'plamini yagona ma'lumotlar bazasiga jamlangan holda qayta ishlash ko'pgina masalalarni hal etish imkoniyatini beradi. Axborotlashgan jamiyatdagi hal

etilishi zarur bo'lgan masalalardan biri - insoniyatning shaxsiy ma'lumotlarga tayanib ijtimoiy holatni shaffof aniqlash hamda mavjud aniqlangan ma'lumotlar asosida har bir kishining ayniqsa, ijtimoiy ahvoli og'ir bo'lgan, nogiron va kam taminlangan aholining bandlik holatini aniqlash, aniqlangan ma'lumotlar asosida aholi ijtimoiy holatini yaxshilashga tavsiyalar berish dolzarb masaladir.

Muammoni o'rganish yo'nalishi va masalaning qo'yilishi: Ijtimoiy va mehnat jarayonlarini o'rganish bo'yicha ishlarning dastlabki bosqichi Shveysariya, Fransiya, Buyuk Britaniya, AQSh, Yaponiyada (G. Akerlof, M. Alle, G. Bekker, S. Komander, J. Yellen, L. Kats, R. Smit, R. Erenberg, M. Harper, S. Speckesser va boshqalar) amalga oshirilgan va bu ishlar hozirgi kungacha davom etmoqda. Ushbu ilmiy ishlar ko'p sonli chuqur nazariy g'oyalarni o'z ichiga oladi, ijtimoiy va mehnat jarayonlarini o'rganishda uslubiy yondashuvlar muhim ahamiyat kasb etadi. Ammo yaxlit ijtimoiy-iqtisodiy tizim sifatida ijtimoiy va mehnat jarayonlariga bo'lgan talablar qabul qilinmadi va ularni hozirgi kunda rivojlantirilmogda. O'zbekistondagi transformatsion jarayonlarning eng muhim tarkibiy qismi iqtisodiy va siyosiy institutlardagi tub o'zgarishlardan keyin aholi o'rtasida hayot tarzini yaxshilashning yangi tizimiga o'tish jarayoni amalga oshmoqda. Kichik va shaxsiy tadbirkorlikni rivojlantirish, iqtisodiyotning muvaffaqiyatli tarmoqlarida aholi bandligini ta'minlash. Ko'p sonli murakkab tizim obyektlarini chuqur sifatli o'rganish iqtisodiy-matematik usullar va modellarining zamonaviylarini ishlab chiqish orqali amalga oshirish mumkin. Ammo ijtimoiy o'rganish natijalari O'zbekistonda ham, undan tashqarida ham mehnat jarayonlarida statistika ma'lumotlar muhim ahamiyat kasb etadi. Bunday jarayonlarda tizimli tahlil usullari va klassik regressiya modellari qo'llaniladi. Shuni ta'kidlash kerakki statistik ma'lumotlarni o'rganishda bir qator qiyinchiliklarga duch kelishi mumkin [3]

Bunday tizimlardagi foydalanuvchilarning ko'p qiymatli ma'lumotlari asosida murakkab tizim obyektlarini chuqur sifatli o'rganish, mavjud iqtisodiy va matematik usullardan foydalanish hamda zamonaviy modellarni ishlab chiqish va amalga oshirish asosida muammoni hal qilish mumkin bo'ladi. Ijtimoiy va mehnat jarayonlarini o'rganishda statistik usullar muhim ahamiyat kasb etganligi sababli klassik regressiya modellari qo'llaniladi. Statistik ma'lumotlarni o'rganish bir qator qiyinchiliklarga duch kelishi mumkinligini unutmazlik lozim. Ushbu qiyinchiliklarni yengillashtirish uchun noravshan matematik modellardan foydalanish maqsadga muvofiq. Noravshan to'plamlar nazariyasini qo'llashning yangi samarali usullarini xorijlik Bojadziev G., Zimmermann XJ, Zadeh L., Bellman R., Tah X.M, Nedosekin A.O., Bocharnikov V.P.lar ishlab chiqqan, [4-7]

Hozirgi paytgacha noravshan matematik modellar ijtimoiy-iqtisodiy jarayonlarni tahlil qilish, prognozlash va model-lashtirish sohasida bir qancha ishlar amalga oshirilib kelinmoqda. Lekin hozirgi vaqtda O'zbekiston sharoitida shaxsiy ma'lumotlar asosida har bir kishining ijtimoiy holatini aniqlashning matematik modellarini optimallashtirish va ya-gona axborot tizimi to'liq ishlab chiqilmagan.

Masalaning matematik modelini ishlab chiqish.

Tadqiqotning asosiy maqsadi modellashtirish va mintaqadagi ijtimoiy va mehnat jarayonlarini tahlil qilish, prognozlash va tartibga solish uchun quyidagi muammolarni hal qilish zarur: O'quv obyektining nazariy konsepsiyasini ishlab chiqish, tizim yaratish, iqtisodiy matematik modellarni optimallashtirish olin-gan ma'lumotdan foydalangan holda Samarqand viloyati misolida sinab ko'rish qisqa va o'rta muddatli istiqboldagi ijtimoiy jarayonlar, mehnat jarayonlarining rivojlanish prognozini tuzish uchun modellarni ishlab chiqish kerak.

Amalga oshirilayotgan ishlar natijasida noravshan iqtisodiy va matematik modellar tizimi yaratilishi. Huddudagi ijtimoiy jarayonlar, mehnat jarayonlarining rivojlanishini va o'rganila-yotgan jarayonlar tahlili va prognozini ishlab chiqish jarayonini tartibga solishni takomillashtirish bo'yicha tavsiyalar ishlab chi-qish uchun quyidagi ilmiy natijalarga erishish lozim:

1. Ijtimoiy va mehnat munosabatlarini o'rganishning ma-tematik modellarini ishlab chiqish, ishlab chiqilgan model-larning mintaqaviy xususiyatlarini inobatga olgan holda o'zaro bog'liqligini tashkil qilish.

2. Yaratilayotgan dasturiy ta'minotda iqtisodiy-matematik modellardan foydalangan holda kiritilayotgan ma'lumotlarni tahlil qilish, prognozlash va tartibga solish jarayonini avtomat-lashtirish. Viloyatdagi ijtimoiy va mehnat jarayonlari, shu jumladan mehnat salohiyati, mehnat bozori faoliyati, ish haqini inobatga olgan holda foydalanuvchiga aniq bir yo'nalish bo'yi-cha kerakli mehnat yo'nalishini taklif qilish.

3. O'rta va uzoq muddatli davr uchun ijtimoiy retrospektiv tahlil va prognoz qilishda iqtisodiy matematik modellardan foy-dalangan holda Samarqand viloyatidagi mehnat jarayonlarini avtomatlashtirish[4]

Hozirgi paytgacha mualliflar tomonidan yaratilgan ijtimoiy va mehnat munosabatlarini tartibga soluvchi matematik model-larni quyidagi sinflarga ajratiladi.

- **Maxsus matematik modellar**
- **Klassik universal matematik modellar**
- **Yangi universal matematik modellar**

Maxsus matematik modellarga misol bo'lib mualliflar tomonidan oldin ishlab chiqilgan mehnat bozorini shakllantirish va rivojlantirishning imitatsiya modellari tizimi xizmat qiladi. Tizimdagi yettita qiymatli tenglama mehnat bo-zorida ishchi kuch bo'yicha takliflarini shakllantirishni tavsiflaydi, oltita qiymatli tenglama esa ishchi kuchiga extiyojni shakllantirishni akslantiradi. Bunday modellar sinfiga yana bir misol bo'lib mehnat bozoridagi keskinlikni integral baholash modeli xizmat qilishi mumkin.

Hozirgi kunda mehnat bozorini o'rganishda quyidagi mavjud modellardan foydalaniladi:

- mehnat bozorini shakllantirish va rivojlantirish modeli;
- mehnat bozoridagi keskinlikni kompleks baholash modeli,
- qishloq aholisining mehnat bozoridagi jinsi, yoshi, ma'lu-moti darajasi va yashash joyi holatiga bog'liqlikning multinom-inal logistik modellari;
- Chebishev kuchlanishiga bog'liq bo'lgan noaniq chiziqli regressiya modeli mintaqaviy mehnat bozoridagi ijtimoiy-iqti-sodiy va demografik omillardan kelib chiqqan holda, hududning mehnat bozoridagi bo'sh ish o'rinlari sonini aniqlashning noravshan vaqt seriyasi modeli va boshqalar.

Yuqoridagi modellarni hisobga olgan holda natijaviy model quyidagicha bo'ladi:

$$S_t = c_t \cdot (Y_t + W_t + P_t + TS_t + MP_t + B_t) + E_t$$

$$D_t = c_t \cdot (VR_t + NR_t + TD_t + NS_t + P3_t) + E_t$$

Bu yerda:

C_t – t davridagi ishchilar umumiy sonidagi yollangan ish-chilarning ulushi ($t = 1 \dots T$);

Y_t – ish bilan ta'minlashga muhtoj yoshlar soni;

W_t – bola parvarish qilish uchun olingan ta'tildan keying ishga muhtoj bo'lgan ayollar soni;

P_t – ishlashni istagan nafaqaxo'rlar soni;

TS_t – xodimlar aylanmasidan kelib chiqqan ish kuchi;

MP_t – hududga ishlash uchun kelgan odamlar soni (mi-gratsiya);

B_t – bo'shatilgan ishchilar soni;

E_t – hudud iqtisodiyotida band bo'lganlar soni (ish o'rin-larini almashtirganlar);

VR_t – bo'sh ishchilar hisobiga qo'shimcha ishchi kuchi joylarda;

NR_t – yangi ish joylari tufayli ish kuchiga talab;

TD_t – kadrlar almashinuvi tufayli qo'shimcha ishchilarga talab;

NS_t – vafot etgan ishchi kuchi soni;

$P3_t$ – nafaqaga chiqish natijasida bo'shatilgan ish o'rin-larining soni.

Ushbu sinfga tegishli modellarining yana bir namunasi si-fatida mehnat bozori kuchlanishni integral baholash modelini keltirish mumkin:

$$J_H^r = 0,182y_1^r + 0,179y_2^r + 0,148y_3^r + 0,131y_4^r + 0,125y_5^r + 0,112y_6^r + 0,176y_7^r + 0,047y_8^r,$$

Bu yerda:

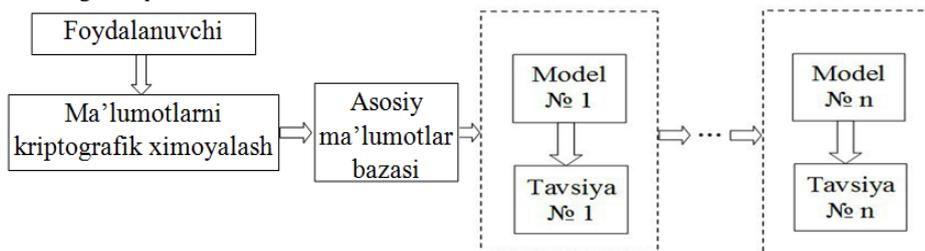
J_H^r – kuchlanish indeksi; r – tuman va shaxar ko'rsatkichi (o'zbekiston respublikasi uchun $r = 1 - 200$)(30 ta shaxar 170 ta tuman); y_i^r – birlashtirilgan mintaqadagi kuchlanish-ning o'ziga xos ko'rsatkichi (y_1^r – rasmiy ravishda ro'yxatdan o'tgan ishsizlar soni; y_2^r – bitta bo'sh ish joyi uchun ishsiz fuqarolar soni; y_3^r – bir ishchiga hisoblangan o'rtacha oylik ish haqi; y_4^r – izlayotgan ishsizlarning nisbati bir yildan ortiq ishlash; y_5^r – bitta ishchi uchun kechiktirilgan ish haqi bo'yi-cha qarzdorlik miqdori; y_6^r – ishsizlarning umumiy sonida yoshlar ulushi; y_7^r – ish vaqtining qisqartirilgan va ma'muriy ishlarda ishlashi sababli o'zlashtirilmagan vaqt ta'tili; y_8^r – ishsizlarning umumiy sonida ayollar ulushi); y_i^r – mehnat bo-zoridagi keskinlikning xususiy ko'rsatkichlarining nisbiy ahamiyatligi koeffitsiyentlari.

Hozirgi kunda mualliflar tomonidan ishlab chiqilgan noravshan matematik modellar orasida mintaqadagi ijtimoiy va mehnat jarayonlarida noaniq chiziqli regressiyali ifodalash uchun Chebishev go'yasiga ko'ra, mintaqaviy mehnat bozoriga ijtimoiy-iqtisodiy va demografik omillar bog'liqligini ko'rish mumkin.

Modelning matematik asosi ushbu $Y = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$ tenglama bilan ifodalaniladi, bu yerda $f \in \Phi$ – kirishning o'zaro ta'sir mexanizmini tavsiflovchi ba'zi bir oiladan olingan aniq bo'lmagan Φ funktsiya, kirish va chiqish omillarining o'zaro ta'sir mexanizmini tavsiflash ya'ni (x_1, x_2, \dots, x_k) Y – noravshan raqamlibilan bog'liq to'plamning qiymati. Kuzatilayotgan qiymati $y_i \in R$ ga mos $(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik})$ noravshan raqamni aniqlash uchun $Y_i = f(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik})$ funktsiyani ko'rib chiqamiz.

Ikkinchi model ijtimoiy va mehnat jarayonlarining rivojlanish dinamikasini o'rganish uchun ishlab chiqilgan, noravshan vaqt seriyasi usuli yordamida belgilangan hudud mehnat bozorida bo'sh ish o'rinlari sonini aniqlash uchun namuna bo'la oladi.

Yani $\tilde{X}_t = \tilde{X}_{t-\tau} \circ R(t, t - \tau)$ vaqt qatori kompozitsiyasi sifatida qaraladi. Bu yerda $\tilde{X}_{t-\tau}$ qiymati tufayli $\tilde{X}_t - t$ indikatorning qiymati, avvalgi bosqichda ketma-ketliklarni tahlil



1-rasm. Ma'lumotlarni saqlash va qayta ishlash jarayoni.

Yuqorida tasvirlangan 1-rasmda foydalanuvchilarning ma'lum bir turga mansub ma'lumotlari alohida modellar asosida tavsiyalarni ishlab chiqish jarayoni aks ettirilgan. Ishlab chiqilgan model, algoritim va usullar asosida yaratiladigan axborot tizimida Respublikaning har bir aholisining kelajakda sodir bo'lishi mumkin ijtimoiy va iqtisodiy holatini bashorat qilish asosida tavsiyalar berib borish ijtimoiy ahvolning keskin o'zgarishiga olib keladi.

Foydalanuvchi ma'lumotlar bazasini modellashtirish va loyixalashtirishda tarmoq texnologiyalaridan moslashtirish kerak chunki bu tizim tarmoqda ishlashga mo'ljallangan. Mavjud ma'lumotlar asosida foydalanuvchining ijtimoiy holati haqida xulosa qilishning turli modellarini tadqiq qilish mavjud modellarning hudud uchun mosligini tekshirish jarayonini turli pratseuralar yordamida tashkil qilinadi. Ma'lumotlar xavfsizligini ta'minlash uchun zamonaviy kriptografik metodlari tadqiq qilish va ma'lumotlar bazasini shakllantirish jarayonida axborot xavfsizligini taminlashning yangi usullarni taklif qilish va qo'llash[10]

Bu tadqiqot natijasida ishlab chiqiladigan axborot tizim o'zini o'zi boshqarish organlari faoliyatini yengillashtirish va optimallashtirishga xizmat qiladi hamda ijtimoiy ahvoli og'ir insonlar holatini real vaqt rejimida bartaraf etish imkonini yaratadi.

Kelajakda quyidagi ilmiy natijalarni olish kutilmoqda:

1. Iqtisodiy-matematik modellarni tahlil qilish, dasturlar kompleksini yaratish, yaratilayotgan dasturda mintaqadagi

qilish jarayonida hosil bo'lgan $R(t, t - \tau)$ noaniq munosabatlarning indikatorning t vaqt holatidagi yo'nalishini ko'rsatadi[2]

Shaxsiy ma'lumotlar asosida har bir kishining ijtimoiy holatini aniqlash va bandligini monitoring qilish tizimini loyihalashtirish.

Respublika aholisining yagona ma'lumotlar bazasini yaratish hamda shaxsiy ma'lumotlar asosida har bir kishining ijtimoiy ahvolini aniqlash, unga ijtimoiy ahvolni yaxshilashga tavsiyalarni beruvchi axborot tizimi ishlab chiqiladi.

Axborot tizimini ishlab chiqishda quyidagi bosqichlarni bajarish asosiy vazifa etib belgilanadi:

a) Foydalanuvchi ma'lumotlar bazasini modellashtirish va loyihalashtirish;

b) Mavjud ma'lumotlar asosida foydalanuvchining ijtimoiy holati haqida xulosa qilishning turli modellari va ularni qo'llash yondashuvlarini aniqlashtirish;

c) Ma'lumotlar xavfsizligini ta'minlash uchun zamonaviy kriptografik metodlari asosida axborotlarni himoyalash algoritmlarini ishlab chiqish va qo'llash;

d) Kompyuter tarmoqlarida shaxsiy ma'lumotlarga ishlov berishning yangi yondashuvlari, usul va algoritmlarini ishlab chiqish hamda qo'llash[11];

Ma'lumotlarni saqlash va qayta ishlash jarayonini shakllantirishning umumiy sxemasi 1- rasmda ko'rsatilgan.

ijtimoiy mehnat jarayonlarini rivojlantirish va tartibga solish. Shu jumladan, mehnat potensialining shakllanishini model-lashtirish, taqsimlash va ishlatilishida jarayonlarni bashorat qilish hamda takliflar berish.

2. retrospektiv tahlil va prognozni qo'llagan holda o'rta va uzoq muddatli istiqbolga mo'ljallangan ijtimoiy-mehnat jarayonlarini iqtisodiy matematik modellar yordamida tahlil etish. Xususan, darajalar tahlili va prognozi, dinamikasi va mehnat unumdorligi va ish haqi, talab va taklifning mehnat bozoridagi harakat mexanizmlari, mehnat salohiyatini shakllantirish va undan foydalanish.

3. Mintaqadagi ijtimoiy va mehnat siyosatini takomillashtirish bo'yicha takliflar berish.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, hozirgi kunda yurtimizda aholi bandligini taminlash bo'yicha aniq bir axborot tizimi modellarni ishlatish va ishlatilayotgan matematik modellarni avtomatlashtirilgan holda ishlatish kerak. Aholi ma'lumotlar bazasini shakllantirishda yoshi, jinsi, mehnatga layoqatligi, egallagan kasbi, ma'lumoti va boshqa parametrlarga etibor

Adabiyotlar

1. O'zbekiston Respublikasining qonuni "Mehnatni muhofaza qilish to'g'risida (yangi tahriri)" 2016-yil 22-sentabr № O'RQ-410

2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 14 iyul, PQ-3856-son qarori "Axoli bandligini ta'minlash bo'lasidagi ishlarni takomillashtirish va samaradorligini oshirish chora-tadbirlari to'g'risida".

3. И. В. Пономарев, Е. Д. Родионов, Л. В. Родионова // Сборник трудов Всероссийской конференции по математике "МАК-2016". Материалы молодежной прикладной IT школы "Математическое моделирование в экологии, агро-экологии и природопользовании", Изд-во АлтГУ, 2016. - С. 152–154.

4. Пономарев, И., Родионов, Е., & Родионова, Л. (2016). Математическое моделирование социально-трудовых процессов. Труды семинара по геометрии и математическому моделированию, (2), с. 65-69.

5. Wojadziev G., Wojadziev M. Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, Applications. - World Scientific Pub Co. - 1996.

6. Tah N.M., Carr V. A proposal for construction project risk assessment using fuzzy logic. Construction Management & Economics. — 2000. — Vol. 18, no. 4.

7. Бочарников В.П. Fuzzy-технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике. — СПб. : Наука - РАН, 2001.

8. Zimmerman H.-J. Fuzzy Set Theory and its Applications. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. - 1996. - 315 p.

9. Гулов А.В., Пономарев И.В. Моделирование численности вакансий на рынке труда Алтайского края // Известия Алтайского государственного университета. - 2014. - №1/2. - С. 81-85.

10. Ахатов А., Назаров Ф. Проектирование баз данных системы автоматизированного мониторинга, анализа и прогнозирования показателей процессов оплаты образовательных контрактов. // "Фан ва технологиялар таракқиети"

Бухоро Мухандислик Технологиялари Институту илмий журнали. -2018.№ (4). [128-134]

A
R
A
x

Axatov Akmal Rustamovich

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston milliy universiteti fizika filiali direktor o'rinbosari

v

Nurmamatov Mehridin Qahramonovich

Samarqand davlat univrsiteti Axborotlashtirish texnologiyalari kafedrasida assistenti

El. pochta: mehridinnur@gmail.com

r

m

a

m

t

o

v

h

o

h

o

h

o

h

o

h

o

h

o

h

o

h

o

h

o

h

o

h

o

h

o

h

o

h

o

h

o

h

o

h

o

h

o

h

o

h

o

h

o

h

o

h

o

h

o

h

o

h

o

h

o

h

УДК 004.8, 519.254

Нишанов А.Х., Акбаралиев Б.Б., Жўраев Ғ.П.

Юрак ишемик касалликлари симптокомплексларини танлашнинг мослашувчан тасодифий қидирувга асосланган алгоритми

Маълумотларга дастлабки ишлов беришда, айниқса, тимсолларни аниқлаш муаммосида объектларни таснифловчи информатив белгилар мажмуасини аниқлаш ва синфлаштириш муҳим масала ҳисобланади. Келтириб ўтилган масалаларни ҳал қилиш бўйича бир қатор усул ва алгоритмлар таклиф этилганлигига қарамай, бу йўналишда ўз ечимини кутиб турган муаммолар талайгина. Бунга сабаб, таклиф этилган ёндашувларнинг аксарияти тадқиқот объект моҳияти, унинг белгилари сони, белгиларнинг қабул қилиши мумкин бўлган қийматлари тури, ўқув танланма ҳажми ва хоказоларга кучли боғлиқ бўлиб, келтириб ўтилганларга нисбатан маълум бир талаблар мавжуд. Бундан ташқари, ҳар бир усул ёки алгоритм белгиларни танлаб олишнинг информативлик мезони ва танлаб олинган танламанинг сифатини белгилаб берувчи ҳал қилувчи коидани тўғри танланганлигига кучли боғлиқ бўлади. Шуларга боғлиқ равишда кўплаб усул ва алгоритмларнинг самарадорлиги ва ишончилиги турғун эмас.

Қуйида таклиф этилаётган мослашувчан қидирув алгоритми қайсидир маънода универсалдир, чунки, бунда белгилар турли турдаги қийматларни қабул қилиши мумкин ҳамда белгилар мажмуасини танлаб олиш учун таклиф этилаётган информативлик мезони, айнан, синфлаштиришдаги хатоликни камайтиришга асосланган. Бундан ташқари, белгиларни танлаб олишда фойдаланилган эҳтимоллик вектори объектларни муҳим белгиларини танланмадан ўринсиз чиқариб юборилишини олдини олади. Мазкур алгоритм орқали юрак ишемик касалликлари таркибига кирувчи зўриқиш стенокардияси, ўткир миокард инфаркти ва миокард инфарктнинг аритмик шакли билан оғриган беморларнинг диагностик маълумотларига дастлабки ишлов берилган. Бунда беморлардаги клиник белгилар, симптомлар асосида касалликни симптокомплексларни танлаб олиш ва синфлаштириш масаласи тадқиқ қилинган. Тадқиқот натижалари келтириб ўтилган.

Таянч иборалар: маълумотларга дастлабки ишлов бериш, информативлик мезони, симптокомплекс, белгиларни танлаш, синфлаштириш хатолик коэффициенти, мослашувчан қидирув.

Кириш

Жаҳон соғлиқни сақлаш ташкилоти маълумотларига кўра, барча ўлим ҳолатларининг 56 фоизи юрак-қон томир тизими касалликлари оқибатида келиб чиқади. Европа мамлакатларида юрак-қон томир касалликлари йилига 4,3 млн (48%) аҳоли ўлимига сабабчи бўлмоқда.

Давлат статистика қўмитаси хабарига кўра, Ўзбекистон Республикасида 2019 йилнинг январь-июнь ойларида вафот этган фуқароларнинг 62,1 фоизи ҳолатда айнан қон айланиш тизими касалликлари сабаб қилиб кўрсатилган [1]

Юрак-қон томир тизимига кирувчи ва энг кенг тарқалган касалликлардан бири бу юрак ишемик касаллигидир (ЮИК). Бундан ташқари, юрак-қон томир касалликлари билан вафот этаётганларни 40% улуши айнан ЮИКга тегишли бўлиб қолмоқда [2]

Соҳа мутахассисларини таъкидлашча “Даволашнинг самарадорлиги ва хасталик оқибати ўз вақтида ташхисни аниқлашга, зудлик билан жадал даво кўрсатиладиган хонага ётқизишга, юрак-қон томир системаси ҳолатига ва хасталикнинг клиник кўринишига нисбатан даволаш воситаларини эрта қўллашга бевоқифа боғлиқ. Бемор камида 24 соат ўринда ётиши шарт, чунки пассив ҳолат миокарднинг кислородга бўлган эҳтиёжини камайтиради, шикастланиш соҳаси кенгайишига қаршилик кўрсатади, ҳар хил асоратлар ривожланишининг олдини олади, шикастланган миокардда репаратив (чандикланиш) жараёни тезлаштиради. 2-куни ўринда пассив ҳаракатга руҳсат берилади. Агар асоратлар кузатилмаса, 3-куни ўринда ўтириш мумкин” [3]

Юқоридагилардан кўриниб турибдики, ушбу турдаги касалликларда тўғри ташхис қўйиш ва тезкор қарор қабул қилиш энг муҳим вазифалардан бири бўлиб ҳисобланади. Бу эса соҳага ривожланган математик аппарат ва ахборот коммуникация технологияларини кенг жорий қилиш нақадар лозимлигини кўрсатади.

Одатда, кўплаб амалий масалаларни ҳал қилишда, тадқиқот жараёни моделини (математик, физик, технологик, ва ҳоказо) қуриш ва тадқиқот объектлари бошланғич маълумотлар базасини шакллантириш ҳамда объектларни таснифловчи характеристик белгиларни аниқлаш муҳим ҳисобланади.

Мазкур масалаларни ижобий ва ишончли ҳал қилиш соҳа мутахассислари томонидан тақдим этилган ўқув танланма сифати билан чамбарчас боғлиқ бўлади. Чунки, барча амалга ошириладиган илмий изланишлар берилган ўқув танланма объектлари хосса ва хусусиятларига таянган ҳолда олиб борилади.

Таҳлиллар натижаси шуни кўрсатадики, кўпинча, объект ва жараёнлар мураккаб тузилишга эга бўлиб, уларни ифодаловчи математик моделларни қуриш ўта мураккаб ёки умуман иложи йўқ. Бундай вазиятларда тақдим этилган маълумотларни қайта ишлаш, яъни уларга дастлабки ишлов бериш лозим бўлади. Масалан, бизга объектлар тўплами берилган бўлсин. Агар бу тўплам ичидан шу тўплам хусусиятларини етарлича аниқликда ифодалаб берувчи объектларни танлаб олиш имконияти мавжуд бўлса, у ҳолда берилган объектларни барчасини тадқиқ қилишга зарурат бўлмайди. Айнан, шу танлаб олинган объектлар ўқув танланмани ташкил қилади. Ўқув танланма объектлари бўйича барча маълумотлар соҳа мутахассислари томонидан тақдим этилади.

Ҳар бир объект ўзига хос «белги»лар тўплами билан тавсифланиб, улар сон, сифат кўрсаткич ва ёки функционал боғлиқлик кўринишда бўлиб, объектни турли хил хусусиятларини ифодалайди.

Маълумотларга дастлабки ишлов беришда тимсолларни таниб олиш назарияси ва амалиёти муҳим аҳамият касб қилиб, унинг асосини тадқиқот объекти бўйича ўқув танланма ташкил этади.

Тадқиқот ишончилиги ва самарадорлигини ошириш учун ўқув танламанинг муқамаллигини аниқлаш муҳим ҳисобланади. Бу йўналиш бўйича амалга оширилган бир

катор ишларни келтириб ўтиш мумкин, масалан, ўқув танланма маълумотларини таҳлил ва интеграция қилиш [4-8], ўқув танланма объектларини параметрлари кесимида нормаллаштириш [9-14], ўқув танланма асосида эталон жадвалини шакллантириш [15-21], объектларни таснифлаб берувчи информатив белгилар мажмуасини танлаш [22-27], информатив белгилар фазосида синф объектлари, белгилар ва синфларнинг муҳимлик даражаларини аниқлаш [25-27], синфлаштириш [28-33]

Умуман олганда, маълумотларга дастлабки ишлов бериш бўйича мавжуд илмий ишланма ва эришилган ютуқлар таҳлили шуни кўрсатмоқдаки, уларнинг бирортасини ҳам қатъий равишда бир қийматли афзал деб бўлмайди. Сабаби уларни бевосита амалий масалаларга тадбиқ қилиб қутилган натижани олиш имконияти ҳозирча етарли эмас. Чунки, уларнинг қўллари тадқиқот объекти, унинг белгилари сони, белгиларнинг қабул қилиши мумкин бўлган қийматлари, ўқув танланма ҳажми ва хоказолар бўйича маълум бир талабларни талаб этади. Бундан ташқари, ҳар бир усул ёки ёндашув белгиларни танлаб олишнинг информативлик мезони ва танлаб олинган танламанинг сифатини белгилаб берувчи ҳал қилувчи қоидага боғлиқ бўлади. Шуларга боғлиқ равишда қўлаб усул ва ёндашувларнинг самарадорлиги ва ишончилиги турғун бўлмайди. Шу билан бирга уларни амалга ошириш мавжуд техник воситаларга ҳам боғлиқ бўлади. Бундай мулоҳазалардан келиб чиққан ҳолда, шуни айтиш мумкинки, аниқ бир усулни танлаш қўйилган тайин бир масала ва мавжуд амалий имкониятларга боғлиқ равишда амалга оширилади.

Мақолада, келтириб ўтилган баъзи муаммоларни ҳал қилиш учун, қуйидаги илмий тадқиқотларни амалга ошириш назарда тутилган:

- тадқиқот объектларини таснифловчи информатив белгилар мажмуасини танлаш;
- синфлаштириш самарадорлиги ва ишончилигини бошланғич ҳолатга нисбатан ошириш;
- нотўғри синфлаштирилган объектларни аниқлаш ва таҳлил қилиш;
- соҳа мутахассислари томонидан ЮИК бўйича тақдим этилган беморларнинг диагностик маълумотларига (анамнез, физикал, лаборатор ва инструментал текширув) дастлабки ишлов бериш;
- беморлардаги клиник белгилар ёки симптомлар асосида касалликни симптокомплексларни танлаб олиш;
- ЮИК беморларини “зўриқиш стенокардияси”, “ўткир миокард инфаркти” ва “аритмик шакл” тоифаларига синфлаштириш.

Масаланинг математик таснифи

Фараз қилайлик, ўқув танланма объектлари қуйидаги кўринишида ифодаланган бўлсин:

$$X = \cup_{p=1}^r X_p, X_p \cap X_q = \emptyset, p \neq q, p, q = \overline{1, r},$$

$$X_p = \{x_{pi}; i = \overline{1, m_p}\}, \quad (1)$$

бу ерда x_{pi} – p – синф объекти, r – ўқув танланмадаги синфлар сони, m_p эса p – синфдаги объектлар сони.

Ҳар бир x_{pi} объект N та белги орқали таснифланган бўлсин, яъни $x_{pi} = (x_{pi}^1, x_{pi}^2, \dots, x_{pi}^N)$. Демак, $\exists D (\dim(D) = N)$ мавжудки, $\forall x_{pi} \in D$. Бундай ҳолда D белгилар фазосини намоён қилади.

Берилган ўқув танланма объектлари $x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1m_1}, x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2m_2}, \dots, x_{r1}, x_{r2}, \dots, x_{rm_r}$ информатив белгилар мажмуасини (ИБМ) танлаш масаласини ечиш учун қуйидаги ёрдамчи N ўлчовли λ векторлар тўплами аниқлаб олинади:

$$\Lambda = \{\lambda = (\lambda^1, \lambda^2, \dots, \lambda^N): \lambda^j \in \{0,1\}, j = \overline{1, N}\}. \quad (2)$$

Ёрдамчи λ векторнинг асосий вазифаси $D|_{\lambda} = \{(\lambda^1 x_{pi}^1, \lambda^2 x_{pi}^2, \dots, \lambda^N x_{pi}^N), (p = \overline{1, r}, i = \overline{1, m_p})\}$ орқали таххислаш ва синфлаштириш масаласи учун муҳим бўлган ИБМни аниқлаб олиш ҳисобланади. Бу ерда λ векторнинг бирга тенг бўлган компоненталарига мос келувчи белгилар ажратиб олинаётган қисм фазода ИБМни англатса, нолга тенг бўлган компоненталарига мос белгилар эса ажратиб олинаётган ИБМда иштирок этмаслигини билдиради.

Таъриф 1. Берилган $\lambda = (\lambda^1, \lambda^2, \dots, \lambda^N)$ вектор ℓ узунликка эга дейилади, агар $\sum_{j=1}^N \lambda^j = \ell$ бўлса.

Барча ℓ узунликка эга λ векторлар тўпламини Λ^{ℓ} орқали белгилаб оламиз. У ҳолда қуйидагилар ўринли бўлади:

$$\Lambda = \cup_{\ell=1}^N \Lambda^{\ell}, \Lambda^{\ell} \cap \Lambda^{\eta} = \emptyset, \ell \neq \eta, \ell, \eta = \overline{1, N},$$

$$\Lambda^{\ell} = \{\lambda: \sum_{j=1}^N \lambda^j = \ell, \lambda^j \in \{0,1\}, j = \overline{1, N}\}. \quad (3)$$

Бу ерда Λ^{ℓ} ва Λ тўпламдаги λ векторлар сони мос равишда қуйидагича бўлади:

$$|\Lambda^{\ell}| = C_N^{\ell} = \frac{N!}{\ell!(N-\ell)!} \quad (4)$$

$$|\Lambda| = \sum_{\ell=1}^N C_N^{\ell} = 2^N - 1. \quad (5)$$

Таъриф 2. Агар $\lambda \in \Lambda^{\ell}$ ўринли бўлса, у ҳолда λ вектор ℓ информатив вектор деб аталади.

Таъриф 3. Агар $D|_{\Lambda^{\ell}} = \{(\lambda^1 x_{pi}^1, \dots, \lambda^N x_{pi}^N), (p = \overline{1, r}, i = \overline{1, m_p}): \lambda \in \Lambda^{\ell}\}$ ўринли бўлса, у ҳолда $D|_{\Lambda^{\ell}}$ информатив белгилар фазоси дейилади.

Тимсолларни аниқлаш масалаларида ўқув танланма объектларининг бир белгилар фазосидан бошқа белгилар фазосига ўтганда ўзларини қандай тутиши муҳим ҳисобланади. Бу хусусият синфлаштириш масаласини ечганда яққол намоён бўлади. Янги белгилар фазосида синфлаштириш масаласи ҳал қилинаётганда баъзи объектлар ўз синфларини йўқотиб бошқа синфга ўтиб қолиши мумкин, яъни

$$\exists x \in X, \lambda \in \Lambda^{\ell}, \mu \in \Lambda^{\eta}, \ell \neq \eta \text{ учун}$$

$$x|_{\lambda} \in X_p, x|_{\mu} \in X_q, p \neq q. \quad (6)$$

ℓ информатив λ векторга нисбатан синфлаштиришдаги хатоликлар коэффицентини $\theta(\ell)|_{\lambda}$ ва ўз синфини топа олмаган, яъни нотўғри синфлаштирилган объектлар сонини $\kappa(\ell)|_{\lambda}$ орқали белгилаб оламиз. Синфлаштиришдаги хатоликлар коэффицентини билан нотўғри синфлаштирилган объектлар сони орасидаги боғлиқликни қуйидагича аниқлаймиз

$$\theta(\ell)|_{\lambda} = \frac{\kappa(\ell)|_{\lambda}}{M}, \quad (7)$$

бу ерда $M = \sum_{p=1}^r m_p$ – ўқув танланмадаги объектларнинг умумий сони.

Эслатма. Агар айнан қайсидир синф (синфлар) объектлари бошқа синфга ёки аксинча, бошқа синф объектлари шу синф (синфлар)га адашиб ўтиб қолмаслиги муҳим бўлса, у ҳолда синфлаштиришдаги хатоликлар коэффицентини аниқлашда синфларни муҳимлилик даражасини ҳам эътибор олиш лозим бўлади.

Фараз қилайлик, X_p синф объектини бошқа синфга адашиб ўтиб қолмаслик муҳимлилик даражаси - α_p ва аксинча бошқа синф объектини бу синфга адашиб ўтиб қолмаслик муҳимлилик даражаси - β_p бўлсин. У ҳолда X_p

синф учун нотўғри синфлаштирилган объектлар сонини муҳимлилик даражасига кўра қуйидагича аниқлаш мумкин

$$\kappa(\ell)|_{\lambda}(X_p) = \alpha_p \cdot t_p^{out}|_{\lambda} + \beta_p \cdot t_p^{in}|_{\lambda},$$

бу ерда t_p^{out} ва t_p^{in} мос равишда X_p синфдан хато чиқиб кетган ва қўшилиб қолган объектлар сони.

У ҳолда ℓ информатив белгилар фазосида (7) куйидагича аниқланади:

$$\theta(\ell)|_{\lambda} = \frac{\kappa(\ell)|_{\lambda} + \alpha_p \cdot t_p^{out}|_{\lambda} + \beta_p \cdot t_p^{in}|_{\lambda} - (t_p^{out}|_{\lambda} + t_p^{in}|_{\lambda})}{m}. \quad (8)$$

Таъриф 4. $D|_{\Lambda^{\ell}}$ информатив белгилар фазоси учун $\lambda \in \Lambda^{\ell}$ вектор оптимал дейилади, агар $\forall \mu \in \Lambda^{\ell}$ да $\theta(\ell)|_{\lambda} \leq \theta(\ell)|_{\mu}$ ўринли бўлса.

Таъриф 5. Агар $\theta(\ell) = \min_{\lambda \in \Lambda^{\ell}} \theta(\ell)|_{\lambda}$ бўлса, у ҳолда $D|_{\Lambda^{\ell}}$ информатив белгилар фазосида синфлаштиришдаги хатоликлар коэффиценти $\theta(\ell)$ га тенг дейилади.

$\theta(\ell)$ ва $\kappa(\ell)$ ($\ell = \overline{1, N}$) ларни ҳисоблаш учун объектлар орасидаги яқинлик (ўхшашлик) функцияси ва назорат объектини олдиндан берилган синфларнинг қайси бирига тегишли эканлигини аниқлаш, яъни тимсолларни аниқлаш тилида айтадиган бўлсак, ҳал қилувчи қоида зарур бўлади. Тадқиқот объектлари учун яқинлик функцияси ва ҳал қилувчи қоида куйидагича аниқлаб оламыз [5]

Фараз қилайлик, $\forall x = (x_1, x_2, \dots, x_N), y = (y_1, y_2, \dots, y_N) \in D$ объектлар (векторлар) ва $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_N, \varepsilon$ – мусбат сонлар берилган бўлсин. $\nabla(x, y)$ орқали куйидаги шартларни қаноатлантирмайдиган тенгсизликлар сонини белгилаб оламыз

$$|x_1 - y_1| \leq \varepsilon_1, |x_2 - y_2| \leq \varepsilon_2, \dots, |x_N - y_N| \leq \varepsilon_N. \quad (9)$$

У ҳолда яқинлик функцияси куйидаги кўринишга эга бўлади

$$\rho(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{агар } \nabla(x, y) \leq \varepsilon \\ 0, & \text{агар } \nabla(x, y) > \varepsilon. \end{cases} \quad (10)$$

Умуман олганда, берилган $\lambda \in \Lambda^{\ell}$ вектор учун яқинлик функцияси куйидагича аниқланади

$$\rho(x, y)|_{\lambda} = \begin{cases} 1, & \text{агар } \nabla(x, y)|_{\lambda} \leq \varepsilon|_{\ell} \\ 0, & \text{агар } \nabla(x, y)|_{\lambda} > \varepsilon|_{\ell} \end{cases} \quad (10')$$

бу ерда $\nabla(x, y)|_{\lambda}$ – (9) да λ векторни бирга тенг бўлган компонентларига мос тенгсизликларни бажарилмайдиганлар сони, $\varepsilon|_{\ell}$ – мусбат сон бўлиб, информатив белгилар фазоси ўлчамига мос равишда берилади.

$$\mathfrak{R}(x)|_{\lambda} = \begin{cases} p, & \text{агар } \Gamma_p|_{\lambda} - \Gamma_q|_{\lambda} \geq \delta, q \neq p, q = \overline{1, r} \\ 0, & \text{бошқа барча ҳолларда} \end{cases} \quad (11)$$

бу ерда $\Gamma_q|_{\lambda} = \sum_{y \in X_q} \rho(x, y)|_{\lambda}$, δ – олдиндан берилган бирор бир мусбат сон.

(11) орқали аниқланган $\mathfrak{R}(x)|_{\lambda}$ функция ҳал қилувчи қоида бўлиб, унинг қиймати тақдим этилган x объектни λ векторга нисбатан қайси синфга тегишли эканлигини ифодалайди.

Кўриниб турибдики, $\kappa(\ell)|_{\lambda}$ қиймати (11) ёрдамида аниқланади.

Юқорида келтириб ўтилган тушунчалардан фойдаланган ҳолда тадқиқот иши учун қўйилган асосий мақсадни математик қўйилишини куйидагича ифодалаб оламыз:

Математик қўйилиши. $\ell \ll N$ учун $\theta(\ell) \leq \theta(N)$ шартни қаноатлантирувчи $\lambda \in \Lambda^{\ell}$ оптимал вектор ва $\kappa(\ell)|_{\lambda}$ аниқлансин.

Ўқув танланма объектлари белгиларини танлаб олиш учун эҳтимоллик вектори $p_v = (p_v^1, p_v^2, \dots, p_v^N)$ киритиб олайлик, бу ерда p_v^j – j -чи белгини танлаб олиниш эҳтимоллиги; v – p_v эҳтимоллик вектори тартиби.

Фараз қилайлик, $\lambda \in \Lambda^N$ ва $v = 1$ да $p_v = (p_v^1, p_v^2, \dots, p_v^N)$ учун $p_v^j = \frac{1}{N}; j = \overline{1, N}$ бўлсин. Маълумки, агар $\mu \in \Lambda^k$ бўлса, у ҳолда $\lambda - \mu \in \Lambda^{N-k}$ бўлади.

Юқорида аниқланган формулалар орқали $\kappa(N-k)|_{\lambda-\mu}$, $\theta(N-k)|_{\lambda-\mu}$ ва $\theta(k)|_{\mu}$ қийматлари ҳисобланади.

Барча $\mu \in \Lambda^k$ векторлар учун куйидаги шарт текширамыз

$$\theta(N-k)|_{\lambda-\mu} \leq \theta(N)|_{\lambda}. \quad (12)$$

(12) шартни қаноатлантирувчи ҳар бир μ векторга мос белгилар эҳтимолликлари $\lambda - \mu$ векторга мос келувчи белгиларнинг эҳтимолликларига тенг тақсимлаб берилади, яъни $p_{v+1}(\mu) = p_v + \frac{(p_v, \mu)}{N-k} * p_v|_{\lambda-\mu} - p_v|_{\mu}$. Бунинг натижасида маълум бир белгиларнинг келгуси танланмада иштирок этиш эҳтимоллиги ортади, баъзи белгиларнинг эса иштирок этиш эҳтимолликлари камайди.

$$p_{v+1} = \frac{1}{T} \sum_{\mu} p_{v+1}(\mu), \quad (13)$$

бу ерда T – (12) шартни қаноатлантирувчи μ векторлар сони.

Э j_1, j_2, \dots, j_N индекслар кетма-кетлиги топиладики, $p_{v+1} = (p_{v+1}^1, p_{v+1}^2, \dots, p_{v+1}^N)$ эҳтимоллик вектори компоненталари учун куйидагилардан бири ўринли бўлади:

$$p_{v+1}^1 \geq p_{v+1}^2 \geq \dots \geq p_{v+1}^{j_{N-k}} > p_{v+1}^{j_{N-k+1}} \geq \dots \geq p_{v+1}^{j_N} \quad (14)$$

$$p_{v+1}^{j_1} \geq \dots \geq p_{v+1}^{j_{N-k-t}} = \dots = p_{v+1}^{j_{N-k}} = \dots = p_{v+1}^{j_{N-k+t}} > p_{v+1}^{j_{N-k+t+1}} \geq \dots \geq p_{v+1}^{j_N}, \quad (15)$$

бу ерда t ва l мусбат сонлар.

Агар (14) бажарилса, у ҳолда $\exists (!) \eta = (\eta^1, \eta^2, \dots, \eta^N) \in \Lambda^k$ учун $\eta^j = \begin{cases} 1, & j \in \{j_{N-k+1}, j_{N-k+2}, \dots, j_N\} \\ 0, & \text{акс ҳолда} \end{cases}$.

Фараз қилайлик, эҳтимоллик вектор компоненталари учун (15) ўринли бўлсин, у ҳолда $\xi = \max_{\mu \in \Lambda^k} \theta(k)|_{\mu}$ топилиши лозим. Бу ерда $\Lambda^{*k} = \{\mu \in \Lambda^k | \mu^{j_{k+t+1}} = \mu^{j_{k+t+2}} = \dots = \mu^{j_N} = 1\}$.

Агар $p_{v+1} = (p_{v+1}^1, p_{v+1}^2, \dots, p_{v+1}^N)$ эҳтимоллик вектори учун (14) ўринли бўлса, у ҳолда $\eta \in \Lambda^k$ векторга, акс ҳолда $\xi \in \Lambda^k$ векторга мос келувчи белгилар информатив белгилар фазосидан чиқарилади.

Демак, мос равишда $\Lambda^N \xrightarrow{\eta \in \Lambda^k} \Lambda^{N-k}$ ёки $\Lambda^N \xrightarrow{\xi \in \Lambda^k} \Lambda^{N-k}$ бўлади, яъни N ўлчамли белгилар фазосидан $N-k$ ўлчамга ўтилади.

Мазкур жараён информатив белгилар фазоси ўлчами ℓ га тенг бўлгунга қадар такрорланади. Такрорланишлар натижасида, агар $k \geq N - \ell$ ҳолат кузатилса, у ҳолда $k = N - \ell$ деб олинади.

Натижавий $\lambda \in \Lambda^{\ell}$ оптимал векторга мос равишда $\kappa(\ell)|_{\lambda}$ (11) орқали аниқланди.

Амалий масалалар ҳал қилинаётганда k учун $k \ll \ell$ шарт ўринли бўлиши мақсадга мувофиқ бўлиб, одатда, $k = 3 \div 5$ деб олиш тавсия этилади.

Куйида $\mu \in \Lambda^k$ векторларни танлаб олишни келтириб ўтамыз.

Маълумки, $\mu \in \Lambda^k$ тўпلامда k информатив векторлар сони $\frac{N!}{k!(N-k)!}$ га тенг бўлади.

Иш унумдорлигини ошириш мақсадида мазкур векторларни танлашнинг қатъий кетма-кетлигини куйидагича аниқлаб олиш мумкин.

μ векторлар учун, шартли равишда,

$$\mu_1 = \left\{ \underbrace{0, 0, \dots, 0}_{N-k}, \underbrace{1, 1, \dots, 1}_k \right\}$$

$$\frac{\mu_{\frac{N!}{k!(N-k)!}} = \left\{ \underbrace{1, 1, \dots, 1}_k, \underbrace{0, 0, \dots, 0}_{N-k} \right\}$$

деб олинсин. У ҳолда мазкур векторлар кетма-кетлигини куйидагича аниқлаш мумкин.

Бунинг учун, умумий ҳолда, l - ўринда турган векторни билган ҳолда $l + 1$ - ўринда келадиган векторни аниқлаш старли.

Умуман олганда, l - ўринда турган $\mu_l = (\mu_l^1, \mu_l^2, \dots, \mu_l^N)$ вектор компонентлари бўйича куйидагича ҳолатлар бўлиши мумкин:

1-ҳолат. қиймати 1 га тенг бўлган компоненталари кетма-кет жойлашган, яъни қиймати 1 га тенг бўлган ихтиёрий иккита компонента орасида қиймати 0 га тенг компонента мавжуд эмас;

2-ҳолат. қиймати 1 ёки 0 бўлган компоненталар ихтиёрий, яъни аралаш жойлашган.

Дастлаб 1-ҳолатда навбатдаги вектор кўриниши қандай бўлишини кўриб чиқамиз.

$\mu_l = (\mu_l^1, \mu_l^2, \dots, \mu_l^N)$ вектор компоненталари индекси бўйича кичик индексдан бошлаб компонентаси қиймати 1 га тенг компонента топилади ва мазкур компонента битта олдинги компонента билан ўрин алмаштирилади, яъни агар топилган компонента индекси j бўлса, у ҳолда $j - 1$ даги билан ўрин алмаштирилади. Қолган барча қиймати 1 га тенг компоненталар $N - k$ га ўнг сурилади, яъни

$$\mu_l^1 = 0, \dots, \mu_l^j = 0, \mu_l^{j+1} = 1, \mu_l^{j+2} = 1, \dots, \mu_l^{j+k} = 1, \mu_l^{j+k+1} = 0, \dots, \mu_l^N = 0 \Rightarrow$$

$$\mu_{l+1}^1 = 0, \dots, \mu_{l+1}^{j-1} = 0, \mu_{l+1}^j = 1, \mu_{l+1}^{j+1} = 0, \dots, \mu_{l+1}^{N-k+2} = 0, \mu_{l+1}^{N-k+1} = 1, \dots, \mu_{l+1}^N = 1$$

Энди 2-ҳолатни кўриб чиқайлик. Бунда 1-ҳолатдан фарқли равишда жараёни компоненталарнинг энг катта индексдан (N) бошлаймиз. Биринчи навбатда $\mu_l^j = 0, \mu_l^{j+1} = 1$ шартни қаноатлантириувчи энг катта индекс аниқланади ва уларни ўрни алмаштирилади, яъни $\mu_l^j = 1, \mu_l^{j+1} = 0$ ҳамда $j + 2$ дан бошлаб қиймати 1 га тенг бўлган компоненталар барчаси N индексдан бошлаб қайта жойлаштирилади, яъни,

$$\mu_l^1 = *, \dots, \mu_l^j = 0, \mu_l^{j+1} = 1, \dots, \mu_l^{j+q} = 1, \mu_l^{j+q+1} = 0, \dots, \mu_l^N = 0 \Rightarrow$$

$$\mu_{l+1}^1 = *, \dots, \mu_{l+1}^{j-1} = *, \mu_{l+1}^j = 1, \mu_{l+1}^{j+1} = 0, \dots, \mu_{l+1}^{N-q} = 0, \mu_{l+1}^{N-q+1} = 1, \dots, \mu_{l+1}^N = 1.$$

Таклиф этилаётган усул алгоритми

1-қадам. Бошланғич маълумотлар: X - ўқув танланма; X_p ($p = \overline{1, r}$) - синфлар; r - синфлар сони; k, ℓ, N .

2-қадам. $\lambda \in \Lambda^N$ учун $\kappa(N)$ ва $\delta = \theta(N)|_\lambda$ ҳисобланади; Нотўғри синфлаштирилган объектлар фиксирлаб қўйилади.

3-қадам. $i = k$

4-қадам. $v = 1$ да $p_v = (p_v^1, p_v^2, \dots, p_v^N)$ учун $p_v^j = \frac{1}{N}; j = \overline{1, N}$ қийматлар ўзлаштирилади.

5-қадам. Барча $\mu \in \Lambda^i$ векторлар учун $\theta(N - i)|_{\lambda - \mu}$ ва $\theta(i)|_\mu$ лар ҳисобланади.

6-қадам. Барча μ вектор учун: агар $\theta(N - i)|_{\lambda - \mu} \leq \delta$ ўринли бўлса, $p_{v+1}(\mu) = p_v + \frac{(p_v, \mu)}{N - i} * p_v|_{\lambda - \mu} - p_v|_\mu$ деб ўзлаштирилади.

7-қадам. $p_{v+1} = \frac{1}{T} \sum_{\mu} p_{v+1}(\mu)$ ҳисобланади, бу ерда $T - p_{v+1}(\mu)$ векторлар сони. $p_v = (p_v^1, p_v^2, \dots, p_v^N)$ вектор учун (14) ёки (15) ҳолатлар текширилади ва шунга мос равишда $\Lambda^N \xrightarrow{\eta \in \Lambda^i} \Lambda^{N-i}$ ёки $\Lambda^N \xrightarrow{\xi \in \Lambda^i} \Lambda^{N-i}$ амалга оширилади.

8-қадам. $N = N - i$ ва $\lambda = (1, 1, \dots, 1) \in \Lambda^N$ деб янги қиймат ўзлаштирилади.

9-қадам. Агар $i \leq N - \ell$ бўлса, у ҳолда 3-қадамга қайтилади.

10-қадам. Агар $i \geq N - \ell$ бўлса, у ҳолда $i = N - \ell$ деб олинади ва 5-қадам қайтилади.

11-қадам. Чикиш параметри: λ оптимал вектор.

Таклиф этилган алгоритм тадбиқи:

Юрак ишемик касалликлари симптокомплексларини танлаш масаласи

Куйида таклиф этилаётган алгоритм ёрдамида соҳа мутахассислари томонидан ЮИК бўйича тақдим этилган беморларнинг диагностик маълумотлари, яъни, айнан, беморлардаги клиник белгилар ёки симптомлар (анамнез, физикал, лаборатор ва инструментал текширув) асосида касалликни симптокомплексларни танлаб олиш ва синфлаштириш (ташҳислаш) масаласини кўриб чиқамиз. Бу ерда клиник белги ёки симптомлар турли турга тегишли бўлиб, улар сон қиймат ва сифат кўрсаткичларига эга.

ЮИК бўйича мутахассислар томонидан тақдим этилган ўқув танланма бўйича маълумотлар 1-жадвалда келтириб ўтилган.

1-жадвал

т/р	синфлар	Беморлар (объект) сони	Клиник белги ёки симптомлар (белги) сони	синф таснифи
1	X_1	140	62	зўриқиш стенокардияси
2	X_2	120	62	ўткир миокард инфаркти
3	X_3	40	62	Аритмик шакл

Кўйилган масалага таклиф этилаётган алгоритмни тадбиқ қилиш натижасида ташҳислаш ишончилиги ортган, клиник белги ва симптомлар сонини 62 тадан 10 тагача камайтиришга эришилди. $\ell = 10$ да янги яхши натижа берувчи 7 та симптокомплекслар аниқланди. Танлаб олинган симптокомплекслар куйидаги жадвалда келтирилган.

2-жадвал

1.	$X_1, X_7, X_{16}, X_{22}, X_{27}, X_{36}, X_{41}, X_{51}, X_{57}, X_{62}$
2.	$X_1, X_7, X_{22}, X_{27}, X_{36}, X_{41}, X_{44}, X_{51}, X_{57}, X_{62}$
3.	$X_1, X_7, X_{22}, X_{27}, X_{36}, X_{41}, X_{47}, X_{51}, X_{57}, X_{62}$
4.	$X_1, X_7, X_{10}, X_{22}, X_{27}, X_{36}, X_{41}, X_{51}, X_{57}, X_{62}$
5.	$X_1, X_7, X_{22}, X_{27}, X_{34}, X_{36}, X_{41}, X_{51}, X_{57}, X_{62}$
6.	$X_1, X_2, X_7, X_{22}, X_{27}, X_{36}, X_{41}, X_{51}, X_{57}, X_{62}$
7.	$X_7, X_{22}, X_{27}, X_{34}, X_{36}, X_{41}, X_{47}, X_{51}, X_{57}, X_{62}$

Хулоса

Ушбу ишда маълумотларга дастлабки ишлов беришнинг асосий масалаларидан бўлган информатив белгилар мажмуасини танлаш муаммоси мослашувчан кидирув орқали ҳал қилинган. Таклиф этилаётган алгоритм объект белгилари қийматлари турларига боғлиқ эмас.

Синфлаштириш ишончилигини ошириш мақсадида ИБМни танлаш учун информативлик мезони сифатида синфлаштиришдаги хатолик коэффициенти ва объект белгиларининг эҳтимоллик вектори олинган. Белгиларни танлаб олишда фойдаланилган эҳтимоллик вектори объектларни муҳим белгиларини танланмадан асоссиз чиқариб юборилишини олдини олади.

Таклиф этилган алгоритм асосида ишлаб чиқилган дастурдан фойдаланиб юрак ишемик касалликлари таркибига кирувчи зўриқиш стенокардияси, ўткир миокард инфаркти ва миокард инфарктнинг аритмик шакли билан оғриган беморларнинг диагностика маълумотларига дастлабки ишлов бериш, хусусан, беморлардаги клиник белгилар ёки симптомлар асосида касалликни симптокомплексларни танлаб олиш ва синфлаштириш масалалари ҳал қилинди.

Дастур орқали танлаб олинган симптокомплекслар ёрдамида беморларни синфлаштириш масаласи, ўқув танланма эталон жадвали объектларига нисбатан 100% аниқликни кўрсатди.

Олинган натижалар соҳа мутахассислари томонидан ижобий баҳоланди.

Адабиётлар

- [1] <https://kun.uz/news/2019/08/08/yurak-qon-tomir-kasalliklarini-davolash>
- [2] <https://bakulev.ru/patients/articles/drugie-zabolevaniya-serdtsa-i-sosudov/ishemicheskaya-bolezn-serdtsa-simptomu-i-lechenie>
- [3] “Даволашда юқори технологияларни қўллаш” модули бўйича ўқув-услубий мажмуа //ТТА ҳузуридаги педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини ошириш тармоқ маркази, Тошкент 2017 йил.
- [4] Лбов Г.С. Методы обработки разнотипных экспериментальных данных//Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1981. - 160 с.
- [5] Журавлев Ю.И. Избранные научные труды. –М: Издательство Магистр, 1998. – 420с.
- [6] Zhang, L., Luo, M., Liu, J., Li, Z., Zheng, Q. Diverse fuzzy c-means for image clustering //Pattern Recognition LettersVolume 130, February 2020, Pages 275-283.
- [7] Santra, D., Basu, S.K., Mandal, J.K., Goswami, S. Rough set based lattice structure for knowledge representation in medical expert systems: Low back pain management case study//Expert Systems with ApplicationsVolume 145, 1 May 2020, Номер статьи 113084
- [8] Xiong, Y., Zuo, R. Recognizing multivariate geochemical anomalies for mineral exploration by combining deep learning and one-class support vector machine// Computers and GeosciencesVolume 140, July 2020, 104484
- [9] Li, P., Cheng, H. Track recognition algorithm based on neural network for rail transit//International Journal of Computers and Applications 2020.
- [10] Gai, J., Shen, J., Wang, H., Hu, Y. A Parameter-Optimized DBN Using GOA and Its Application in Fault Diagnosis of Gearbox//Shock and Vibration, Volume 2020, 2020, Номер статьи 4294095
- [11] Raja, P.S., Thangavel, K. Missing value imputation using unsupervised machine learning techniques/Soft Computing 24(6), с. 4361-4392,2020.
- [12] Wang,D., Tian,F., Yang,S.X., Jiang,D., Cai,B. Improved deep CNN with parameter initialization for data analysis of near-infrared spectroscopy sensors/Sensors (Switzerland) Volume 20, Issue 3, 1 February 2020, Номер статьи 874, 20(3),874, 2020.
- [13] Basiri,M.E., Kabiri,A. HOMPer: A new hybrid system for opinion mining in the Persian language/Journal of Information ScienceVolume 46, Issue 1, 1 February 2020, Pages 101-117.
- [14] Lou, P., Jimeno Yepes, A., Zhang, Z., Li, C., Wren, J. BioNorm: Deep learning-based event normalization for the curation of reaction databases/BioinformaticsVolume 36, Issue 2, 15 January 2020, Pages 611-620.
- [15] Si, L., Xiong, X., Wang, Z., Tan, C. A Deep Convolutional Neural Network Model for Intelligent Discrimination between Coal and Rocks in Coal Mining Face/Mathematical Problems in Engineering Volume 2020, 2020, Номер статьи 2616510
- [16] Fu, S., Liu, X. A new method to solve the problem of facing less learning samples in signal modulation recognition/Eurasip Journal on Wireless Communications and Networking Volume 2020, Issue 1, 1 December 2020, 8.
- [17] Wei, D., Chen, T., Li, S., Zhao, Y., Li, T. Adaptive dictionary learning based on local configuration pattern for face recognition/Eurasip Journal on Advances in Signal Processing Volume 2020, Issue 1, 1 December 2020, 20.
- [18] Ala’raj, M., Majdalawieh, M., Abbod, M.F. Improving binary classification using filtering based on k-NN proximity graphs/Journal of Big Data, Volume 7, Issue 1, 1 December 2020, 15.
- [19] Mishra, G., Vishwakarma, V.P., Aggarwal, A. Constrained L1-optimal sparse representation technique for face recognition/Optics and Laser TechnologyVolume 129, September 2020, 106232.
- [20] Kibbey, T.C.G., Jabrzemski, R., O’Carroll, D.M. Supervised machine learning for source allocation of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in environmental samples/ChemosphereVolume 252, August 2020, Номер статьи 126593
- [21] Shen, Z., Man, Z., Cao, Z., Zheng, J. A new intelligent pattern classifier based on structured sparse representation/Computers and Electrical EngineeringVolume 84, June 2020, Номер статьи 106641
- [22] Nishanov A.Kh., Djurayev G.P., Kasanova M.Kh. Improved algorithms for calculating evaluations in processing medical data // National Institute of Science Communication and Information Resources (NISCAIR)-India, 2019,-3158-3165.
- [23] Kamilov M., Nishanov A., Beglerbekov R. Modified stages of algorithms for computing estimates in the space of informative features // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (2019) 8(6)
- [24] Nishanov A. Avazov E. Akbaraliyev B. Partial selection method and algorithm for determining graph-based traffic routes in a real-time environment// International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (2019) 8(6) 696-698 ISSN: 22783075.
- [25] Emary E. Zawbaa H. Hassanien A. Binary ant lion approaches for feature selection// Neurocomputing. 2016 vol: 213. DOI 10.1016/j.neucom.2016.03.101. ISSN 18728286.
- [26] Zhuang, J., Hou, C., Tang, Y., Zhong, Z., Luo, S. Assessment of external properties for identifying banana fruit maturity stages using optical imaging techniques/Sensors (Switzerland), 19(13),2910, 2019.
- [27] Scott, G.J., Anderson, D.T. Importance-weighted multi-scale texture and shape descriptor for object recognition

in satellite imagery/International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)

6351632, с. 79-82.2012.

[28] Yong Z. Dun-wei G. Wan-qiu Z. Feature selection of unreliable data using an improved multi-objective PSO algorithm// Neurocomputing. 2016 vol: 171. DOI 10.1016/j.neucom.2015.07.057. ISSN 18728286.

[29] Zhang Y. Gong D. Sun X. Guo Y. A. PSO-based multi-objective multi-label feature selection method in classification// Scientific Reports. 2017 vol: 7 (1). DOI 10.1038/s41598-017-00416-0. ISSN 20452322.

[30] Mafarja M. Mirjalili S. Hybrid binary ant lion optimizer with rough set and approximate entropy reducts for feature selection// Soft Computing. 2019 vol: 23 (15). DOI 10.1007/s00500-018-3282-y. ISSN 14337479.

[31] Nishanov A.Kh., Turakulov Kh.A., Turakhanov Kh.V. A decision rule for identification of eye pathologies // Biomedical Engineering (1999) 33(4) 178-179.

[32] Nishanov A. Kh., Turakulov Kh.A., Turakhanov Kh.V. A decisive rule in classifying diseases of the visual system // Meditsinskaia tekhnika (1999) (4) 16-18.

[33] Nishanov A. Ruzibaev O. Tran N. Modification of decision rules 'ball Apolonia' the problem of classification// 2016 International Conference on Information Science and Communications Technologies, ICISCT 2016 (2016). DOI: 10.1109/ICISCT.2016.7777382.

Нишанов Ахрам Хасанович

Мухаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети(ТАТУ) “Ахборот технологияларининг дастурий таъминоти” кафедраси профессори, т.ф.д.

e-mail: nishanov_akram@mail.ru.

Акбаралиев Бахтиёржон Бакирович

Мухаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети(ТАТУ) “Дастурий инжиниринг факультети” декани, т.ф.н.,

e-mail: b.akbaraliiev@tuit.uz

Жўраев Ғуломжон Примович

Мухаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети хузуридаги Ахборот-

коммуникация технологиялари илмий инновацион маркази, мустақил изланувчи.

e-mail: jurayev_g@bk.ru.

Nishanov A.Kh., Akbaraliyev B.B., Juraev G.P.

A flexible search-based algorithm for selection of coronary heart disease symptom complexes

Selection a set of informative features and object classification are very important issues in data pre-processing, especially, in the problem of pattern recognition. Although a number of methods and algorithms have been proposed to address these problems there are still many unresolved problems in this area. Reason for this that most of the proposed approaches are strongly related to the nature of the research object, the number of its features, the type of values that can be taken by features, the size of the sample, etc., and there are certain requirements for all these. In addition, each method or algorithm is strongly dependent on the correct choice of the decision rule that determines the informative criteria of the feature selection and the quality of the chosen selection. Due to this, the efficiency and reliability of many methods and algorithms are not stable.

The proposed a flexible search-based algorithm is somewhat universal, because the features can take on different type of values, and the proposed informative criteria for selecting a set of features is based on the minimization of the classification error. In addition, the probability vector used in the selection of features prevents the inappropriate omission of important features of the objects.

This algorithm was used to pre-process the diagnostic data of patients with coronary heart diseases which include angina pectoris, acute myocardial infarction and arrhythmic myocardial infarction. This research was done on selection and classification of disease symptom complexes based on the clinical signs and symptoms in patients studied. The results of the study are presented.

Keywords: data pre-processing, informative criteria, symptom complex, feature selection, classification error coefficient, flexible search.

УДК 330.59; 004.382

Вотинов К.А., Цырельчук И.Н., Писецкий Ю.В., Маматова Н.М., Абдурашидов А.А., Собитов С.К.

Разработка алгоритма для статистической оценки качества интегральных микросхем

Фактический уровень надежности технических средств не всегда удовлетворяет предъявляемым к ним требованиям с точки зрения обеспечения заданной эффективности системы в целом. На практике надежность ИС закладывается при проектировании, обеспечивается в процессе изготовления и поддерживается при эксплуатации. Применение диагностирования отказов в сложной технической системе резко повышает надежность системы и, в частности, такой показатель надежности, как коэффициент готовности. Наиболее перспективным методом диагностирования и прогнозирования отказов являются проверяющие тесты. В данной статье рассмотрен «логарифмический» тест, который проверяет взаимное влияние произвольной пары ячеек, а также его алгоритм. Представлены и объяснены блок-схемы рассматриваемого алгоритма в целом и его второго шага в частности.

Ключевые слова: Интегральные микросхемы, оценка качества, логарифмический тест, алгоритм проверки памяти.

Современный этап научно-технического развития характеризуется широким внедрением различных технических устройств, выполненных на интегральных системах нового поколения. Регулярное усложнение решаемых ими задач, а также повышение ответственности выполняемых функций выдвинули на первый план проблему обеспечения высокой надежности и эффективности сложных систем, использующих подобные устройства. Особую актуальность эта проблема приобретает в современных системах телекоммуникаций, для которых рассматриваемый аспект является наиболее важным.

Фактический уровень надежности технических средств не всегда удовлетворяет предъявляемым к ним требованиям с точки зрения обеспечения заданной эффективности системы в целом.

На практике надежность ИС закладывается при проектировании, обеспечивается в процессе изготовления и поддерживается при эксплуатации. Таким образом, определяющим фактором является технология изготовления, затем обеспечение требуемого уровня качества и надежности комплектующих компонентов и материалов при изготовлении, что требует непрерывный технологический контроль и за тем обеспечение бесперебойной работы аппаратуры на ИС при воздействии различных условий эксплуатации, что также должно сопровождаться эксплуатационным контролем и носить прогнозирующий и диагностирующий характеры.

Применение диагностирования отказов в сложной технической системе резко повышает надежность системы и, в частности, такой показатель надежности, как коэффициент готовности. Однако, методы диагностирования требуют аппаратную избыточность и выбор информативного параметра контролируемой системы.

Наиболее перспективным методом диагностирования и прогнозирования отказов являются проверяющие тесты. Для этой цели в статье предложены этапы построения тестов и краткое их содержание.

Повышение степени интеграции кристаллов ОЗУ, рост объема памяти ставят новые условия для тестирования БИС ОЗУ. Увеличение плотности размещения элементов в кристалле и особенности технологии изготовления БИС обусловили появление новых типов неисправностей, характерных для БИС ОЗУ.

Основными видами неисправностей, характерными для БИС ОЗУ, являются:

1. Неспособность к переключению ячейки матрицы;
2. Неспособность к хранению информации ячейкой;
3. Неверная работа дешифратора строк и столбцов;
4. Взаимное влияние ячеек.

Так как наибольшую проблему представляет проверка взаимного влияния ячеек памяти, то более подробно рассмотрим этот вид неисправности. Сложность задачи, растущая с увеличением объема ОЗУ, реализованного в одном кристалле, вынуждает уделять особое внимание этой проблеме. Оптимальным для этой цели среди известных тестов является так называемый «логарифмический» тест, который проверяет взаимное влияние произвольной пары ячеек в соответствии со следующим порядком действий:

Шаг 1. Начальное заполнение матрицы: запись в i и j ячейки "1".

Шаг 2. Запись в i "0", считывание из j "1".

Шаг 3. Запись в j "0", считывание из i "0".

Шаг 4. Запись в i "1", считывание из j "0".

Шаг 5. Запись в j "1", считывание из i "1".

Шаг 6. Запись в j "0", считывание из i "1".

Шаг 7. Запись в i "0", считывание из j "0".

Шаг 8. Запись в j "1", считывание из i "0".

Шаг 9. Запись в i "1", считывание из j "1".

Последовательность действий, реализованная на шагах 2-9, является минимальной, позволяющей проверить все возможные переходы между состояниями ячеек памяти.

Алгоритм логарифмического теста основан на последовательном разбиении проверяемой области памяти на сегменты и проверки влияния ячеек одного сегмента (i -ячейки), на ячейки другого сегмента (j -ячейки), выполнением шагов 1-9. Известен подход, позволяющий проверить по логарифмическому алгоритму память объемом $2N$ (N -число разрядов адреса). При этом на первом этапе вся проверяемая область памяти разбивается на два сегмента. Все ячейки одного сегмента являются ячейками i , другого - ячейками j . Выполняются шаги 1-9. На втором этапе каждый из сегментов, в свою очередь, делится на два сегмента с ячейками i и j , с последующим выполнением шагов 1-9. На третьем этапе вся область делится на восемь сегментов и т.д. Деление повторяется до тех пор, пока размер сегмента не станет равен одной ячейке. Таким образом, проверяется взаимное влияние произвольной пары ячеек независимо от конкретной топологии кристалла.

Однако указанный способ выделения сегментов довольно сложен. Предлагаемая модификация теста позволяет упростить его реализацию и сократить время проверки памяти произвольного размера. В данном случае разбиение на сегменты основано на фиксации определенного разряда двоичных кодов адреса. При этом память делится на сегменты i и j : если разряд зафиксирован в "0" - это сегмент i , если в "1" - j .

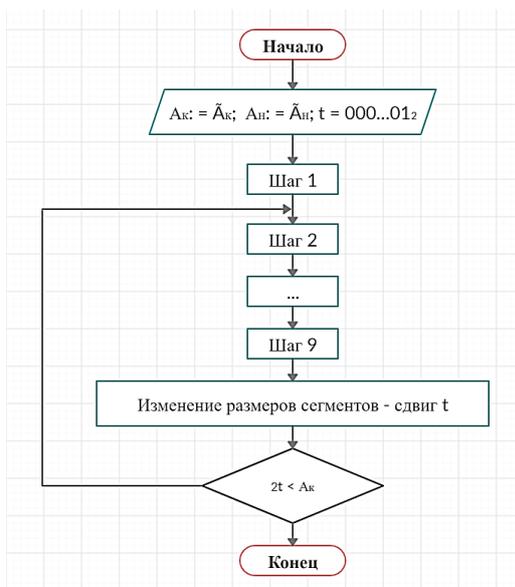


Рис.1. Блок-схема алгоритма проверки памяти.

На первом этапе фиксируется младший разряд кодов адресов. Проверяемая область памяти делится на сегменты, равные одной ячейке. Выполняется проверка в соответствии с шагами 1-9. На втором этапе фиксируется второй разряд. Область памяти делится на сегменты, равные двум ячейкам. На третьем этапе фиксируется третий разряд и т.д., до тех пор, пока сегменты не станут равны $2N$ и Q (ласти $2N$).

Блок-схема алгоритма проверки памяти (рис. 1) отражает последовательность действий:

- численные значения адреса начала \tilde{A}_H и конца \tilde{A}_K проверяемой области памяти заносятся соответственно в регистры A_H и A_K . Параметру присваивается значение $000...01_2$, что соответствует разбиению области памяти на сегменты, равные одной ячейке;
- выполняются шаги 1-9;
- изменяются размеры и сравниваются с граничным значением A_K ;
- при невыполнении неравенства $2t < A_K$ алгоритм заканчивает работу.

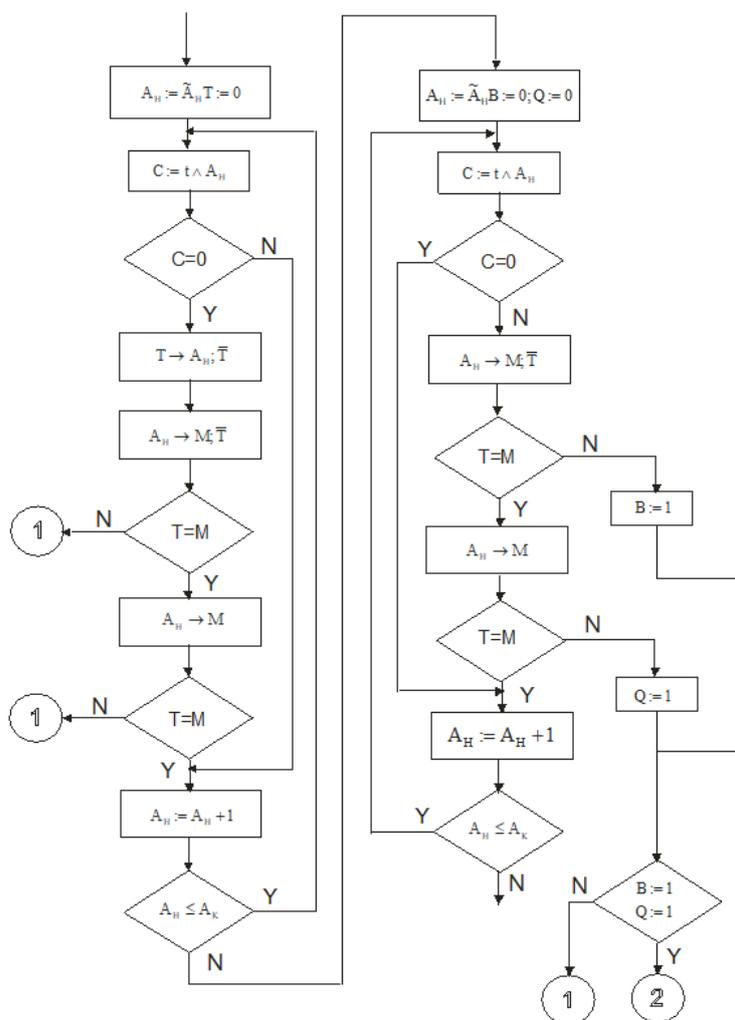


Рис.2. Блок-схема алгоритма выполнения шага 2, где 1 – Брак УУ; 2 – Брак ОЗУ

Часто возникает ситуация, когда микросхемы памяти, признанные годными после выполнения эффективных тестов, составленных по сложным алгоритмам, оказываются неработоспособными в составе блоков вычислительных комплексов. Поэтому введем в этот тест модификацию, ко-

торая заключается в использовании на 2 шаге дополнительного теста “запись-считывание” для диагностирования дефектов устройства управления БИС ОЗУ. Изменения в алгоритме заключаются в выполнении проверки считывания единицы и нуля при подаче на входы БИС во втором - прямому коду считываемых данных. Данный метод позволяет

УДК 004.048

Насимов Р.Ҳ.

12 каналли электрокардиография қурилма таъминоти

Ушбу мақола ADS1298 асосида 12-каналли электрокардиограф (ЭКГ) қурилма таъминотини ишлаб чиқиш ва Андроид платформасида ишловчи смартфон билан симсиз интерфейс орқали боғланиш жараёнига бағишланади. ADS1298 - 24 бит резолюцияли аналог-рақамли ўзгартиргич (АРЎ), кам қувватли, паст шовкинли, ички мультиплексорли, паст частотали аналог ва рақамли филтларга асосланган қурилма бўлиб, у кўп-каналли ЭКГ қурилмаларини арзон ва кичик ўлчамларда ишлаб чиқиш жараёнини қўллаб қувватлайди. Ушбу ишнинг натижаларини келажакда портатив ЭКГ қурилмаларини ишлаб чиқиш жараёнига қўллаш мумкин.

Калим сўзлар: Аналог-рақамли ўзгартириш, электрокардиограф, электрод, интерфейс, микроконтроллер.

ЭКГ сигнали – юрак касалликларига ташхис қўйиш учун муҳим бўлган маълумотларни ўз ичига олганлиги ўз исботини топганидан бошлаб, бу қурилма инсонларнинг юрак-қон томир касалликларига ташхис қўйиш ва даволаш жараёни учун нафақат кардиология мутахассислари балки барча турдаги шифохоналарда бирламчи восита бўлиб колди [1] Айни вақтда бир ёки кўп каналли ЭКГ иловалари компьютер, планшет, смартфон, смартвоч ва бошқа турдаги гаджетларнинг платформаларга мослаб кенг миқёсида ишлаб чиқарилмоқда.

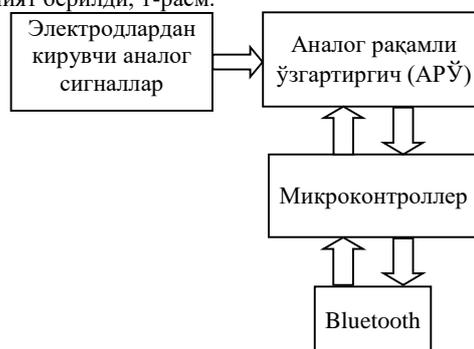
Сўнги йилларда смартфон қурилмаларининг аънавий тиббиёт хизматлари билан интеграцияланиб бориши натижасида, маълум турдаги тиббиёт хизматлари смартфонларда жорий этилди. Шунингдек, Интернет хизматлари орқали смартфон фойдаланувчиларига реал вақтда шифокор билан боғланиш ва масофадан туриб ЭКГ асосида юрак-касалликларига ташхис қўйиш имконияти ишлаб чиқилмоқда. Охирги 10 йиллар давомида смартфон базасида соғломлаштириш платформаларининг турлари ва қўллаб қувватлайдиган хизматлари кенгайиб бормоқда. Улар смартфон платформалари орқали инсонларнинг юрак-қон томир касалликларини масофадан мониторинг қилиш, олинган маълумотларга асосан қарор қабул қилиш ва хулосалаш имкониятиларини тақдим этмоқда. Бу нафақат ривожланаётган ёки ривожланиши кўрсаткичлари паст бўлган давлатларда балки, ривожланган мамлакатларда ҳам шифокор-бемор нисбатини камайишига олиб келмоқда.

Дунё аҳолиси орасида юрак етишмовчилиги асосий муаммо бўлиб бораётган бир пайтда, арзон, кичик ўлчамли ЭКГларга эҳтиёж ортиб бормоқда. Одатда, асосий юрак касалликларига ташхис қўйишда кўп-каналли ЭКГдан фойдаланилади ва ҳозир шакли, ўлчами, стандарти, нархи, платформаси, технологияси, ташхис қўйиш имкониятлари турлича ЭКГлар мавжуд.

2012 йилдан бошлаб аънавий ЭКГ дастурлари тўлиқлигича смартфонда жорий этилганидан кейин, реал вақтда шифокорлар масофадан туриб инсонларнинг ЭКГ маълумотларини олиш, шарҳлаш, юрак-қон томир касалликларини таҳлил қилиш ва ташхис қўйиш имкониятига эга бўлмоқдалар[2] Шунингдек, смартфонлар учун ЭКГ иловали, веб сервисли ва шифокор хулосасига асосланган ташхис қувватли дастурлар ишлаб чиқилмоқда. Смартфонга асосан ЭКГ қурилмаларини ишлаб чиқиш билан юрак касалликларига ташхис қўйиш дастурларни яратиш ва юрак касалликларининг белгиларини олдиндан аниқлаш, барвақт ташхис қўйиш, даволаш ва йилдан йилга юрак касалликлари сабаб ортиб бораётган ўлим кўрсаткичларини камайтириш мумкин.

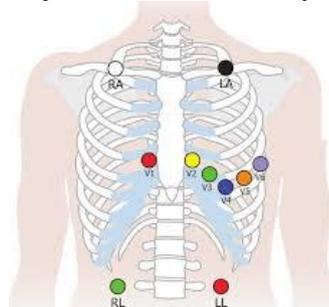
Ушбу мақола кичик ўлчамли, имконияти кенгайтирилган, арзон, ҳаммабоп ва масофадан шифокор билан боғланиш имкониятига эга бўлган ЭКГ қурилмасини ишлаб чиқишга бағишланади. Шунингдек, чет

мамлакатларда ишлаб чиқарилган, сотувда мавжуд бўлган ва изланишларда синовдан ўтказилаётган ЭКГ қурилмаларининг имкониятлари ўрганиб чиқилди [3] ЭКГ қурилмасини ишлаб чиқишда смартфон билан симсиз ишлаши ва қурилманинг ўлчамини кичик бўлишига аҳамият берилди, 1-расм.



1-расм. ЭКГ қурилмаси

Таклиф этилаётган ЭКГ қурилма-таъминоти 4та асосий қисмдан ташкил топади: электродлар, АРЎ, микроконтроллер ва HC-05 Bluetooth модули, 1-расм.



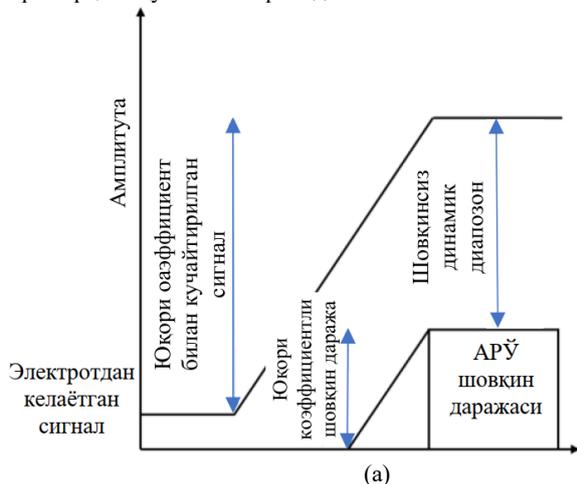
2-расм. Электродларни тананда жойлашиш тартиби

ЭКГ сенсорлари (электродлар) - тери юзасига жойлаштиришга мослаштирилган бўлиб, улар орқали кичик вольтлардаги потенциаллар фарқи ўлчанади. Сенсорлардан келган сигналларга ишлов бериб, уларни визуал ҳолатда экранда кузатиш мумкин. ЭКГ қурилмаси 10та электроддан (фақат 8таси ЭКГ сигналларни олиш учун хизмат қилади) фойдаланилди. Тана бўйлаб электродларнинг жойлашиши қуйидаги 2-расмда келтирилгани каби амалга оширилди: ўнг қўл (RA), чап қўл (LA), чап оёқ (LL), ўнг оёқ (RL) ва бта кўкрак қафаси (V1-V6), 2-расмда келтирилган. Таъкидлаш лозимки электродларни тананинг мускулли қисмида жойлаштириш интерференция даражасини ошишига, тананинг мускулсиз қисмида жойлаштириш сигналнинг сифати даражасини тушишига сабаб бўлади.

1. Кабель ва электрод. ЭКГ қурилмасини лойиҳалаш ва ишлаб чиқиш мақсадлари учун Европа ва Америка стандартлари асосидаги CON-TEC фирмасининг поливинилхлоридли кабель ва электродлари танланди.

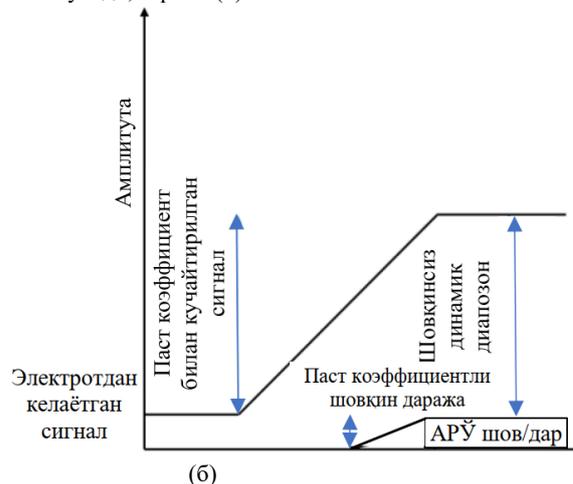
Ушбу кабелли электродлар қўйилган техника хавфсизлиги қондалари асосида ишлаб чиқилган. Шунингдек, коррозия ва ишқаланиб ёниб кетиш каби ҳолатлар инобатга олинган [4]

2. APЎ. Кўп каналли ЭКГ қурилмасини ишлаб чиқишда аналог сигналлар тўпламини рақамли кўринишга ўзгартириш учун мос APЎ чипини танлаш муҳим ҳисобланади. APЎ резолуция талабларига боғлиқ равишда икки хил ёндашувга асосланади [5] Ҳар иккала ёндашув асосида лойиҳалаштирилаётган қурилма таъминоти батарея орқали қувватлантирилади.



Биринчи ёндашувда APЎ 16-бит резолуциядан кичик ва бундай ҳолатда, юқори коэффициентли паст шовкинли кучайтиргичдан фойдаланилади. Бу усулда кучайтиргич одатда керакли сигналларни шовкин билан бирга қўшиб кучайтиради, 3-расм (а). Юқори кучайтириш омили сабабли, шовкин даражаси паст бўлади.

Иккинчи ёндашув паст коэффициентли кучайтиришга асосланган бўлиб, резолуцияси 24 битли бўлади ва тизимнинг умумий шовкин даражасига қараганда ҳар доим кучайтиргичнинг шовкин даражаси паст бўлади, 3-расм (б).



3-расм. APЎ резолуциялари: (а) 16-битли юқори шовкинли ва (б) 24-битли паст шовкинли

Ҳар иккала ёндашувда сигналнинг сифати талаб даражасида сақланиб қолсада, танланган усул лойиҳалаштирилаётган қурилмани содда ва арзон кўринишда ишлаб чиқишга сезиларли таъсир кўрсатади. Бироқ резолуцияси 16-битдан кичик бўлган APЎ асосидаги ЭКГ қурилмасини киришидан олдин юқори ва паст частотали филтрлардан фойдаланиш зарур.

Биринчи ёндашув билан таққослаганда иккинчи ёндашувда қурилма содда ва фойдаланилган элементларнинг сони нисбатан кам бўлади. Қўшимча қилиб, иккинчи ёндашувда тизим мослашувчанлиги юқори частотали адаптив филтр ва режектор филтри каби рақамли сигналларни ўзгартирувчи алгоритмлар билан ишлаш имконияти ошади.

Кўп каналли ЭКГ қурилмаларини кичик ҳажмда лойиҳалаш ва содда кўринишда ишлаб чиқиш учун талаб этиладиган APЎ чиплари Texas Instrument (TI), Analog Devices (AD) ва ST microelectronics (ST) каби машҳур компаниялар томонидан ишлаб чиқилмоқда ва айни вақтда сотувда мавжуд. Қуйида ҳар бир ташкилот махсулотларининг имкониятлари қиёсий таҳлил қилинади.

ADS129x. TI компанияси томонидан таклиф этилган ADS129x оиласига мансуб ADS1294, ADS1296, ADS1298 ва ADS1299 қурилмалари асосида стандарт бўлган махсус

кўп-каналли ЭКГ қурилмаларини ишлаб чиқишга мўлжалланган. Бу қурилмаларнинг охири сони қўллаб қувватлаши мумкин бўлган каналлар сонини англайди. TI қурилмалари масалан 24 битли резолуция сигма делта ($\Sigma\Delta$) конвертор ёрдамида APЎ жараёни сониясига 32000 ёки 16 битли резолуцияли сониясига 8000 дискрет частота билан аналог сигнални рақамли кўринишга ўзгартиради. 24-битли ёки 16-битли APЎ чиплари резолуцияси ва дискрет частотасининг тезлиги билан фарқланади. ADS1298 чипида 8та канал, ўрнатилган RLD (Right-Leg Drive) ва WCT (Wilson Central Terminal) мавжуд.

ADAS1000-x. Ушбу чип AD компанияси томонидан таклиф этилган бўлиб, у 3 ва 5-каналли ЭКГ қурилмасини лойиҳалашни қўллаб қувватлайди. Қурилманинг дискрет частотасининг энг юқори тезлиги сониясига 128 минг дискрет частотани узатишни қўллаб қувватлайди. Қурилмада дастурлаштирилган ички паст частотали филтр мавжуд бўлиб, у 2 кГц ли маълумотни узатиши учун қўшимча 40 Гц, 150 Гц, 250 Гц ва 450 Гц га дастурий созланиши мумкин. Ушбу қурилмани TI қурилмалари билан таққослаганда резолуцияси ва каналлари сони чекланган, кўп каналли замонавий ЭКГ қурилмалари ишлаб чиқиш имкониятига эга эмас [6]

1-жадвал

Кўп-каналли ЭКГ учун APЎ чипларининг таҳлили

Қурилма	Оғиш коэффициенти (дБ)	Сигнал-шовкин нисбати (дБ)	Кучайтириш коэффициенти	Ички қаршилик (Ω)	Қувват истеъмоли
ADS119x	105	97	1, 2, 3, 4, 6, 8, 12	1G	17.5 mW
ADS129x	115	112	1, 2, 3, 4, 6, 8, 12	1G	17.5 mW
ADAS1000-x	110	100	-	10G	41 mW
HM301D	100	72	8, 16, 32, 64	50G	NA

HM301D. ST компаниясининг таклиф APЎ чиплари кўпи билан 3-каналли ЭКГ қурилмаларини ишлаб чиқишни

қўллаб қувватлайди. Юқоридаги кўриб чиқилган қурилмалар билан таққосланганда, бу чипда кўплаб

чекланишлар мавжуд. Масалан, резолюцияси кичик, 3-каналли электрокардиографдан юқори бўлганларини ишлаб чиқиш учун мос эмас ва электромагнит интерфейси мавжуд эмас. Аммо ЭКГ иловалари учун стандарт ҳисобланган ўрнатилган RLD ва WCT мавжуд [7] Қуйидаги 1-жадвалда юқорида кўриб чиқилган АРЎ чипларининг таҳлили ва бошқа муҳим бўлган баъзи хусусиятлари келтирилган.

3. Atmega16. микроконтроллеридан ЭКГ қурилмасида маълумотларни сенсорлардан олиш, ишлов бериш ва узатиш жараёнларини ҳамда бошқа периферик қурилмаларни бошқариш ва назорат қилишда фойдаланилади.

Atmega16 микроконтроллери ADS1298 ва HC-05 қурилмалари билан юқори тезликда маълумот алмашишни қўллаб қувватловчи иккита SPI (Serial Peripheral Interface) интерфейслари орқали боғланган. SPI ва ADS1298 чипи ўртасида кетма-кет алоқа синхронизация тизими таъминланади. Барча алоқа жараёнларида синхронизация ҳеч бўлмаганида минимум бўлишига эътибор берилди.

4. Bluetooth HC-05. ЭКГ қурилмасини смартфон билан боғловчи модул бўлиб, симсиз алоқа давомида кетма-кет алоқа усули орқали маълумот алмашилади. HC-05 частота полосаси ва маълумотларни қабул қилиб/узатиш ISM (Industrial, Scientific and Medical) оралиғига мос келади, яъни 2.4ГГц. Бу оралик частота халқаро электралоқа иттифоқининг радио регламенти томонидан белгиланган радиоалоқа частота диапазони ҳисобланади [8] Шунингдек, бу оралик ишлаб чиқариш, фан ва тиббиёт соҳаларида олиб борилаётган илмий тадқиқот ишланмалари учун махсус ажратилган. Шунингдек, HC-05 маълумот узатиш тезлиги асинхрон режимда кўпи билан 2.1 Мбитс/ 160 Кбитс ва синхрон режимда эса 1 Мбитс/ 1 Мбитс бўлади.

Маълумки, бугунги кунда кичик ўлчамли ЭКГ қурилмалари турли ярим ўтказгичларни ишлаб чиқарувчилар томонидан таклиф этилган рақамли тайёр элементлар асосида йиғилмоқда ва дастурланмоқда. Шунингдек, замонавий смартфонлар билан интеграцияланувчи тиббиёт қурилмалари ва дастурларини FDA (Food and Drug Administration) ташкилотининг стандарт талабига мувофиқ ишлаб чиқариш устида изланиш олиб борилмоқда, FDA тиббиёт талабига мос келиши ёки келмаслигига боғлиқ сертификат беради [9]

Умуман олганда ҳар бир соҳадаги, хусусан тиббиётда ҳам ишлаб чиқарилаётган қурилмаларда доим биринчи қадам сигнални таниб олиш ва унга ишлов бериш қадамидир. Аналог интерфейсли ЭКГ тизимлари учун ҳам биринчи қадам айнан шундай. Биринчи қадам сигнали ЭКГ қурилмасининг киришида ҳосил бўлади. Одатда, ЭКГ сигнали уч қисмдан ташкил топади: дифференциал, электроднинг дифференциал аралашмалари ва босқич сигналлари.

Дифференциал сигнал электродлар орқали олинган $\pm 5\text{mV}$ ва 0.05Гц-150Гц оралиғи билан чегараланган сигналлар кўринишида ҳосил бўлади. Дифференциал сигнал миқдори интерфейснинг динамик диапазон талабига ва сигналнинг частотаси интерфейснинг ўтказувчанлик қобилияти талабига мос келади.

Дифференциал сигналдан ташқари электроднинг интерфейси кўшимча 300mV атрофида доимий токни беради. Ушбу ток асосий сигналга қўшилиб кетмаслигини олдини олиш лозим ва бу икки хил усулда амалга оширилади. Тизимда фойдаланилган АРЎ қурилмасида фойдаланилган филтрлар турига боғлиқ равишда кўшимча ҳосил бўлган сигнал бутунлай ўчирилади ёки асосий сигналга қўшилиб кетишини олди олинади [10]

Сигналнинг частотаси - тизимнинг филтрлари учун талаб этиладиган 3дБ частотани қирқиб олишни таъминлайди. ЭКГ сигналларига ишлов беришдаги энг асосий муаммоли вазият шундан иборатки, электродлардан келаётган асл сигнал одатда ҳаракат артефактлари ва кардиостимулятор импульсларининг шовкинлари орқали таъсирланади. Одатда кардиостимулятор импульслари қурилма ёки дастурий таъминот орқали аниқланади ва филтрланади. Филтрлашнинг дастурий ёндашув усулида юқори частотали ўтказувчанлик қобилиятига эга ташқи интерфейс ва юқори частотали дискретизацияли АРЎ жараёни талаб қилинади. Бу усулнинг авзаллиги, кардиостимулятор импульсларининг динамик ўзгаришига мослаб дастурни ҳам ўзгартириш мумкин бўлади.

Юқоридаги кўриб чиқилган ишлардан хулоса қилиш мумкинки, кичик ўлчамли ва арзон ЭКГ қурилмасини ишлаб чиқишда АРЎ учун энг мос чип ADS1298 танланди. Тиббиётда кичкина ўлчамли, кам қувват талаб қиладиган, арзон, кўп каналли ЭКГ қурилмаларини ишлаб чиқишда ADS1298 чипи энг яхши ечим экани таҳлидан аниқланди. 12-каналли ЭКГ сигналларини ҳосил қилиш кетма-кетлиги 2-жадвалга мувофиқ амалга оширилади.

4-расм (а)да ADS1298 асосидаги 12-каналли ЭКГ қурилма-таъминотининг Proteus муҳитидаги симуляция модели ва (б)да ишлаб чиқилган прототип кўриниши келтирилган.

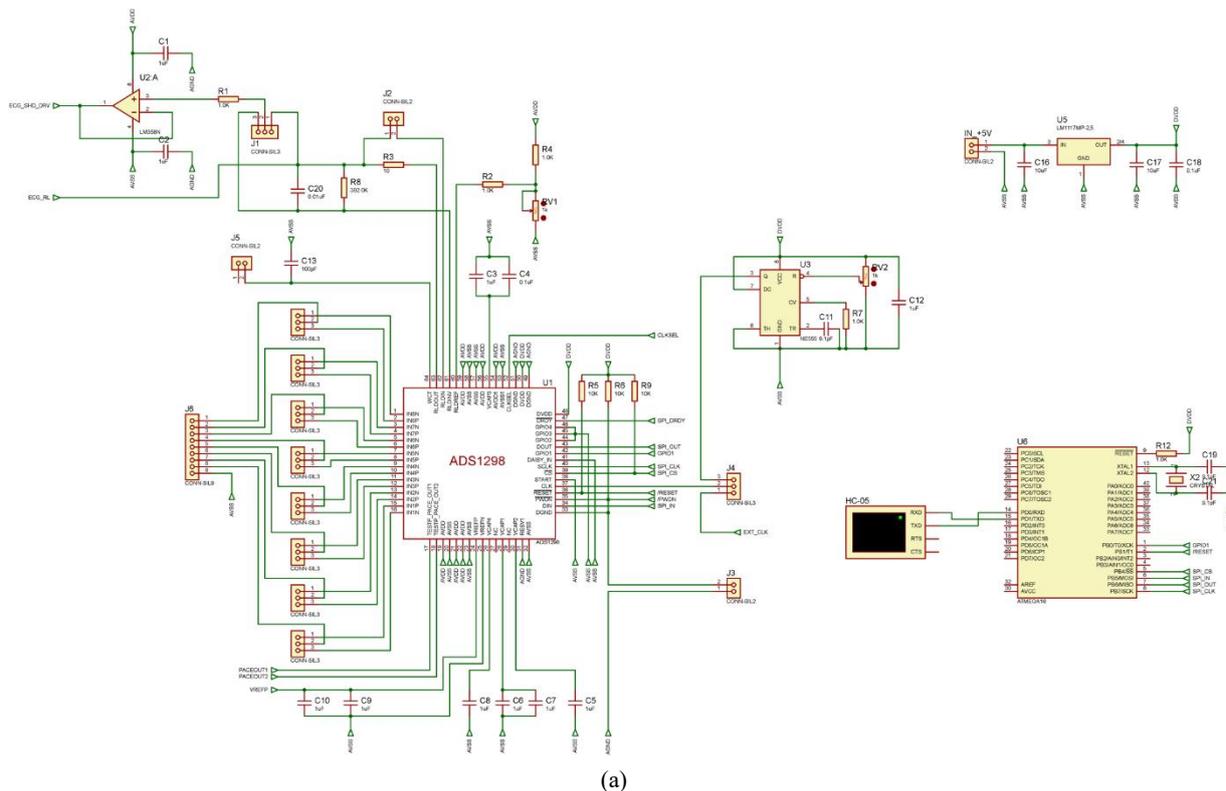
ADS1298 асосида 12-каналли ЭКГ сигналлари 2-расмда кўрсатилган тартибда 10 та электродлардан келаётган сигналлар орқали, шулардан 8 таси ЭКГ сигналлари учун ишлатилади, олинади. Электродлардан қабул қилинган ва ADS1298 орқали узатилган 8 та канал ахборотидан 2-жадвалда келтирилган тартибда 12-каналли ЭКГ сигналлари ҳосил қилинади.

2-жадвал

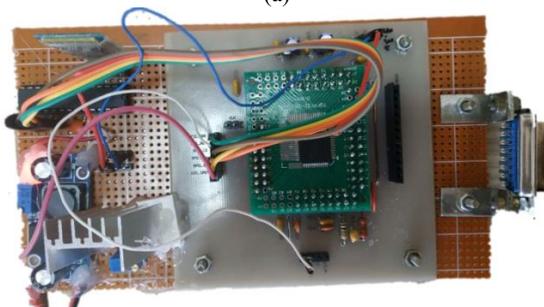
ЭКГ каналларини ҳисоблаш

ADS1298 қурилма каналлари	Ҳосил қилинган каналлар
1 (V6)	$V6=V6-WCT$
2 (I)	$I=LA-RA$
3 (II)	$II=LL-RA$
4 (V2)	$V2=V2-WCT$
5 (V3)	$V3=V3-WCT$
6 (V4)	$V4=V4-WCT$
7 (V5)	$V5=V5-WCT$
8 (V1)	$V1=V1-WCT$
9 (III)	$III=II-I$
10 (aVR)	$aVR=-(II+I)/2$
11 (aVL)	$aVL=-(I-II)/2$
12 (avF)	$avF=-(I-II)/2$

ADS1298 чипидан келаётган 8та канал ахборотининг умумий ҳажми $2^4 \times 8 = 2^4 \times 2^3 = 2^7$ га тенг. Бу ахборотни $2^7 \times 50/8 = 838\ 860\ 800$ ёки $838\ 860\ 800/1024 = 819200$ Кбайт ёки 800 Мбайт кўринишида тасвирлаб, 16 санок системасига ўтказганда сониясига умумий маълумот ҳажми $800/2^{16} = 0,0122$ Мб тенг бўлади. ЭКГ қурилмасини лойihalаш учун танланган Bluetooth HC-05 қурилмасининг умумий ўтказувчанлик қобилияти 2.1 Мбитс бўлиб, АРЎ қурилмаси орқали ҳосил бўлган рақамли ахборотни симли узатиш/қабул қилиш учун қуйилган талабга тўлиқ мос келади.



(a)



(б)

4-расм. (а) ЭКГ қурилма-таъминотининг симуляция модели (б) ЭКГ қурилма-таъминоти

Хулоса. Смартфон билан интеграцияланувчи кичик ўлчамли ва арзон 12-каналли ЭКГ қурилма таъминотини лойиҳалаш ва ишлаб чиқиш амалга оширилди. Смартфон билан симсиз уланишни қўллаб қувватловчи ушбу 12-каналли ЭКГ қурилмасини ишлаб чиқиш жараёнида энг муҳим бўлган АРУ қурилмалари ўрганилди ва қиёсий таҳлил қилинди. Таклиф этилаётган қурилманинг кичик ўлчамда ва арзон нархларда ишлаб чиқиш жараёнига алоҳида эътибор берилди.

Ўзбекистон Республикаси Соғлиқни сақлаш вазирлигининг давлатга тегишли бўлган ва хусусий тиббиёт муассасаларида фойдаланилаётган деярли барча ЭКГ қурилмалари хорижий мамлакатлардан импорт қилинади. Ўзбекистон бозорига олиб кирилаётган ҳаққон қурилмалар асосан стационар ҳолатлар учун мўлжалланган ва мобил кўринишли симсиз кўп-каналли ЭКГ қурилмалари сотувда деярли мавжуд эмас, асосан буюртма асосида етказиб берилади.

Таклиф этилаётган 12-каналли ЭКГ қурилмасини нафақат барча Соғлиқни сақлаш вазирлигининг тасаруфидаги муассасаларда жорий этиш мумкин, балки эҳтиёж туғилганида мустақил фойдаланувчилар ҳам уй шароитида ҳам спорт машғулотларида фойдаланишлари мумкин. Шунингдек, ушбу қурилмани такомиллаштириб

суткали холтер сифатида ҳам ишлаб чиқишни йўлга қўйиш мумкин.

Энг муҳими смартфон ЭКГ қурилма-дастурий воситасини стандарт кўринишда ишлаб чиқиш йўлга қўйилса, ЭКГ фойдаланувчилари масофадан туриб реал вақтда шифокорга маълумотларни жўнатишлари ва ушбу маълумотлар асосида шифокорлар қарор қабул қилишлари ва касалликка ташхис қўйишлари мумкин бўлади. Қўшимча қилиб айтганда, яқин келажакда мобил соғломлаштириш платформасини ишлаб чиқишда ушбу ишнинг натижаларидан фойдаланиш мумкин.

Адабиётлар

[1] Harrison. Principios de Medicina Interna. 16° Ed. McGrawHill Interamericana, 2006
 [2] <http://www.ti.com/general/docs/lit/getliterature.tsp?baseLiteratureNumber=sbaa160>
 [3] Nguyen HH, Silva JNA. “Use of smartphone technology in cardiology”, Trends in Cardiovascular Medicine, 1;26(4), pp. 376-386, 2016
 [4] <https://www.gimaitaly.com/DocumentiGIMA/Manuali/EN/M33223EN.pdf>
 [5] <http://www.ti.com/product/ADS1298>
 [6] <https://www.analog.com/en/products/adas1000.html>

#product-overview

[7] www.st.com/content/ccc/resource/sales_and_marketing/promotional_material/flyer/6b/b5/11/8d/60/32/48/bb/564.pdf/files/564.pdf/jcr:content/translations/en.564.pdf

[8] ITU-R recommendation is Recommendation ITU-R SM.1056-1: Limitation of radiation from industrial, scientific and medical (ISM) equipment.

[9] Bharath Raj Kidambi, Aayush Kumar Singal, and Sai Krishna Reddy, "Smart phone electrocardiogram – Bridging the gap," Journal of the Practice of Cardiovascular Sciences, 2018.

[10] International Electrotechnical Commission, IEC 60601-2-25 Medical electrical equipment. Part 2: Particular requirements for safety, including essential performance, of recording and analyzing single channel and multichannel electrocardiographs, Edition 2.0, 2011

Рашид Ҳамид ўғли Насимов

Катта ўқитувчи, "Компьютер тизимлари" кафедраси,
Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот
технологиялари университети (ТАТУ)
Эл. почта: rashid.nasimov@gmail.com

R.H. Nasimov

12-leads electrocardiography hardware

This paper is devoted to the development of 12-leads ECG device based on the ADS1298 and the process of connecting to an Android smartphone via a wireless interface. The ADS1298 is a 24-bit analog-to-digital converter (ADC), low-power, low-noise, internal multiplexer, low-pass analog filter and digital filter-based device that supports the development of a multi-channel ECG device at low prices and small size. The results of this work can be applied to the development of portable ECG devices in the future.

keywords: analog-to-digital conversion, electrocardio-graph, electrode, interface, microcontroller.

УДК 681.328.518.5

Зайнидинов Х.Н., Жўраев Ж.Ў.

Функцияни интерполяциялашда Хаарнинг бўлак- полиномиал вейвлетлар усули

Ушбу мақолада функцияни Хаарнинг бўлак- ўзгармас ва бўлак- чизик вейвлетларида рақамли ишлаш алгоритми ишлаб чиқилди ҳамда интерполяциялаш хатолигини баҳолаш натижалари келтирилди. Хатоликни баҳолашда функцияни бўлак- ўзгармас, бўлак- чизик вейвлетларининг абсолют хатолиги ва нисбий хатолиги дастур натижасига асосан келтирилди. Маълумки функцияни бўлак- ўзгармас вейвлетлари ёрдамида ўзгартириш натижасида ортонормал вейвлетлар ҳосил қилинади, натижада функция графиги бўйлаб хатоликлар кескин ошиб кетади, бу хатоликларни камайтириш мақсадида бўлак- чизикли вейвлетлардан фойдаланилди ва натижада хатоликларни камайтиришга эришилди.

Калит сўзлар: вейвлет ўзгартириш, интерполяция, интерполяциялаш хатолиги, Хаар вейвлети, бўлак- ўзгармас вейвлет, бўлак- чизикли вейвлет.

Кириш

Реал объектлардан олинган сигналларнинг моделларини куриш учун гармоник функциялардан кенг фойдаланилади. Бунинг сабаби, реал объектлардан олинган кўплаб сигналларни синусоида ва косинусоида тебранишларининг комбинацияси билан ифодалаш мумкин, бунинг учун Фурье таҳлил аппарати қўлланилади. Натижада кийинчалик частота функцияларига ўтилади. Шу билан бирга, функцияни синусоида ва косинусоида функциялари билан ифодалаш кўпгина имкониятларни яратади. Ҳар қандай ортогонал вейвлетларнинг тўлиқ тизимини Фурье қаторига мос келадиган қаторларга ёйиш учун қўлланилиши мумкин [6]

Ҳозирги вақтда вейвлетлардан тасвирларни таниб олиш масалаларида, турли хил сигналларни, масалан, нутқни қайта ишлаш ва синтез қилиш вақтида, табиатдаги ҳар хил расмларни таҳлил қилишда (кўзнинг рангдор пардаси, буйракнинг рентгенографияси, булутнинг ёки сайёра сиртининг сунъий йўлдош расмлари ва бошқалар бўлиши мумкин) гирдобсимон майдонларнинг хусусиятларини ўрганишда ва бошқа ҳолларда фойдаланилмоқда [2]

Хаар-вейвлетининг тўлқин чизиклари функция графиги билан бирга вақт ўқи бўйлаб чўзилади. Хаар-вейвлетининг графиги кўп ҳолларда функция бўйлаб бир томонлама тўлқин чизиклар шаклида функцияга яқинлашади, бу эса баъзи бир сигналларни сиқишда яхши натижа беради. Унинг математик талқини-тўлқин ҳолатларини турли хил частотада таҳлил қилишга имкон беради. Хаар-вейвлет функцияси графигининг амплитудаси нолгача пасайиб тебранувчи тўлқинларни ҳосил қилади.

Асосий қисм. Хаар вейвлетининг тез ўзгартириш алгоритмлари мавжуд бўлиб, унинг ортогонал вейвлетлари амалий масалаларни ечишда кенг қўлланилади. Ортогонал Хаар вейвлети куйидагича ифодаланади [4]:

$$har_k(x) = har_{pj}(x) = \begin{cases} +1 & x \in h_{pj}^- \\ -1 & x \in h_{pj}^+ \\ 0 & x \in h_{pj} \end{cases}$$

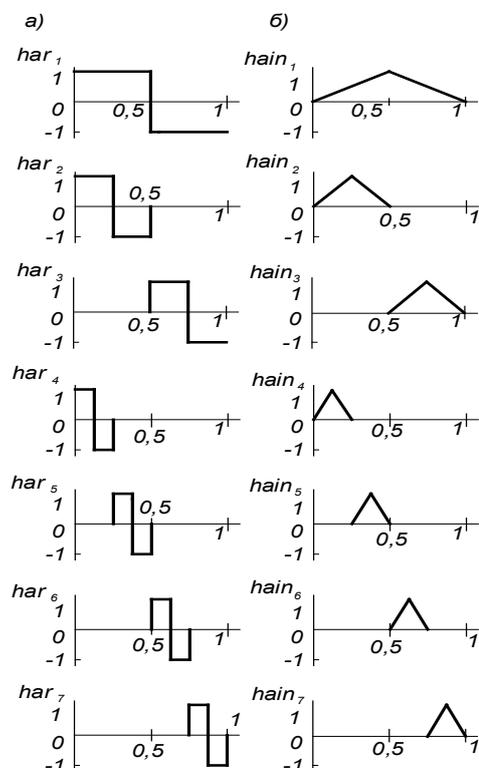
Хаар базислари [2]да вейвлет сифатида қаралган. Хаар вейвлетлари икки сабабга қўра мутахассислар эътиборини жалб қилади:

1. Иккилик сегментларнинг умумий сонига нисбатан (берилган аниқлик билан) яқинлашиш учун зарур бўлган коэффициентлар сонини камайтириш.

2. Коэффициентларни ҳисоблаш жараёнида "узун" операциялар йўқлиги. Фақат қўшиш, масштаблаш ва ўзгартириш операцияларидан фойдаланилади.

Хаар бўлак- ўзгармас вейвлетларининг камчилиги функция яқинлашишда хатоликларнинг ошиб кетиши, яъни 0,1% аниқликни таъминлаш учун функциянинг бир қанча коэффициентларини хотирада сақлашни талаб этишидир.

Хотирада сақлаш талаб этиладиган коэффициентлар сонини камайтириш ва "силлиқлик" кўрсаткичларини яхшилайдиган усулларини қидириш вейвлетларнинг юқориқоқ даражасига ўтишни тақазо қилади. Уларнинг энг оддийлари бўлак-чизик вейвлетларидир, улар Хаар-вейвлетининг бўлак- ўзгармас вейвлетларини интеграллаш натижасида ҳосил қилинади.



1-расм а) Бўлак- ўзгармас, б) Хаар бўлак- чизик вейвлетлари.

1. а.-расмда Хаарнинг бўлак- ўзгармас вейвлетлари $har(x)$, ва 1.б-расмда Хаарнинг бўлак- чизик вейвлетлари келтирилган $hain(x)$.

Сигналларни вейвлет ўзгартириш жараёни икки кўринишдаги функциялардан фойдаланишга таянади: вейвлет функция ва масштаблаш функцияси, яъни улар битта оналик вейвлет $\psi(t)$ - ни сигнал бўйлаб вақт бўйича силжитиш b ва вақт масштабни a ўзгартириш йўли билан курилади:

$$\psi_{ab}(t) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right), \quad (a, b) \in R, \quad \psi(t) \in L^2(R)$$

Сигналларга рақамли ишлов беришда сигналларнинг деталларини ва локалик хусусиятларини ажратиш учун вейвлет функциялардан, сигналларни аппроксимациялаш учун эса масштаблаш функциясидан фойдаланилади. Вейвлет функцияларни танлашда уларнинг силлиқлик, ташувчи ўлчами ва қийматларининг нолга тенг ҳолатлари сони каби тавсифларига алоҳида эътибор қаратилган.

V^0 -деб, барча $[0, 1]$ ораликда ўзгармас функциялар тўпламини, яъни чизикли векторлар тўпламини белгилаймиз.

$$\phi(t) = \phi_{0,0}(t) = \begin{cases} 1, & 0 \leq t < 1 \\ 0, & \text{акс холда} \end{cases} \quad (1)$$

$i = 0$ бўлгандаги масштаблаш функцияси.

V^1 -тўпam $\left[0, \frac{1}{2}\right]$ ва $\left[\frac{1}{2}, 1\right]$ интервалда ўзгармас бўлган функциялар тўплами бўлиб, у чизикли векторларни ҳосил қилади. Масштаблаш функцияси эса V^1 -тўпamга тегишли бўлиб, унинг вейвлет функциялари сифатида қаралади:

$$\phi_{1,0}(t) = \phi(2t) = \begin{cases} 1, & 0 \leq t < \frac{1}{2} \\ 0, & \text{акс холда} \end{cases},$$

$$\phi_{1,1}(t) = \phi(2t-1) = \begin{cases} 1, & \frac{1}{2} \leq t < 1 \\ 0, & \text{акс холда} \end{cases} \quad (2)$$

$i = 1$ бўлгандаги масштаблаш функцияси.

Ушбу функция $[0, 1]$ интервалда, $\left[0, \frac{1}{2}\right]$ ва $\left[\frac{1}{2}, 1\right]$ интервалларда ҳам ўзгармасдир. Шунинг учун V^0 тўпamнинг ҳар бир элементи V^1 -тўпamнинг ҳам элементидир, яъни $V^0 \subset V^1$ муносабат ўринлидир. V^2 тўпamни ҳам шунга ўхшаш аниқлаймиз. $V^2 - \left[0, \frac{1}{4}\right], \left[\frac{1}{4}, \frac{1}{2}\right], \left[\frac{1}{2}, \frac{3}{4}\right], \left[\frac{3}{4}, 1\right]$ интервалга қарашли функциялар тўплами. Худди шундай V^n масштаблаш функциялар тўплами яъни,

$$\phi_{n,j}(t) = \phi(2^n t - j), \quad j = 0, 1, \dots, 2^n - 1$$

$$0 \leq 2^n t - j < 1, \quad \frac{j}{2^n} \leq t < \frac{j+1}{2^n}$$

$$\phi_{n,j}(t) = \begin{cases} 1, & \frac{j}{2^n} \leq t < \frac{j+1}{2^n} \\ 0, & \text{акс холда} \end{cases}, \quad j = 0, 1, \dots, 2^n - 1 \quad (3)$$

$$V^0 \subset V^1 \subset \dots \subset V^n \subset \dots$$

$i = n$ бўлгандаги масштаблаш функцияси, бу ерда,

$$0 \leq 2^n t - j < 1, \quad \frac{j}{2^n} \leq t < \frac{j+1}{2^n} \quad \text{масштаблаш}$$

функцияларининг ўзгариш интервалидир, $\phi_{n,j}(t)$ -лар

V^n га қарашли масштаблаш функцияларидир, унда скаляр кўпайтма киритилган векторлар тўплами мавжуд, демак бу тўпamлар Эвклид фазосини ташкил қилади. Бизнинг ҳолатда скаляр кўпайтма сифатида

$$(f, g) = \int_0^1 f(t)g(t)dt \quad (4)$$

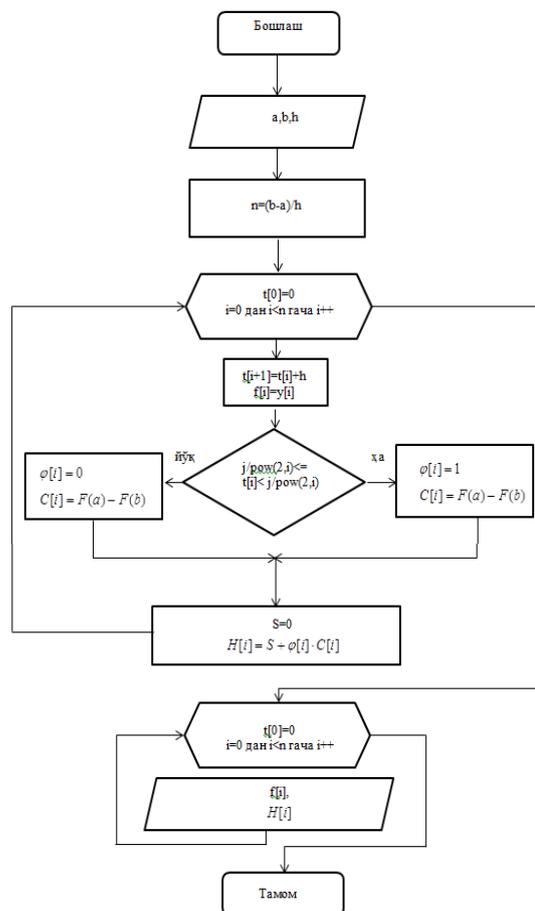
кўринишни оламиз, бу формула ёрдамида C_n - масштаблаш функциялари коэффицентлари аниқланади.

У ҳолда

$$\phi_{n,j}(t) = \sqrt{2^n} \phi(2^n t - j), \quad j = 0, 1, \dots, 2^n - 1$$

(3) ва (4) кўринишлардан фойдаланиб, Хаар вейвлетининг коэффицентлари топилади:

$$C_n = \int_0^1 \phi_n(x) f(x) dx \quad (5)$$



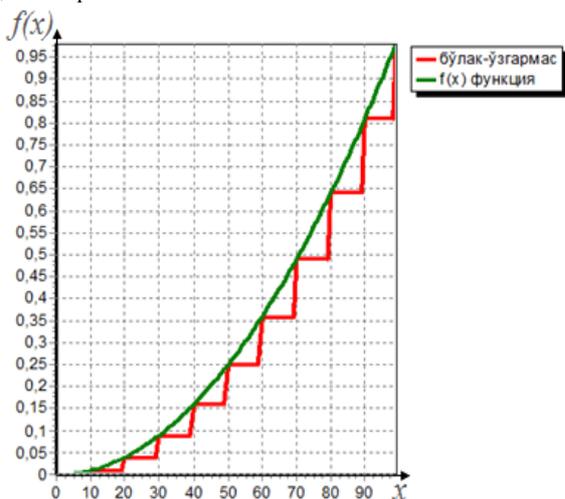
2-расм. Функцияни бўлак- ўзгармас вейвлетларида интерполяциялашнинг блок схемаси.

Хаар вейвлетининг коэффициентларини топиш формуласи.

$$f(x) \cong \sum_{n=0}^{\infty} C_n \phi_n(x) \quad (6)$$

$f(x)$ бўлак-ўзгармас вейвлетларида интерполяцияланувчи функция. Мисол учун $f(x) = x^2$ функцияни бўлак-ўзгармас вейвлетларида интерполяциялашни блок схемаси 2-расмда келтирилган.

2-расмда келтирилган блок-схема асосида C++ Builder дастурлаш тилида ёзилган дастур натижаси 2-расмда келтирилган.



3-расм - функцияни Хаарнинг бўлак-ўзгармас вейвлетларида интерполяциялаш натижаси.

Кўпгина амалий масалаларни ечишда бўлак-ўзгармас вейвлетларнинг имкониятлари етарли эмас, шу билан бирга бўлак-ўзгармас вейвлетларнинг интерполяция хатолиги бўлак-чизикли вейвлетларнинг интерполяция хатолигидан катта, шу боис бўлак-чизикли вейвлетларга ўтиш мақсадга мувофиқдир. Мавжуд адабиётлар таҳлили шуни кўрсатадики, бўлак-чизикли Хаар-вейвлетини коэффициентларини аниқлаш алгоритми мавжуд эмас, шунинг учун ҳам бу турдаги вейвлетлар кенг қўлланилмаган.

Бўлак-чизикли Хаар вейвлетини яқинлаштириш кетма-кетлиги:

$$f(x) \cong \sum_{k=0}^{n-1} C_k h_{aink}(x) \quad (7)$$

бу кетма-кетликнинг камчилиги C_k -коэффициентларни тез ҳисоблаш алгоритмининг йўқлигидир.

Ушбу камчиликни вейвлет сплайнни қўллаш орқали йўқотиш мумкин. Агар параболик сплайннинг иккинчи тартибли ҳосиласини олсак, $f(x)$ функция $[0,1]$ оралиқда интерполяцияланувчи, ва сплайн тугун нукталарида кадамларнинг ўзгариши билан функция бўлак-ўзгармас бўлади, ҳамда бўлак-ўзгармас ортогонал вейвлетларни ҳосил қилади.

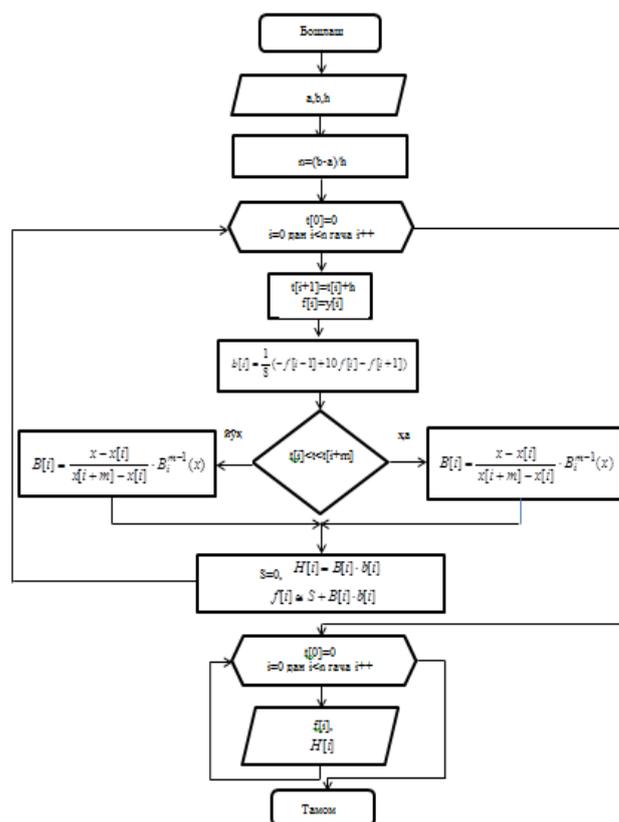
Масалан, Хаар вейвлетидан фойдаланиб сплайннинг ҳосиласини ёзамиз:

$$S_2''(x) \cong \sum_{k=0}^{n-1} C_k h_{ark}(x) \quad (7.1)$$

интеграллаш ҳақидаги теоремага кўра:

$$S_2'(x) = 2^p \int_0^x S_2''(u) du = \sum_{k=0}^{n-1} C_k h_{aink}(x) + S_2'(0) \quad (8)$$

параболик сплайннинг иккинчи тартибли ҳосиласини ортогонал Хаар вейвлетларининг коэффициентлари, $h_{ain}(x)$ -вейвлетларига нисбатан сплайннинг биринчи тартибли ҳосиласини коэффициентлари эканлиги маълум бўлди. Йиғиндидаги чизикли қисмининг коэффициенти $x=0$ нуктада $S_2(x)$ сплайннинг биринчи тартибли ҳосиласининг қиймати сифатида олинади.



4-расм. Функцияни бўлак-чизик вейвлетларида интерполяциялашнинг блок схемаси.

Агар сплайн-функция сифатида параболик В-сплайн олинса $y = f(x)$ функцияни сплайн орқали қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$f(x) \cong b_{-1}B_{-1}(x) + b_0B_0(x) + b_1B_1(x) \quad (9)$$

бу ерда $f(x)$ -интерполяцияланувчи функция, $B_i(x)$ -параболик базисли сплайн, b_i -коэффициентлар бўлиб, улар қуйидагича ҳисобланади:

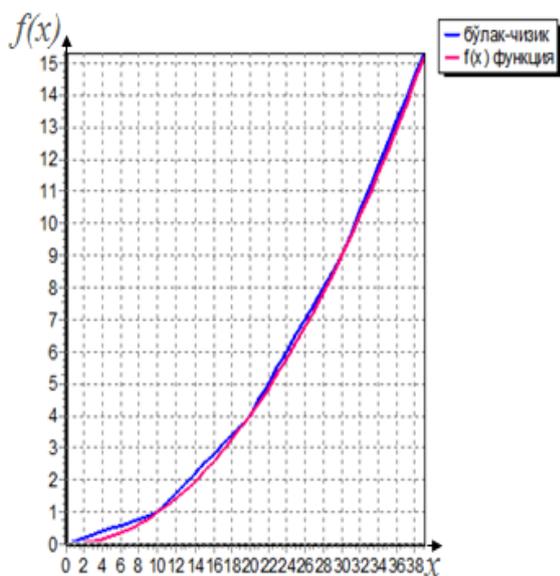
$$b_i = \frac{1}{8}(-f_{i-1} + 10f_i - f_{i+1}) \quad (10)$$

ёки функциянинг биринчи тартибли ҳосиласи В-сплайннинг биринчи тартибли ҳосиласи орқали қуйидагича ифодаланади:

$$f'(x) \cong b_{-1}B_{-1}'(x) + b_0B_0'(x) + b_1B_1'(x) \quad (9.1)$$

Мисол учун $f(x) = x^2$ функцияни Хаарнинг бўлак-чизик вейвлетларида интерполяциялашнинг блок-схемаси 3-расмда келтирилган.

Ушбу блок-схема асосида C++ Builder дастурлаш тилида ёзилган дастур натижаси 4-расмда келтирилган.



5-расм. $f(x) = x^2$ -функцияни бўлак-чизик вейвлетларида интерполяциялаш натижаси.

Бўлак-ўзгармас ва бўлак-чизик вейвлетларида интерполяциялаш хатолигини келтирамиз. $[a, b]$ да аниқланган $f(x)$ узлуксиз функция берилган бўлсин [2] $[a, b]$ сегментни

$$a \leq x_0 < x_1 < \dots < x_i < \dots < x_n \leq b$$

тугун нуқталарга ажратиб оламиз.

$$h = x_{i+1} - x_i = \text{const} \quad (11)$$

h - туғун нуқталар орасидаги масофа.

Хар хил даражали полиномлар учун интерполяциянинг методик хатоликларини аниқлаш формулалари мавжуд. Масалан, нолинчи даражадаги полиномлар учун (бўлак-ўзгармас функциялар учун) хатоликни баҳолаш формуласи қуйидагича ифодаланади:

$$|P(x) - f(x)| \leq \frac{1}{2} \max |f'(x)| h$$

Биринчи даражадаги полиномлар учун (бўлак-чизик вейвлетлар учун) хатоликни баҳолаш формуласи:

$$|P(x) - f(x)| \leq \frac{1}{8} \max |f''(x)| h$$

Функцияни бўлак-ўзгармас вейвлетларида интерполяциялашнинг абсолют ва нисбий хатоликларини баҳолашни келтирамиз:

$$\Delta_1 = \max_{a \leq x \leq b} |f(x_i) - \text{har}(x_i)| = 0.130900$$

$$\delta_1 = \frac{|f(x_i) - \text{har}(x_i)|}{f(x_i)} = 0.139122 \quad (13)$$

Δ_1 - бўлак-ўзгармас вейвлетнинг абсолют хатолиги

δ_1 - бўлак-ўзгармас вейвлетнинг нисбий хатолиги

Функцияни бўлак-чизик вейвлетларида интерполяциялашнинг абсолют ва нисбий хатоликларини баҳолашни келтирамиз:

$$\Delta_2 = \max_{a \leq x \leq b} |f(x_i) - \text{hain}(x_i)| = 0.009099$$

$$\delta_2 = \frac{|f(x_i) - \text{hain}(x_i)|}{f(x_i)} = 0.009672 \quad (14)$$

Δ_2 - бўлак-чизик вейвлетнинг абсолют хатолиги

δ_2 - бўлак-чизик вейвлетнинг нисбий хатолиги

Хулоса

Хаар-вейвлет ўзгартириш ёрдамида $y = f(x)$ функцияни бўлак-ўзгармас ва бўлак-чизик вейвлетларида интерполяциялаш моделини қуриб унинг хатоликларини баҳолаш амалга оширилди. Натижада (13) ва (14) формулалардан кўриш мумкинки, Хаарнинг бўлак-чизик вейвлетларида интерполяциялашнинг хатолиги бўлак-ўзгармас вейвлетларида интерполяциялашнинг хатолигидан 14,4 мартага кичик эканлиги маълум бўлди, хулоса қилиш мумкинки, функцияни интерполяция қилиш жараёнида бўлак-чизик вейвлетларидан фойдаланиш яхши натижа берар экан. Ушбу усулдан сигналларга рақамли ишлов бериш, сигналларни сиқиш, филтрлаш, ўзгартириш ва сигналлардан шовкинларни ажратиш масалаларини ечишда ижобий натижалар олиш мумкин.

Фойдаланилган адабиётлар

- [1] Акимов П.А., Мозгалева М.Л., “Некоторые элементы кратномасштабного вейвлет-анализа. часть 2. анализ и синтез”, Вестник МГСУ, 2012, № 8, 60–65
- [2] Астафьева Н.М. Вейвлет-анализ: Основы теории и примеры применения // Успехи физических наук, 1996, т.166, № 11. С. 1145–1170.
- [3] Ахметханов Р.С., Дубинин Е.Ф., Куксова В.И., “Применение вейвлет-преобразований для анализа экспериментальных данных”, Проблемы машиностроения и автоматизации, 2012, №4, 39–45
- [4] Зайнидинов Х.Н. Методы и средства обработки сигналов в кусочно полиномиальных вейвлетах. // «Ташкент», 2015. 70 стр.
- [5] Зайнидинов Х.Н., Сплайны в задачах цифровой обработки сигналов //Ташкентский университет информационных технологий-Т.: «Fan va texnologiya», 2015, 208 с.
- [6] Зайнидинов Хакимжон Насридинович, Атаджанова Мукаддас Пулатовна, Жиянбеков Хуршидбек Равшанбекович, “ Многопроцессорная вычислительная структура для выполнения быстрых спектральных преобразований в двумерных базисах”, автоматика и программная инженерия, Новосибирск. 2016. 38-42 стр.
- [7] Куликов Г.Б., Семеновых В.Н., “Методика диагностики технического состояния систем привода полиграфического оборудования с использованием вейвлет-преобразования”, Известия высших учебных заведений. проблемы полиграфии и издательского дела, 2012, № 4, 032–040
- [8] Патрикеев И.А., Фрик П.Г., Вейвлет-томография в условиях шума // Мат. моделирование систем и процессов. Пермь: ПГТУ. –1997. Вып.5, с. 86-924.
- [9] Прохоров С.А., Столбова А.А. Вейвлет-преобразование нерегулярных процессов без восстановления пропущенных отсчетов // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): тр. Междунар. науч.-технич. конф. Самара, 2017. С. 154–156.
- [10] Фрик П.Г., Вейвлет-анализ и иерархические модели турбулентности: Препринт/ИМСС Уор РАН. Пермь, 19925.

[11] Amit Kumar and RajnishManwall, 'WAVELET BASED COMPRESSI- ON OF BIOLOGICAL IMAGES', International Journal of data and network security, Volume 3-No-1, ISSN23191236, February 2011.

[12] BakhtadzeN., Sakrutina E., "Applying the Multi-Scale Wavelet-Trans-form to the Identification of Non-linear Time-varying Plants", IFAC PAPERSONLINE,49:12 (2016),1927–1932

[13] Perov D.V., Rinkevich A.B., "Localization of Reflec-tors in Plates By Ultrasonic Testing With Lamb Waves", *Russ. J. Nondestr. Test.*, 53:4 (2017), 265–278.

[14] Sukharev A.L., "Variability of the Extragalactic Radio Sources 3C 446- and BI Lac in the Centimeter Wavelength Range", *Astrophysics*, 58:1 (2015), 1–13

[15] TurovskyYa. A., KurgalinS. D., VahtinA. A., Bor-zunovS. V., BelobrodskyV. A., "Event-related brain potential investigation using the adaptive wavelet recovery method", *BI-OPHYSICS*, 60:3 (2015), 443.

[16] ZayniddinovHakimjon, Madhusudan Singh, DhananjaySingh Poly- nomial Splines for Digital Signal and Systems. LAMBERT Academicpublishing, Germany, 2016, 208.p.

Зайнидинов Хакимжон Насриддинович

т.ф.д, проф, Муҳаммад ал-Хоразмий номидагиТошкент ахборот технологиялари университети (ТАТУ),

E-mail: tet2001@rambler.ru

Жўраев Жонибек Ўктамович

докторант, Самарқанд давлат университети (СамДУ),

E-mail: jurayevju@mail.ru

Zaynidinov X.N., JurayevJ.U.

Interpolation of functions using Piecewise constant and Piecewise linear Haar

Abstract. In this article, we developed an algorithm for the numerical processing of the Haar wavelet function Piecewise-constant and Piecewise-linear, as well as the results of estimating the interpolation error. In the error estimation function, Piecewise constant and Piecewise linear integral non-linear brackets were based on the results of the program. It is known that as a result of the change of function from Piecewise constant and Piecewise linear, that wavelet to errors in the graph of functions that are used to minimize errors, that wavelet Piecewise constant and Piecewise linear.

Keywords. wavelet transform, interpolation, error interpolation, Haar wavelet, Piecewise constant wavelet, Piecewise linear wavelet.

УДК 519.71(575.1)

Примова Х.А., Сафарова Л.У.

Норавшан тўпламлар назариясидан фойдаланиб сигирларда остеоидistroфия касаллик ҳолатини башоратлаш моделини қуриш

Ветеренария соҳасида касаллик турларини ва юзага келиш сабабларини аниқлаш ҳамда мақсадли даволаш усулларини такомиллаштириш сифатини оширишда компьютерли ташхислаш тизимлари учун норавшан тўпламлар назариясидан фойдаланиш қулай имконият яратади. Ушбу мақолада норавшан тўпламлар назариясидан фойдаланилган ҳолда қорамолларда иккиламчи остеоидistroфия касаллигининг сабаблари, ривожланиш хусусиятлари, клиник белгилари пайдо бўлиш эҳтимолини башоратлашнинг норавшан модели қурилган. Мақолада ишлаб чиқилган норавшан моделни чизикли дастурлаш масаласига келтириб ечиш мумкинлиги кўрсатилган. Ушбу модел ташхиснинг мураккаб алгоритмловчи масалаларини ечишда намоён бўлувчи норавшан экспертли тизимларнинг содда тизимлар олдидаги устуворликларини умумлаштириш асосида регрессион таҳлил қарорларни қабул қилишда вазиятни моделлаштиришга имкон беради.

Калит сўзлар: норавшан моделлар, остеоидistroфия касаллиги, қарор қабул қилиш, башоратлаш модели.

Кириш. Ҳозирги кунда башорат қилиш ва муқобил ташхис қўйиш масалаларини янги ахборот-коммуникацион технологиялар ёрдамида математик усуллардан фойдаланиш муҳим масалалар ҳисобланади. Касаллик турларини ва юзага келиш сабабларини эрта аниқлаш ҳамда мақсадли даволаш усулларини такомиллаштириш мукамал даволаш сифатини оширишда компьютерли ташхислаш тизимларини такомиллаштиришда сезиларли натижаларга эришилди. Шулар билан бир қаторда ҳайвоннинг касалликларига эрта ташхис қўйиш имконини берувчи мазкур тизимларни такомиллаштириш талаб этилмоқда.

Модда алмашинуви бузилишлари билан ўтадиган касалликлар асосан углеводлар – ёғлар ва оқсиллар алмашинуви бузилишлари устунлиги билан ўтадиган касалликлар, минерал моддалар алмашинуви бузилиши устунлиги билан ўтадиган касалликлар, микроэлементлар етишмовчилиги ёки ортикчалиги оқибатида келиб чиқадиган касалликлар, витаминлар алмашинуви бузилиши устунлиги билан кечадиган касалликлар бўлиши мумкин.

Шу қаторда жараённинг мумкин бўлган ривожланиши ҳайвонларга узоқ муддат кислоталик даражаси юқори ерларда етиштирилган озикаларнинг берилиши, рационда минерал моддаларнинг (макро ва микроэлементлар) етишмаслиги, қанд-оқсил нисбатининг 0,8:1 дан паст бўлиши оқибатида жигарнинг гликоген синтезлаш функциясининг бузилиши, гиперкетонемия, кетонурия, кетонлактая, қонда гемоглобин, эритроцитлар, умумий оқсил, азот ва мочевина миқдорларининг камайиши, ўта концентрат типда озиклантиришда улар таркибидаги сульфат ва фосфор кислоталарнинг кўплаб қонга ўтиши (интоксикация), қонда кетон таначалари миқдорининг кўпайиши, жигарнинг ўт ҳосил қилиш ва ажратиш функциясининг бузилиши ва гликоген захирасининг камайишини юзага келтиради [2, 3] Ушбу ҳолатлар касаллик авж олиш ҳолатини таснифлайди.

Сигирлар рационда оқсилли озикаларнинг ортикча ва қанд-оқсил нисбатининг 0,7-0,79 дан паст бўлиши ҳамда мис, кобальт, рух, марганец каби микроэлементлар етишмовчилигида ҳайвонлар жигарида дистрофик ўзгаришлар ривожланиши, шунингдек, эндоген рахит, иккиламчи остеоидistroфия каби минерал моддалар алмашинуви бузилишида касалликлар ривожланади [1,2]

Ушбу мақолада тақдим этиладиган усул ва моделлаштириш бошқа тегишли касалликларни назорат қилишни такомиллаштириш бўйича кейинги тадқиқотлар учун имкониятлар очади.

Мумаммонинг ўрганилганлиги. Кўпчилик олимлар ўзларининг илмий ишларини ҳайвонларда кетоз, алиментар ва иккиламчи остеоидistroфия, витамин ва минерал моддалар алмашинуви бузилиши касалликларини ўрганишга бағишлаган бўлиб, соғин сигирлар иккиламчи остеоидistroфиясининг этиологияси, ривожланиш механизмлари, диагностикаси, даволаш ва олдини олиш усуллари тўғрисида турлича хулосага келишган [2,3,6]

Қорамолларда иккиламчи остеоидistroфия касаллигининг тарқалиши, сабаблари, ривожланиш хусусиятлари, клиник белгилари, диагностикаси, даволаш ва гуруҳ усулида олдини олиш чора-тадбирлари тўғрисидаги адабиёт маълумотлари етарли даражада бўлсада Республикаимизнинг янгича тартибда иш юритаётган фермер хўжаликлари шароитида четдан келтирилиб парваришланаётган қора-ола зотли сигирларда бу касалликнинг тарқалиши, сабаблари, ривожланиш хусусиятлари, клиник белгилари, диагностикаси, даволаш ва гуруҳ усулида олдини олиш математик моделлаштириш жараёни кўрилмаган. Республикаимизда бугунги кунда янгича тартибда иш юритаётган фермер хўжаликлар парваришляётган сигирларда бу касалликнинг тарқалиши, сабаблари, ривожланиш хусусиятлари, клиник белгилари, диагностикаси, даволаш ва гуруҳ усулида олдини олиш математик моделлаштириш жараёни кўрилмаган. Республикаимизда бугунги кунда янгича тартибда иш юритаётган фермер хўжаликлар парваришляётган сигирларда бу касалликнинг тарқалиши, сабаблари, ривожланиш хусусиятлари, клиник белгилари, диагностикаси, даволаш ва гуруҳ усулида олдини олиш математик моделлаштириш жараёни кўрилмаган. Республикаимизда бугунги кунда янгича тартибда иш юритаётган фермер хўжаликлар парваришляётган сигирларда бу касалликнинг тарқалиши, сабаблари, ривожланиш хусусиятлари, клиник белгилари, диагностикаси, даволаш ва гуруҳ усулида олдини олиш математик моделлаштириш жараёни кўрилмаган.

Норавшан тўпламлар назарияси инсон фикрлашига яқин моделлаштириш, таснифлаш ва маълумотлар таҳлили каби масалаларни ҳал этишда лингвистик термлар орқали табиий тилда баён этилган ахборотлардан фойдаланади [6] Норавшан тўпламлар назарияси йўналиши бўйича ҳорижда Л.Заде, Е.Мамдани, М.Сугено, Р.А.Алиев, ҳамда Ўзбекистонда интеллектуал гибрид тизимларни, саноатда юмшоқ ҳисоблаш тизимларига асосланган, ноаниқлик шароитида қарорлар қабул қилиш, норавшан тўпламлар назарияси, норавшан мантиқ хулосалари усулларини ишлаб чиқишда Ф.Б.Абуталиев, Т.Ф.Бекмуратов, Д.Т.Мухамедиева, М.А.Раҳматуллаевларнинг илмий ишларида ўз аксини топган [7]

Шу билан бирга, норавшан тўпламлар назарияси кузатувнинг кўпгина вазифалари дастлабки маълумотларнинг ноаниқлиги шароитида ҳал қилиниши кераклиги зарур бўлган, уларнинг ишончлилиги бўйича детерминистик, эҳтимолий ва норавшан каби турлардан фойдаланиш мумкин.

Энг паст даражадаги "аниқ" (ноаниқ)лик бу норавшан маълумотлардир, лекин кўп ҳолатларда бу ягона бўлиб

колмокда, айниқса табиий касалликларнинг ривожланишини башоратли баҳолашда [6, 7]

1-жадвал

Кўрсаткичлар	меъёр
X ₁ -Температура	37,5-39,0
X ₂ -Пульс бир дақиқада	50-80
X ₃ -Нафас бир дақиқада	12-25
X ₄ -Руминация икки дақиқада	3-5
X ₅ - Эритроцитлар сони млн/мкл	5.0-7.5
X ₆ -Гемоглобин г/л методом (Гемометром Сали)	99-129
X ₇ - Умумий оксил г/л (метод Рефрактометрии)	68,0-78,6
X ₈ - Умумий кальций ммоль/л (метод Вигев. Каракашова)	2.5-3.13

Норавшан мухитда ўзаро таъсир кўрсатадиган бир нечта мезонлар учун қарорларни қабул қилиш жараёнида бир қатор усуллардан фойдаланган ҳолда кўрсатиш мумкин. Норавшан маълумотни таҳлил қилиш усулларида бири норавшан тўпламлар назарияси (НТН) бўлиб, бу адекват тавсиф умуман бўлмаганда ёки имконсиз бўлганда объектлар ва ҳодисаларнинг тахминий оғзаки тавсифини старлича намоиш этиш ва тегишли хулоса чиқариш имконини беради.

Тадқиқотимизнинг мақсади остеоидстрофия ҳолатини башорат қилиш имкониятини ўрганиш ва норавшан тўпламлар назариясидан фойдаланиб, сигирларда остеоидстрофия касаллик ҳолатни башоратлаш моделини қуришдан иборат.

Материаллар ва усуллар. Қорамолчилик фермер хўжаликлари шароитида четдан келтирилган ва маҳаллий зотларга мансуб сигирлар орасида иккиламчи остеоидстрофиянинг эҳтимолини баҳолашга имкон берадиган тегишли параметрлар ҳолатида мантикий-лингвистик моделларни қуриш ва натижаларини тақдим этиб боради. Тадқиқот асосида қурилган модел Самарқанд вилоятининг худудида ўтказилган тажрибалар билан солиштирилади. Башоратлаш моделларни тузишда ўтқизилган бир қанча тажрибалар асосида олинган натижалари тўғрисидаги статистик ҳисоботлар асосида касалликларнинг авж олишига ёрдам берадиган аниқланган омилларни ҳисобга олган ҳолда норавшан тўпламлар назариясидан фойдаланилади.

Тадқиқот натижалари ва муҳокама. Норавшан тўпламлар назариясидан фойдаланган ҳолда баҳолаш ва башоратлаш моделини экспертлар тизимидан сўров олиш орқали амалга оширилади, ҳар бир қаторда "агар . . . у ҳолда . . ." норавшан қонидани ишлаб чиқиш орқали амалга оширилади. Бунда экспертга кириш лингвистик параметрларининг маълум қийматлари тўплами берилади, чунки у баъзи ҳолатларга ташхислашга мос келади.

Ушбу ёндашув миқдорий ва сифатли (оғзаки) ўзгарувчиларни ҳисобга олишга имкон беради ва математиканинг махсус бўлимларини билишни талаб қилмайди, эксперт вазиятни фақат унинг профессионал тилида баҳолаш учун қолдиради. Бундан ташқари, тажрибавий маълумотлар асосида ортогоналлик ўзгарувчиларнинг (матрица устунлари) мустақиллигини ва ўзгарувчанлигини таъминлайди - барча ўзгарувчиларда экспертнинг норавшанлиги "ўхшашлик", бу мутахассиснинг интуитив билимига мос келади ва уларни

кўпайтирилган модел кўринишида расмийлаштиришга имкон беради.

Қабул қилинган клиник амалиётга мувофиқ равишда асосий касаллик аниқланади. Берилган маълумотлар асосида ташхислар рўйхати тузилади ва ҳар бир ташхисга сонли қиймат бериб чиқамиз. Иккиламчи остеоидстрофия касаллик ташхисини ўрнатганда лаборатория шароитларида ўлчанадиган қуйидаги асосий параметрларни эътиборга оламиз (2-жадвал).

2-жадвал

Соғлом ҳайвонлардаги меърий кўрсаткичлар

X ₉ - Органик фосфор ммоль/л (метод Пульса В.Ф. Кромислов и модификация Л.А Кудряцева)	1,45-1,94
X ₁₀ - Глюкоза ммоль/л (цветная реакция с ортотолуидином)	2,22-3,33
X ₁₁ - Ишкорий захира (СО ₂) об %(методом И.П Кондрахин)	44-66
X ₁₂ -Мис моль/л	14,1-17,3
X ₁₃ -Кобальт моль/л	0,51-0,85
X ₁₄ - Марганец моль/л	2,73-4,55
X ₁₅ - рух моль/л	46,2-77,0
X ₁₆ - Катта қориндаги инфузориялар сони1000/мл	595±43
X ₁₇ - катта қорин суюқлиги рН (РА метром)	6.5-7.5

Ушбу меърий кўрсаткичлардан камайиш ва ошиши даржасига қараб касаллик белгилари келиб чиқади.

Тажрибавий маълумотлар асосида остеоидстрофия пайтида суяк тўқимаси таркибидаги кальций миқдори соғлом ҳайвонларга нисбатан қовурғида 45,5% га, сон суягида 34,4%, дум суягида 38,5% га камайиши, фосфор шунга мос ҳолда 31,4 %, 50,0%, 72,1% га, магний 27,9%, 40,8%, 8,7%, марганец 31,0 %, 74,4 %, 34,2 % га камаяди ушбу ҳолатни баҳош учун норавшан мантикий моделини қуриш жараёни кўриб чиқамиз.

Умумий ҳолатда норавшан қондалар хулосаларидан иборат қуйидаги кўринишдаги модел қуриш талаб этилсин:

$$\bigcup_{p=1}^{k_j} \left(\bigcap_{i=1}^n x_i = a_{i,jp} - w_{jp} \text{ вазн билан} \right) \rightarrow y_j = (1)$$

$$v_{j,0} + v_{j,1}x_1 + \dots + v_{j,n}x_n.$$

$v_{j,n}$ -баҳолаш коэффициентлари ва x_n -киритилувчи маълумотлар берилган бўлсин.

Модел қуриш жараёнида норавшан қондалар хулосалари

$$V = (v_{1,0}, v_{2,0}, \dots, v_{m,0}, v_{1,1}, v_{2,1}, \dots, v_{m,1}, \dots, v_{1,n}, v_{2,n}, \dots, v_{m,n}, \dots, v_{1,n}, v_{2,n}, \dots, v_{m,n}),$$

$$i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}$$

коэффициентларини шундай қийматларини топиш керакки, у қуйидаги ифодани минимумга эриштирсин:

$$\sum_{r=1, M} (y_r - y_r^f)^2 \rightarrow \min (2)$$

Бу ерда Y касаллик натижаси, X -кирувчи маълумотлар. Бунда $y_r^f - (X_r)$ танловнинг r - сатридаги киришларнинг V параметрли норавшан билимлар базаси бўйича чиқариш натижаси.

v_i – учбурчак кўринишидаги норавшан сонлар бўлсин [1]:

$$\mu_V(v_i) = \begin{cases} \frac{x - \beta_i}{c_i} & x > \beta_i, \\ \frac{\beta_i - x}{c_i} & x \leq \beta_i. \end{cases}$$

v_i норавшан сонни параметр кўринишида куйидагича ёзиш мумкин:

$$v_i = (\beta_i, c_i).$$

Бу ерда β_i – интервал маркази, c_i – интервал кенглиги $c_i \geq 0$.

Норавшан модел коррект бўлиши учун, у норавшан соннинг ҳақиқий қиймати куйидаги кўринишида чегараланишлари берилган интервал ноаниқликка тегишли бўлиши керак:

$$\begin{cases} \beta^T x - c^T |x| \leq y, \\ \beta^T x + c^T |x| \geq y. \end{cases} \quad (3)$$

(1) масаланинг ечимини куйидаги тарзда ифодалаш мумкин:

Норавшан коэффициентларнинг шундай (β_i, c_i) параметрларини топиш зарурки:

а) текширалаётган y_k қийматлар баҳолаш интервалига тегишли бўлсин.

б) баҳолаш интервали “кенгликлар йиғиндиси” минимал бўлсин.

Бу талабларни куйидаги чиқиқли дастурлаш масаласига келтириб ечиш мумкин [3]:

$$\begin{cases} \sum_k \sum_j c_j |x_{kj}| \rightarrow \min, \\ \sum_i \beta_i x_{ki} - \sum_i c_i |x_{ki}| \leq y_k, \\ \sum_i \beta_i x_{ki} + \sum_i c_i |x_{ki}| \geq y_k. \end{cases}$$

Мутахассисларнинг билимларига асосланиб, мумкин бўлганлар тўпламидан, ўрганилаётган ходисани мунтазам равишда намойиш этадиган омиллар майдони танланади.

Эксперт маълумотларини қайта ишлаш асосида мантикий-лингвистик модел олинади.

Қарор қабул қилиш жараёнида кўпинча кўп мезонли характерга эга бўлган масалалар билан тўқнашишга тўғри келади. Бунда мезонлар тўплами одатда тенг қийматли бўлмаган характерга эга бўлади. Башоратлаш моделлари самарадорлик кўрсаткичлари тўпламини (хусусий мақсадлар) самарадорликнинг битта баҳосига (умумий мақсад) келтириш учун қўлланилади. Яъни башоратлаш модели хусусий мақсадли функцияларни умумлашган мақсадли функцияга келтириш механизми ҳисобланади.

Хулоса. Шундай қилиб, норавшан тўпламлар назариясидан фойдаланиб норавшан модели яратилди.

Башоратлаш модели ветеринария амалиётида қўллаш орқали иккиламчи остеодинрозиясининг этиологияси Самарқанд вилоятининг худудида ветеринария-санитария тадбирларини оптималлаштиришга имкон беради. Мавжуд тажрибавий маълумотлар бўйича мавжуд билимлар норавшан экспертли тизимнинг адекватлигини ошириш имконини беради.

Ташҳиснинг мураккаб алгоритмловчи масалаларини ечишда намойиш бўлувчи норавшан экспертли

тизимларнинг содда тизимлар олдидаги устуворликларини умумлаштириш асосида регрессион таҳлил ташҳисли қарорларни қабул қилишда вазиятни моделлаштиришга имкон беради.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Юнкеров, В.И. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований / В.И. Юнкеров, С.Г. Григорьев, М.В. Резванцев. –3-е изд., доп. – СПб.: ВМедА, 2011. – 318 с.
2. С.Б. Эшбуриев. Сигирлар иккиламчи остеодинрозиясининг этиопатогенези ва профилактикаси //PhD диссертацияси 2011, Самарқанд, 122 б.
3. К. А. Лайшев, А. В. Прокудин, А. В. Спесивцев Прогностическое моделирование эпизоотической ситуации с применением нечетких множеств //Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2016. № 3. -С. 87-92. ISSN 2075-1818.
4. Лайшев К.А., Спесивцев А.В., Шалаев И.М. Нечеткие множества в эпизоотологическом прогнозировании //Актуальные проблемы инфекционной патологии и иммунологии животных /Всерос. науч.-исслед. ин-т эксп. ветеринарии. - М, 2006. - С. 88-89.
5. Спесивцев А.В. Управление рисками чрезвычайных ситуаций на основе формализации экспертной информации. - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2004. - 238 с.
6. Заде Л.А. Роль мягких вычислений и нечеткой логики в понимании, конструировании и развитии информационных интеллектуальных систем //Новости Искусственного Интеллекта. 2001.-№2-3. -С.7-11.
7. Алоев Р. Мухамедиева Д., Нуриллаев М.М., Абдурахмонов Т.Т. Идентификация зависимостей успеваемости студентов с помощью нечеткой базы знаний и регрессионной модели. // Совместный выпуск Узбекского журнала «Проблемы информатики и энергетики» и сборника научных трудов «Вопросы вычислительной и прикладной математики» по материалам республиканской научно-технической конференции «Моделирование и управление в реальном секторе экономики». 23-26 сентябрь. Ташкент, 2009, С.111-114.

Примова Холида Анорбоевна

т.ф.д., ТАТУ Самарқанд филиали “Ахборот технологиялари” кафедраси доценти.

Эл. почта: xolida_primova@mail.ru

Сафарова Лола Ўлмасовна

Самарқанд Ветеринария медицинаси институти катта ўқитувчиси.

Эл. почта: lola.safarova.81@inbox.ru

A prognostic model with the use of fuzzy sets for the state of osteodystrophy disease in cows is developed Primova X.A., Safarova L.U.

Good opportunities are given in the field of veterinary medicine using the theory of fuzzy sets in computer diagnostic systems to improve the quality of targeted treatment methods, determine the causes of diseases and types of diseases. This paper has developed a fuzzy model for predicting the cause, signs of development and clinical signs of secondary osteodystrophy disease.

This model allows you to simulate a solution to a regression analysis based on a generalization of the advantages of fuzzy expert systems over simple systems that can be used to solve complex diagnostic algorithms.

Key words: fuzzy models, osteodystrophy disease, decision making, prognostic models.

УДК 519.6: 556.3

Усмонов Р.Н. Далиев Ш.К.

Численное моделирование двух водоносных горизонтов

В этом исследовании на двухслойном водном слое была разработана математическая модель поглощения подземных вод, накопления воды и фильтрации солей. Двухуровневые водоохранилища составили и пронумеровали математическую модель проблемы восстановления подземных вод. Количество исследований имеет большое практическое значение, и в некоторых регионах необходимо восстановить засоленные почвы и создать чистые водные ресурсы в качестве неблагоприятной для окружающей среды ситуации.

Ключевые слова: водозаборы подземных вод, перенос солей, математическая модель фильтрации, технологические схемы распреснения, геофильтрационный процесс, высокоминерализованные подземные вод.

Введение. В последнее время успешно развивается гидрогеологическое моделирование искусственное воспроизведение на различных моделях процессов фильтрации подземных вод и связанных с ними явлений для решения гидрогеологических задач. Она используется не только для количественной оценки условий фильтрации в сложной природной обстановке, но и для более глубокого изучения общих региональных закономерностей формирования, распространения и движения подземных вод, а также научного обоснования методов и объемов проектируемых гидрогеологических исследований.

Численные решения в этом случае становятся не только способом получения количественных характеристик, но и методом установления закономерностей изучаемого процесса. Так, на базе той или иной физической модели, охватывающей основные стороны процесса, можно получить соответствующую математическую модель в виде некоторой системы уравнений, которые решаются численными методами с применением ПК (персональных компьютеров).

Успех численного решения конкретной задачи невозможен без четкой физической и математической постановки, без знания параметров и исходных данных задачи, в том числе степени их достоверности.

При численном методе решения должны привлекаться все доступные способы изучения задачи (аналитические средства): точные и автоматические решения, получаемые при специальных предположениях, асимптотические оценки, размерный анализ, а также экспериментальные факты.

В результате численного решения можно выявить существенные закономерности процесса, исследовать влияние на него различных параметров и т. п. Затем можно перейти к другим, более сложным, физическим моделям. Численные методы, которые реализуются на ПК, должны быть экономичными, т. е. затрачивать минимальное число арифметических операций; универсальными, т. е. пригодными для широкого класса прикладных задач, и просто реализуемыми на ПК. Естественно, что в круг таких свойств входят сходимость и устойчивость численного метода.

Основная часть. Результатам анализа гидрогеологических условий, территорию в геофильтрационном отношении следует считать как двухслойную по вертикали среду, состоящую из двух водоносных горизонтов (с относительно близким значением проницаемости), разделенных слабопроницаемым слоем.

Тогда движение ПВ (подземных вод) в таких условиях описывается системой дифференциальных уравнений в частных производных [1,2]:

$$\left. \begin{aligned} \mu \frac{\partial h}{\partial t} &= -k_b \frac{h-H}{m_b} + f - \omega, \\ \mu^* \frac{\partial H}{\partial t} &= -k \frac{H-h}{m} + \frac{\partial}{\partial x} \left(T \frac{\partial H}{\partial x} \right). \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где $h(x,t)$, $H(x,t)$ - уровни грунтовых и напорных вод; μ - коэффициент водоотдачи или недостатка насыщения; μ^* - коэффициент упругой водоотдачи; m_b , m - мощность разделяющего слоя; k_b , k - коэффициенты фильтрации нижних и верхних пластов.

Система (1) решается при следующих начальных условиях:

$$h(x,0) = h_0, \quad H(x,0) = H_0. \quad (2)$$

где: $h_0(x)$, $H_0(x)$ - уровни грунтовых и напорных вод.

Тогда из (1) введем обозначение

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(T \frac{\partial H}{\partial x} \right) = 0, \quad A = -\frac{k_b}{\mu m_b}, \quad B = -\frac{k}{\mu^* m}, \quad \frac{(f-\omega)}{\mu} = q,$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial h}{\partial t} &= A(h-H) + q, \\ \frac{\partial H}{\partial t} &= B(H-h). \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$q = const$, дифференцируем 1- уравнение по t в (3).

$$\frac{\partial^2 h}{\partial t^2} = A \frac{\partial h}{\partial t} - A \frac{\partial H}{\partial t}, \quad (4)$$

Вместо $\frac{\partial H}{\partial t}$ поставим 2- уравнение системы (3):

$$\frac{\partial^2 h}{\partial t^2} = A \frac{\partial h}{\partial t} - A \cdot B (H-h), \quad (5)$$

А вместо $(H-h)$ используя 1- уравнение системы (3), получим

$$\frac{\partial^2 h}{\partial t^2} = (A+B) \frac{\partial h}{\partial t} - Bq, \quad (6)$$

$$\frac{\partial^2 h}{\partial t^2} - (A+B) \frac{\partial h}{\partial t} = -Bq. \quad (7)$$

После обозначение $\frac{\partial h}{\partial t} = Y$, $-(A+B) = K$, $-Bq = M$ уравнение (7) выглядит так:

$$Y' + KY = M. \quad (8)$$

Решение уравнение (9) будем искать следующим образом:

$$\begin{aligned} Y &= e^{-\int K dt} \left[\int M e^{\int K dt} dt + c \right] = e^{-Kt} \left[\int M e^{Kt} dt + c \right] = \\ &= e^{-Kt} \left[\frac{M}{K} e^{Kt} + c \right] = \frac{M}{K} + c e^{-Kt}, \end{aligned} \quad (9)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{M}{K} + ce^{-Kt}. \quad (10)$$

В результате интегрирования (10) получится:

$$h = \frac{M}{K}t - \frac{c}{K}e^{-Kt} + c_1, \quad (11)$$

Н точно также:

$$H = \frac{M}{K}t - \frac{s}{K}e^{-Kt} + s_1. \quad (12)$$

Используем начальные условия (2) получим приведенные выше:

$$h(x,t) = \frac{Bq}{A+B}t + \left(\frac{A(h_0(x) - H_0(x)) + q}{A+B} - \frac{Bq}{(A+B)^2} \right) e^{(A+B)t} + \frac{B}{A+B}h_0(x) + \frac{A}{A+B}H_0(x) - \frac{q}{A+B} + \frac{Bq}{(A+B)^2}, \quad (13)$$

$$H(x,t) = \frac{Bq}{A+B}t + \left(\frac{B(H_0(x) - h_0(x))}{A+B} - \frac{Bq}{(A+B)^2} \right) e^{(A+B)t} + \frac{A}{A+B}H_0(x) + \frac{B}{A+B}h_0(x) + \frac{Bq}{(A+B)^2}. \quad (14)$$

Принятые условия фильтрации дают основание представить математическую модель солей переноса так[3,4]:

$$\left. \begin{aligned} n_0 \frac{\partial c_0}{\partial t} &= \frac{\partial}{\partial x} (D_x \frac{\partial c_0}{\partial x}) - V_x \frac{\partial c_0}{\partial x}, \\ n_1 \frac{\partial c_1}{\partial t} &= \frac{\partial}{\partial x} (D_x^* \frac{\partial c_1}{\partial x}) - V_x^* \frac{\partial c_1}{\partial x}. \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

Начальные условия:

$$c_0(x,0) = c_{00}(x), \quad c_1(x,0) = c_{10}(x). \quad (16)$$

Граничные условия:

$$\left(V_x c_0 - D_x \frac{\partial c_0}{\partial x} \right) \Big|_{x=L_x} = 0, \quad \frac{\partial c_1}{\partial x} \Big|_{x=0} = 0, \quad (17)$$

$$c_0(x,t) \Big|_{x=m-0} = c_1(x,t) \Big|_{x=m+0}, \quad (18)$$

$$V_x c_0 - D_x \frac{\partial c_0}{\partial x} \Big|_{x=m+0} = V_x^* c_1 - D_x^* \frac{\partial c_1}{\partial x} \Big|_{x=m-0}. \quad (19)$$

где $c_0(x,t)$, $c_1(x,t)$ - концентрация солей грунтового и напорного водоносных горизонтов; V_x , V_x^* ($V_x = -k_b \frac{h-H}{m_b}$, $V_x^* = -k \frac{H-h}{m}$) - скорости фильтрации; D_x , D_x^* - коэффициенты конвективной диффузии солей; $c_{00}(x,t)$, $c_{10}(x,t)$ - начальные распределения солей в грунтовом и напорном водоносном горизонтах; n_0 , n_1 - активная пористость грунта в соответствующих зонах.

Решение. Для решения задачи (15)-(19) применяем метод конечных разностей [5,6,7] В области $D = \{0 \leq x < L_x, 0 \leq t \leq T\}$ вводим сетку, где Т максимальное время, в течение которого исследуется процесс. Для этого интервал $[0, a]$ разбиваем с шагом h, а $[0, T]$ с шагом τ . В результате имеем сетку:

$$\omega_{ht} = \{(x_i, t_j), i = 0, 1, 2, \dots, N \quad j = 0, 1, \dots, J; \quad (20)$$

$$x_i = ih; \quad t_j = j\tau; \quad \tau = T / J, \quad m = h \cdot n\}$$

Аппроксимируем уравнение (20), используя неявную схему на сетке ω_{ht} в виде

$$\left. \begin{aligned} n_0 \frac{C_{0i}^{j+1} - C_{0i}^j}{\tau} &= D_x \frac{C_{0i-1}^{j+1} - 2C_{0i}^{j+1} + C_{0i+1}^{j+1}}{\Delta^2} - V_x \frac{C_{0i}^{j+1} - C_{0i-1}^{j+1}}{\Delta}, \\ n_1 \frac{C_{1i}^{j+1} - C_{1i}^j}{\tau} &= D_x^* \frac{C_{1i-1}^{j+1} - 2C_{1i}^{j+1} + C_{1i+1}^{j+1}}{\Delta^2} - V_x^* \frac{C_{1i}^{j+1} - C_{1i-1}^{j+1}}{\Delta}. \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

Разностная схема (21) приведена к системе линейных алгебраических уравнений

$$A_0 C_{0i-1}^{j+1} - B_0 C_{0i}^{j+1} + E_0 C_{0i+1}^{j+1} = -F_0, \quad i = \overline{1, I-1}, \quad j = \overline{0, J-1}, \quad (22)$$

$$A_1 C_{1i-1}^{j+1} - B_1 C_{1i}^{j+1} + E_1 C_{1i+1}^{j+1} = -F_1, \quad i = \overline{1, I-1}, \quad j = \overline{0, J-1}. \quad (23)$$

где

$$A_0 = \left(\frac{D_x \tau}{n_0 \Delta^2} + \frac{V_x \tau}{n_0 \Delta} \right), \quad B_0 = \left(\frac{2D_x \tau}{n_0 \Delta^2} + \frac{V_x \tau}{n_0 \Delta} + 1 \right), \quad E_0 = \frac{D_x \tau}{n_0 \Delta^2},$$

$$A_1 = \left(\frac{D_x^* \tau}{n_1 \Delta^2} + \frac{V_x^* \tau}{n_1 \Delta} \right), \quad B_1 = \left(\frac{2D_x^* \tau}{n_1 \Delta^2} + \frac{V_x^* \tau}{n_1 \Delta} + 1 \right), \quad E_1 = \frac{D_x^* \tau}{n_1 \Delta^2}.$$

Аппроксимация граничных условий (17), (18), (19) определяется следующим образом:

$$C_{0N}^{j+1} - C_{0N-1}^{j+1} = 0, \quad C_{0N}^{j+1} = C_{0N-1}^{j+1},$$

$$C_{11}^{j+1} = C_{01}^{j+1}, \quad C_{0n}^{j+1} - C_{1n}^{j+1} = 0, \quad C_{0n}^{j+1} = C_{1n}^{j+1},$$

$$V_z C_{0n}^{j+1} - D_z \frac{C_{0n+1}^{j+1} - C_{0n}^{j+1}}{\Delta} = V_z^* C_{1n}^{j+1} - D_z^* \frac{C_{1n}^{j+1} - C_{0n-1}^{j+1}}{\Delta}.$$

Решение систем уравнений (22) поищем следующим образом:

$$C_{0i}^{j+1} = \alpha_{0i-1} C_{0i-1}^{j+1} + \beta_{0i+1}. \quad (24)$$

если примем обозначение $i \approx i + 1$, тогда

$$C_{0i+1}^{j+1} = \alpha_{0i} C_{0i}^{j+1} + \beta_{0i} \text{ из этого после сравнения:}$$

$$\alpha_{0i-1} = \frac{A_0}{B_0 - E_0 \cdot \alpha_{0i}},$$

$$\beta_{0i-1} = \frac{F_0 + E_0 \cdot \beta_{0i}}{B_0 - E_0 \cdot \alpha_{0i}}, \quad i = N-1, \dots, n+1$$

$$\alpha_{0N-1} = 1, \quad \beta_{0N-1} = 0.$$

Решение системы (23) ищется как последовательность поиска решение системы уравнений (22):

$$C_{1i}^{j+1} = \alpha_{1i+1} C_{1i+1}^{j+1} + \beta_{1i+1}. \quad (25)$$

примем обозначение $i \approx i - 1$, тогда

$$C_{1i-1}^{j+1} = \alpha_{1i} C_{1i}^{j+1} + \beta_{1i} \text{ из этого после сравнения:}$$

$$\alpha_{1i+1} = \frac{E_1}{B_1 - A_1 \cdot \alpha_{1i}},$$

$$\beta_{1i+1} = \frac{F_1 + A_1 \cdot \beta_{1i}}{B_1 - A_1 \cdot \alpha_{1i}}, \quad i = 1, \dots, n-1$$

$$C_{0n} = c_{1n} \quad \alpha_{11} = 1, \quad \beta_{11} = 0.$$

Численные результаты расчетов для следующих безразмерных параметров приведены на рис.1,2,3:

$$q = 0, \quad \mu = 0.006, \quad \mu^* = 0.003, \quad k_b = 10.8, \quad k = 5.9, \quad m = 4,$$

$$m_b = 4.5, \quad n_0 = 0.1, \quad n_1 = 0.3, \quad D_z = 1 * \exp - 5, \quad D_z^* = 2 * \exp - 5.$$

Эти результаты показывают, что с увеличением глубины концентрация солей грунта увеличиваются в форме квадратного корня, а с течением времени это явления мало изменяются.

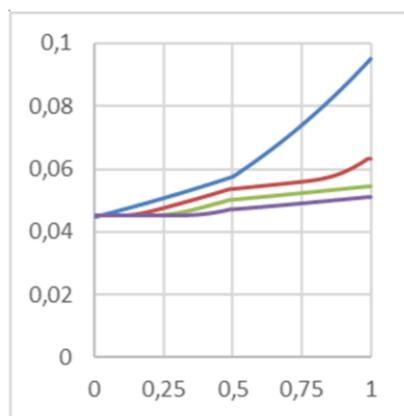


Рис. 1. Профили изменения (— $t=1$ сут., — $t=2$ сут., — $t=3$ сут., — $t=4$ сут.)

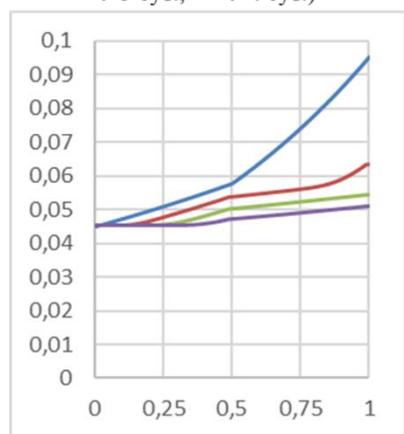


Рис. 2. Профили изменения (— $t=1$ сут., — $t=2$ сут., — $t=4$ сут., — $t=6$ сут.)

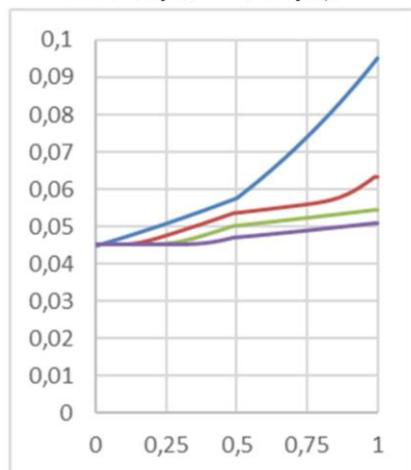


Рис. 3. Профили изменения (— $t=1$ сут., — $t=4$ сут., — $t=8$ сут., — $t=12$ сут.)

Заключение. При этом использование численной модели значительно сокращает объем натурных исследований, что позволяет свести к минимуму дорогие и материалоёмкие опытные работы, следовательно, снизить себестоимость подаваемой потребителю питьевой воды.

Литература

1. Усманов Р.Н., Далиев Ш. Математическое и численное моделирование задачи опреснения подземных вод в двухслойных пластах// Республиканской научной конференции «Новые результаты математики и их приложения» 14-15 мая 2018 г. 105-107 ст., Самарканд, СамГУ.
2. Усманов Р.Н., Далиев Ш. Математическое моделирование и численное решение задачи восстановления запасов подземных вод в однослойных пластах// «Ахборот коммуникация технологиялари ва сонли моделлаштиришнинг амалий масалалари» Республика илмий-техник конференцияси материаллари тўплами, Самарканд-2017 йил, 8-9-сентябр, [24-26 б.]
3. Усманов, Р. Н. Нечеткое моделирование технологических процессов водозабора в системах искусственного восполнения подземных вод / Р. Н. Усманов // Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2007. – № 1. – С. 63–69.
4. Усманов, Р. Н. О моделировании изменений гидрогеохимического состояния гидрогеологических объектов на базе нечетко-множественного подхода / Р. Н. Усманов // Узб. журнал «Проблемы информатики и энергетики» – Ташкент, 2005. – № 6. – С. 67-72.
5. Абуталиев Ф.Б., Ходжибаев Н.Н., Умаров У.У., Измаилов И.И. Применение численных методов и ЭВМ в гидрогеологии. – Ташкент: Фан, 1976. – 67 с.
6. Усманов, Р. Н. К вопросу численного моделирования процессов формирования и эксплуатации водозаборов подземных вод в условиях нечеткой информации / Р. Н. Усманов // Вестник ТашГТУ. – Ташкент, 2006. – №2. – С. 3–6.
7. Калиткин Н.Н., Корякин П.В. Численные методы: в 2 кн. Кн. 2. Методы математической физики. – Москва: Издательский центр «Академия», 2013. – 304 с.

Усманов Ришат Ниязбекович

– доктор технических наук, профессор. Автор более 100 научных работ. Область научных исследований: искусственный интеллект, компьютерное зрение, ГИС технологии, математическое моделирование, цифровая обработка изображений.

Далиев Шерзод Каршиевич – докторант кафедры «Математическое моделирование и комплексное программирование» Самаркандский государственный университет.

E-mail: daliyev.sherzod@mail.ru

Numerical modeling of two aquifers

Annotation: In this study, a mathematical model of groundwater absorption, water accumulation and salt filtration was developed on a two-layer aqueous layer. Two-level reservoirs compiled and calculated a mathematical model of the problem of groundwater restoration. The number of studies is of great practical importance, and in some regions it is necessary to restore saline soils and create clean water resources as an unfavorable situation for the environment.

Key words: groundwater abstraction, salt transfer, mathematical model of filtration, technological schemes of freshening, geofiltration process, highly mineralized groundwater.

УДК 681.325.518.5

Бахрамов С.А. Зайнидинов Х.Н., Қўчқаров М.А.

Геофизик сигналларни моделлаштиришнинг сплайн-усули

Ушбу мақола параболик локал интерполяцион сплайн-функцияси асосида геофизик сигналларни моделлаштиришга бағишланган. Ҳар хил геофизик сигналларни рақамли ишлаш ва тиклаш масалаларида математик модел куриш учун параболик локал интерполяцион сплайн-функцияларни қўлланилиши ҳозирги вақтда амалий масалаларни ечишда долзарб ҳисобланади. Мисол тариқасида геофизик сигналларни дастлабки экспериментал маълумотлари олинди ва шу маълумотлар асосида параболик локал интерполяцион кубик сплайн модели курилди. Курилган локал интерполяцион кубик сплайн модели ёрдамида геофизик сигналларни интерполяциялаш жараёни амалга оширилди.

Калит сўзлар: Интерполяцион кубик сплайн, электромагнит, интерполяция, гравитацион майдон.

Кириш

Кўп геофизик тадқиқотларда олимларнинг уринишлари фойдали қазилмалар жойлашган жойлар тўғрисида маълумотлар берадиган даракчилар (предвестниклар)ни кидиришга йўналтирилган. Даракчилар деб, бирор параметрнинг аномал ўзгариши, унинг қийматларини тўсатдан жуда ортиб ёки камайиб кетиши тушунилади. Яъни геофизик сигналдаги аномал ўзгаришларга қараб, прогнозлаш (башоратлаш)ни амалга ошириш мумкин. Одатда прогнозлаш натижасида фойдали қазилмаларнинг энг кўп йиғилган жойи, уларнинг захира ҳажми каби маълумотларни олдиндан айтиб бериш мумкин бўлади. Даракчи сифатида ернинг электромагнит, гравитацион майдонларидаги аномал ўзгаришлар, ионосферадаги аномал ўзгаришлар, сейсмик ҳолатлар (шумлар), турли акустик тебранишлардан фойдаланиш мумкин.

Кейинги йилларда дунё олимлари томонидан фойдали қазилмаларни башоратлашнинг ўнлаб усуллари таклиф этилди. Ушбу усуллар ёрдамида олинган натижалар ер остида рўй физик жараёнларни тушуниш, уларни кузатиш, ушбу жараёнларни ўзаро боғлиқлигининг физик ва математик моделларини куриш учун муҳим ҳисобланади.

Асосий қисм

Ҳар хил геофизик сигналларни рақамли ишлаш ва тиклаш масалаларида математик модел куриш учун параболиклокал интерполяцион сплайн-функцияларни қўлланилиши ҳозирги вақтда амалий масалаларни ечишда долзарб ҳисобланади.

$S_n(f; x)$ функция n - локал интерполяцион сплайн функцияси дейилади, агар қуйидаги шартлар бажарилса:

1. $S_n(f; x) \in H_n[x_i, x_{i+1}]$,
2. $S_n(x) \in C^m[a, b]$,
3. $S_n(x_i) = f(x_i) \quad i=0, n$.

n - интерполяцион сплайн-функциянинг дефекти

$v = n - m$ сонига айтилади. Икки ўзгарувчи локал интерполяцион сплайн функциялар бир ўзгарувчи локал интерполяцион кубик сплайн функция асосида курилади ва хатоликларни баҳолаш, локал интерполяцион кубик сплайн функция хатолиги асосида баҳоланади. Параболик локал интерполяцион сплайн-функциянинг курилиши қуйидагича амалга оширилади.

Берилган $D=[a, b] \times [c, d]$ соҳада куриш учун ушбу ораликларни ОХ ўқи бўйича N та, ОУ ўқи бўйича M та тенг бўлақларга бўлиб оламир $\Delta = \Delta_x \times \Delta_y$.

$$\Delta_x: a = x_0 < x_1 < \dots < x_N = b, \quad \Delta_y: c = y_0 < y_1 < \dots < y_M = d.$$

бу ерда h ва l кадамлари қуйидагича танланади $h = x_{i+1} - x_i, i=0, 1, \dots, N-1; l = y_{j+1} - y_j,$
 $j = 0, 1, \dots, M - 1.$

Қуйида келтирилган сеткани қараймиз:

$$\Delta^* = \Delta_x^* \times \Delta_y^*$$

$$\Delta_x^*: x_{-1} < x_0 < x_1 < \dots < x_N < x_{N+1}, \quad \Delta_y^*: y_{-1} < y_0 < y_1 < \dots < y_M < y_{M+1}.$$

У ҳолда бизга $D^* = [a - h, b + h] \times [c - l, d + l]$ соҳа тегишли Δ^* -тўрдаги тугун нукталарда, функциянинг қийматлари маълум, яни:

$$f(x_i, y_j) = f_{ij}, \quad i = -1, 0, 1, \dots, N, N + 1; \\ j = -1, 0, 1, \dots, M, M + 1.$$

Юқорида қийматлар асосида D -соҳада $f(x, y)$ - функцияни интерполяциялайдиган параболик локал интерполяцион сплайн-функцияси курилади.

$f(x, y)$ функцияни интерполяциялайдиган параболик интерполяцион сплайн-функция локал бўлганлиги учун $[x_i, x_{i+1}] \times [y_j, y_{j+1}]$ оралигида

қуйидаги f_{ij} функциянинг қийматлари асосида курилади:

$$(x_{i-1}, y_{j-1}), (x_{i-1}, y_j), (x_{i-1}, y_{j+1}), (x_{i-1}, y_{j+2}), \\ (x_i, y_{j-1}), (x_i, y_j), (x_i, y_{j+1}), (x_i, y_{j+2}), \\ (x_{i+1}, y_{j-1}), (x_{i+1}, y_j), (x_{i+1}, y_{j+1}), (x_{i+1}, y_{j+2}), \\ (x_{i+2}, y_{j-1}), (x_{i+2}, y_j), (x_{i+2}, y_{j+1}), (x_{i+2}, y_{j+2}).$$

Шуни таъкидлаш керакки, ўзгарувчилардан бирининг фиксирланган ўзгармас қиймати учун курилаётган сплайн бошқа ўзгарувчига нисбатан бир ўлчовли локал интерполяцион кубик сплайндир. Бу ерда x -фиксирланади, яни $x = x_i$ да локал интерполяцион кубик сплайн-функция $S_3(x_i, y)$ қуйидаги шаклга эга бўлади:

$$S_3(x_i, y) = (1 - u)Z_j(x_i, y) + uZ_{j+1}(x_i, y), \quad (1)$$

Бу ерда

$$Z_j(x_i, y) = -\frac{1}{2}u(1 - u)f_{i, j-1} + (1 - u^2)f_{ij} + \frac{1}{2}u(1 + u)f_{i, j+1}, \quad (2)$$

$$Z_{j+1}(x_i, y) = \frac{1}{2}(1 - u)(2 - u)f_{ij} + u(2 - u)f_{i, j+1} - \frac{1}{2}u(1 - u)f_{i, j+2} \quad (3)$$

$Z_j(x_i, j), Z_{j+1}(x_i, j)$ параболалар мос равишда қуйидаги

$$(x_i, y_{j-1}), (x_i, y_j), (x_i, y_{j+1}); \\ (x_i, y_j), (x_i, y_{j+1}), (x_i, y_{j+2}),$$

$$u = \frac{y - y_j}{l}, \quad l = y_{j+1} - y_j.$$

тугун нуктадан ўтувчи параболалар ҳисобланади. (2) ва (3) ларни (1) га қўйиб маълум бир ихчамлашлардан сўнг қуйидагича эга бўлаемиз:

$$S_3(x_i, y) = -\frac{1}{2}u(1-u)^2 f_{i,j-1} + \frac{1}{2}(1-u)(2+2u - 3u^2) f_{ij} + \frac{1}{2}u(1+4u - 3u^2) f_{i,j+1} - \frac{1}{2}u^2(1-u) f_{i,j+2},$$

$j = \overline{0, M-1}, 0 \leq u \leq 1.$

Юкоридагиларасосидах $x_{i-1}; x_{i+1}; x_{i+2}$.
Фиксирланган ҳолларда қуйидаги бир ўзгарувчи сплайн- функцияларини ҳосил қиламиз

$$S_3(x_{i-1}, y) = (1-u)Z_j(x_{i-1}, y) + uZ_{j+1}(x_{i-1}, y), (5)$$

$$S_3(x_{i+1}, y) = (1-u)Z_j(x_{i+1}, y) + uZ_{j+1}(x_{i+1}, y), (6)$$

$$S_3(x_{i+2}, y) = (1-u)Z_j(x_{i+2}, y) + uZ_{j+1}(x_{i+2}, y), (7)$$

$S_3(x_{i-1}, y), S_3(x_i, y), S_3(x_{i+1}, y)$ ва $S_3(x_{i+2}, y)$ юкорида қурилган бир ўзгарувчи кубик сплайн- функцияларасосида, маълум- бирихчамлашлардан кейин қуйидаги икки ўзгарувчи интерполяция сплайн- функцияни қуйидаги кўриниш- ҳосил бўлади:

$$S_{3,3}(x, y) = -\frac{1}{2}t(1-t)^2 S_3(x_{i-1}, y) + \frac{1}{2}(1-t) S_3(x_i, y) + \frac{1}{2}t(1+4t - 3t^2) S_3(x_{i+1}, y) - \frac{1}{2}t^2(1-t) S_3(x_{i+2}, y),$$

$j = \overline{0, M-1}, 0 \leq u \leq 1, t = \frac{x-x_i}{h}, u = \frac{y-y_j}{l}, h = x_{i+1} - x_i, l = y_{j+1} - y_j.$

$S_3(x_{i-1}, y), S_3(x_i, y), S_3(x_{i+1}, y)$ ва $S_3(x_{i+2}, y)$ юкорида қурилган бир ўзгарувчи кубик сплайн- функцияларнинг қийматларини қўйиб

$$S_{3,3}(x, y) = -\frac{1}{2}t(1-t)^2 [(1-u)Z_j(x_{i-1}, y) + uZ_{j+1}(x_{i-1}, y)] + \frac{1}{2}(1-t)(2+2t-3t^2) [(1-u)Z_j(x_i, y) + uZ_{j+1}(x_i, y)] + \frac{1}{2}t(1+4t-3t^2) [(1-u)Z_j(x_{i+1}, y) + uZ_{j+1}(x_{i+1}, y)] - \frac{1}{2}t^2(1-t) [(1-u)Z_j(x_{i+2}, y) + uZ_{j+1}(x_{i+2}, y)] (8)$$

Бу ерда $i = \overline{0, N-1}, j = \overline{0, M-1}, 0 \leq t \leq 1, 0 \leq u \leq 1, t = \frac{x-x_i}{h}, u = \frac{y-y_j}{l}, h = x_{i+1} - x_i, l = y_{j+1} - y_j.$

маълум бирихчамлашлардан кейин параболик локал инт- ерполяция сплайн- функцияни ҳосил қилинди:

$$S_{3,3}(x, y) = \varphi_1(t) [\varphi_1(u) f_{i-1,j-1} + \varphi_2(u) f_{i-1,j} + \varphi_3(u) f_{i-1,j+1} + \varphi_4(u) f_{i-1,j+2}] + \varphi_2(t) [\varphi_1(u) f_{i,j-1} + \varphi_2(u) f_{i,j} + \varphi_3(u) f_{i,j+1} + \varphi_4(u) f_{i,j+2}] + \varphi_3(t) [\varphi_1(u) f_{i+1,j-1} + \varphi_2(u) f_{i+1,j} + \varphi_3(u) f_{i+1,j+1} + \varphi_4(u) f_{i+1,j+2}] + \varphi_4(t) [\varphi_1(u) f_{i+2,j-1} + \varphi_2(u) f_{i+2,j} + \varphi_3(u) f_{i+2,j+1} + \varphi_4(u) f_{i+2,j+2}]. (9)$$

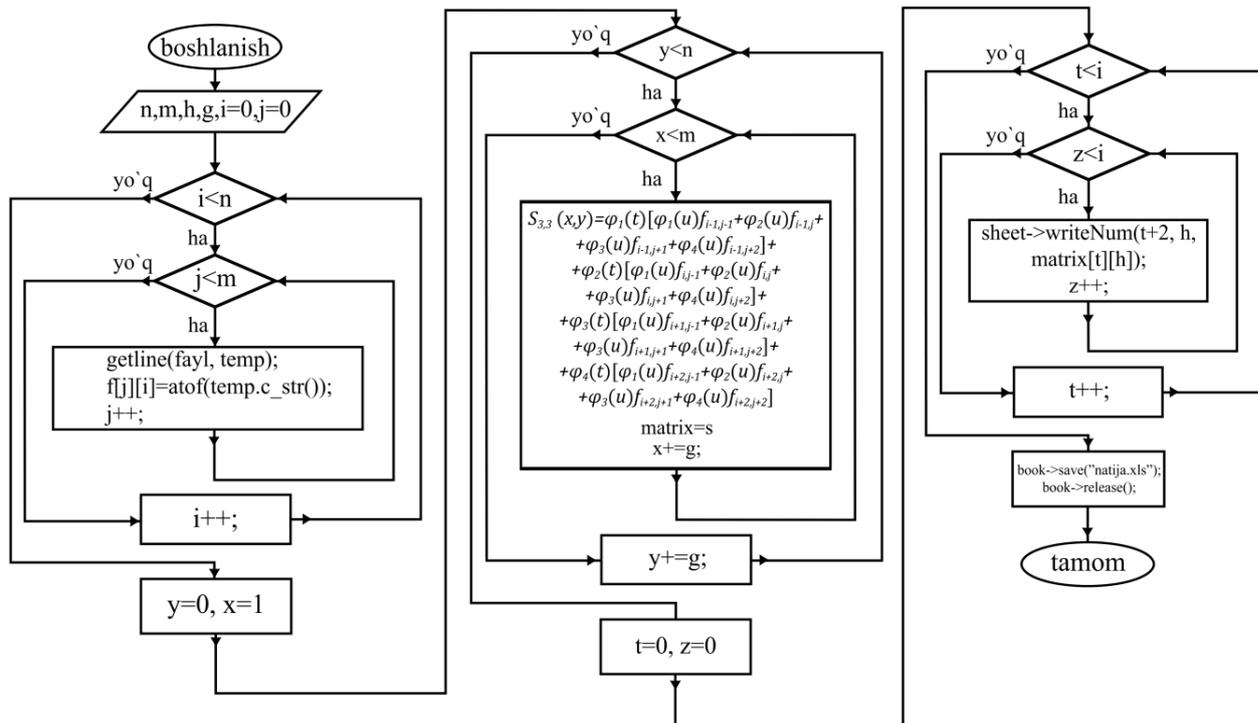
Бу ерда $\varphi_1(t) = -\frac{1}{2}t(1-t)^2,$

$$\varphi_2(t) = \frac{1}{2}(1-t)(2+2t-3t^2),$$

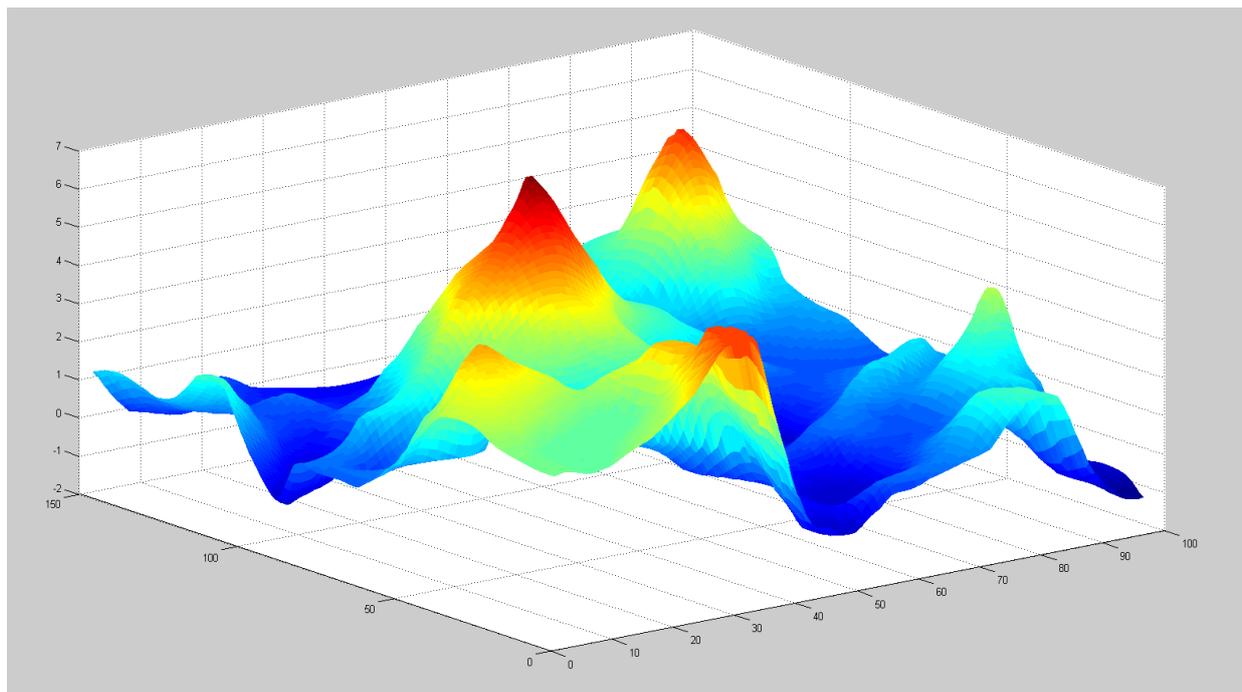
$$\varphi_3(t) = \frac{1}{2}t(1+4t-3t^2),$$

$$\varphi_4(t) = -\frac{1}{2}t^2(1-t)$$

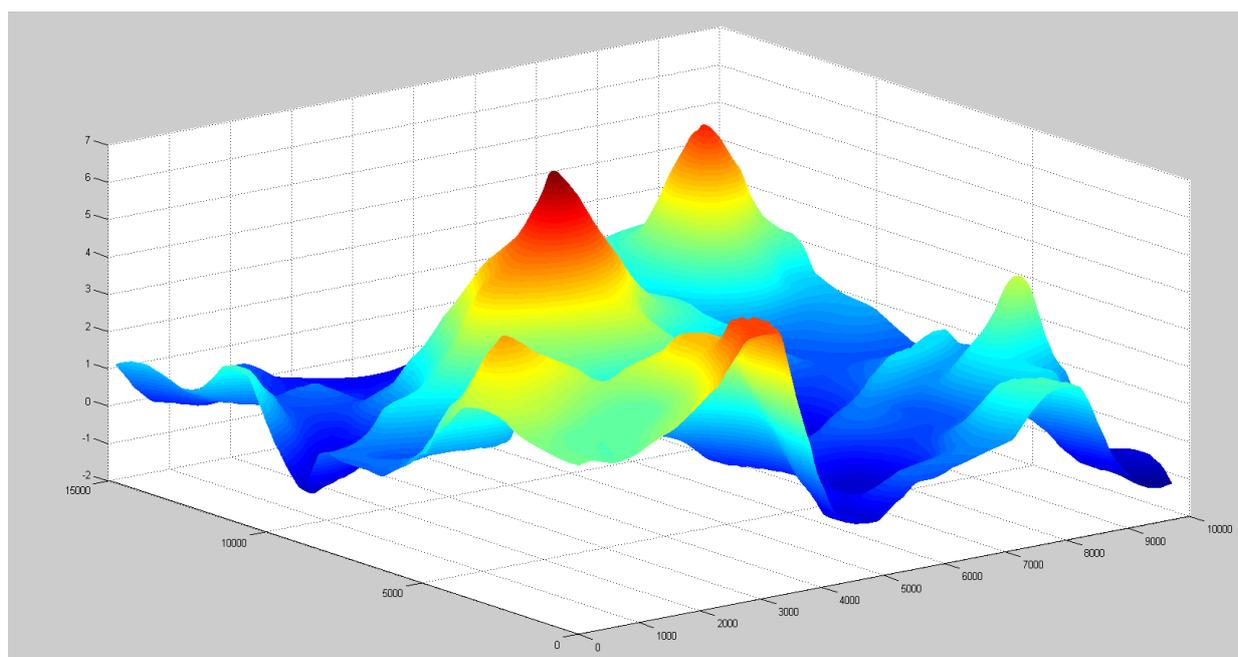
Бугунги кунда геофизик сигналларни қайта тиклаш, уларни аниқлаш муҳим масалалардан биридир. Биз юкорида ишлаб чиқилган модел асосида геофизик сигналларни тиклаш, қайта ишлаш ва аниқлашни амалга оширувчи дастур ишлаб чиқдик. Расмда дастур блок-схемаси келтирилган (1-расм):



1-расм: Икки ўлчовли геофизик сигналларга икки ўзгарувчи локал интерполяция сплайн- функциялар ёрдамида ишлов бериш дастури блок схемаси.



2-расм. Геофизик майдонни (1x1) қадам билан олинган натижанинг график кўриниши.



3-расм. Геофизик майдонни (0.01x0.01) қадам билан олинган натижанинг график кўриниши.

Биз ишлаб чиққан модел ёрдамида икки ўзгарувчи геофизик майдон моделлаштирилди ва модел ёрдамида дастур килинди. Юқоридаги тасвирлар дастурдан олинган натижанинг график кўринишидаги тасвирдир.

Хулоса

Геофизик сигналларини қайта тиклаш ва уларга рақамли ишлов беришда параболиклокал интерполяцион сплайн-функцияси асосида интерполяциялаш масаласини қўллаш муҳим аҳамият касб этади. Геофизик сигналларининг хусусиятлари ўрганилиди ва параболиклокал интерполяцион сплайн-функцияси асосида модели қурилиб интерполяциялаш жараёни амалга оширилди. Ушбу ишда геофизик сигналларини қайта

тиклаш ва уларга рақамли ишлов бериш орқали даракчи сифатида ернинг электромагнит, гравитацион майдонларидаги аномал ўзгаришлар, ионосферадаги аномал ўзгаришлар, сейсмик ҳолатлар (шумлар), турли акустик тебранишлардан фойдаланиш мумкинлиги кўриб чиқилди. Натижага кўра сплайн функциялар сигналларни интерполяциялаш масаласида аниқлиги юқори эканлигини кўрсатди, буни (2-3 расм) лардан ҳам кўришимиз мумкин. Шу билан бирга сигналларига рақамли ишлов беришда параболиклокал интерполяцион сплайн-функцияси моделларидан фойдаланиш яхши самара бериши кўрсатилди.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Зайнидинов Х.Н., Бахрамов С.А., Кўчкарров М.А. Методы моделирования тепловых полей бикубическими сплайнами. автоматика и программная инженерия. 2018, №1(23) ht tp: //www.jurnal.nips.ru.

2. Завьялов Ю.С., Квасов Б.И., Мирошниченко И.Л. Методы сплайн - функций. - М.: Наука, 1980. 352 с.

3. Исраилов М.И., Бахромов С.А. Об одном локальном интерполяционном кубическом сплайне и некоторые его приложения // Тезисы докладов III семинара - совещания Кубатурные формулы и их приложения. Уфа - Краснорск, 1995 г. - С.17. (9-13 октябрь, 1995 г.)

4. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов. - 2-е. - СПб: Питер, 2006. - 751 с.

5. Свиный С.Ф., Зайнидинов Х.Н. Комплекс программ для исследования геофизических полей. Тезисы докл. Международной конференции «Региональная информатика». Санкт-Петербург, 22-24 июня, 2004.-С.244.

6. Свиный С.Ф. Базисные сплайны в теории отсчетов сигналов.-Спб.: Наука, 2003. -118с.

7. Свиный С.Ф. Дискретизация на основе локальных сплайнов при измерениях сигналов конечной длительности. // Метрология. -1998. -№4. -С.28-33.

8. Зайнидинов Х.Н., Бахрамов С.А., Кўчкарров М.А. Методы моделирования тепловых полей бикубическими сплайнами. автоматика и программная инженерия. 2018, №1(23) ht tp: //www.jurnal.nips.ru.

9. Мирзаев А.Е. Сплайн-функциялар асосида сигналларга рақамли ишлов бериш алгоритмлари самарадорлигини ошириш. Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) илмий даражасини олиш учун ёзилган диссертация. Тошкент 2019 й.

10. Богданов В.В., Волков Ю.С. Условия формосохранения при интерполяции кубическими сплайнами. 2019г.

<https://www.researchgate.net/publication/333602092>.

11. Djananjay Singh, Madhusudan Singh, Hakimjon Zaynidinov "Signal Processing Applications Using Multidimensional Polynomial Splines", Springer Briefs in Applied Sciences and Technology Series, Springer, Singapore. ISBN-978-981-13-2238-9. 2019.

12. Hakimjon Zaynidinov, Madhusudan Singh, Dhananjay Singh Polynomial Splines for Digital Signal and Systems (Монография на английском языке). LAMBERT Academic publishing, Germany, 2016 year, 208 p.

13. Zaynidinov H.N., Jovliev S. Modeling Specialized Processor Signal Processing Based on Haar Wavelet. Proceedings of International Conference on IT Promotion in Asia 2011, September, 26-27, 2011, p. 314-318, Tashkent, Uzbekistan.

Муаллифлар ҳақида маълумот:

Зайнидинов Хакимжон Насридинович - т.ф.д, проф, Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети (ТАТУ), E-mail: tet2001@gambler.ru

Бахромов Сайфиддин Акбарович - ф.-м.ф.н, доц, [Мирзо Улугбек номидаги Ўзбекистон Миллий Университети \(ЎзМУ\)](#), E-mail: bahromov59@mail.ru

Кўчкарров Муслимжон Адхамжон ўгли - докторант, Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети (ТАТУ), E-mail: muslimjon1010@gmail.com

Бахрамов С.А., Зайнидинов Х.Н., Кўчкарров М.А.

Modeling of geophysical signals using local interpolation spline function parabolic.

This article is devoted to modeling geophysical signals based on secondary interpolation spline function. The use of second-order local interpolation spline functions for the construction of mathematical models for the numerical processing and recovery of various geophysical signals is relevant today. As an example, preliminary experimental data of geophysical signals were obtained and based on this data, a second-order local interpolation cubic spline model was constructed. Interpolation of geophysical signal with the built-in local interpolation cubic spline model.

Keywords: Interpolation cubic spline, electromagnetic, interpolation, gravitational field.

УДК 004.056

Гуломов Ш.Р. Ганиев А.А. Арипова З.Д.

Фильтрация спама с поведенческим черным списком

В этой статье рассмотрены виды спама и виды их блокировки, система фильтрации спама SpamTracker, которая использует новую технику, называемую поведенческим черным списком, для классификации отправителей электронной почты на основе их поведения отправки, а не их личности. SpamTracker использует быстрые алгоритмы кластеризации, которые быстро реагируют на изменения в шаблонах отправки. Оценивается способность SpamTracker классифицировать спамеров с использованием журналов электронной почты для более чем 115 почтовых доменов. Было обнаружено, что SpamTracker может правильно классифицировать многих спамеров, пропущенных с помощью современных методов фильтрации. Текущие наборы данных не позволяют подтвердить способность SpamTracker полностью отличать спамеров от законных отправителей. Оценка показывает, что SpamTracker может идентифицировать значительную долю спамеров, которых пропускают современные черные списки на основе IP.

Ключевые слова: TCP, IP-адрес, SpamTracker, потенциально опасный спам, безобидный спам, нигерийский спам, фишинг, контентная фильтрация, черный список на основе IP.

Введение

Мы живем в эпоху информационных технологий, когда компьютер является неотъемлемой частью нашей жизни, а интернет необходим для работы, учебы и просто для жизни. Очень часто приходится сталкиваться с проблемой спама в интернете. При рассмотрении и изучении какого-либо явления необходимо дать четкое определение используемым понятиям, связанных со спамом, это особенно важно, ведь существует большое количество различных определений, многие из которых не раскрывают сути спама. Спам это регулярная отправка писем, рекламного или любого другого характера, от неизвестных отправителей. Такие сообщения поступают к людям без их ведома и согласия. На Рис.1. представлены виды нежелательных писем в электронной почте.



Рис.1. Виды нежелательных писем в электронной почте

II. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Более 75% всего трафика электронной почты в Интернете является спамом. [4] На сегодняшний день для усиления блокировки спама используют два основных подхода:

Две характеристики мешают обычным черным спискам идти в ногу с динамизмом спамеров:

Во-первых, существующие черные списки на основе непостоянных идентификаторов. IP-адрес не достаточно как постоянный идентификатор хоста: многие хосты получают IP-адреса из динамических пулов адресов, которые могут вызвать наложение обоих хостов и IP-адресов. Вредоносные хосты могут украсть IP-адреса и до сих пор полные соединения TCP, что позволяет спамерам вводить больше динамизма. Черные списки IP не могут идти в ногу.

Во-вторых, информация о поведении отправки электронной почты разделена на домен и не анализируется по всем доменам. Сегодня большая часть спама приходит от ботнетов, больших групп взломанных машин, контролируемых как единое целое. Имея в своем распоряжении гораздо большую группу машин, спамеры теперь распределяют свои «рабочие места» так, чтобы каждый IP-адрес

рассылал спам с низкой скоростью на любой отдельный домен. Таким образом, спамер может оставаться ниже радаров, так как ни один домен не может считать любой спамовый IP-адрес как подозрительный. [1]

Черные списки IP должны постоянно обновляться, чтобы идти в ногу с армиями «свежих» IP-адресов. Спам-компания может завершиться к тому времени, когда IP-адреса из черного списка, в это время новая кампания с новыми IP-адресами неминуема. Внесение в черный список всех новых IP-адресов также не вариант: это создает неудобство для администраторов, когда законные почтовые реле перенумерованы, а также для некоторых мобильных пользователей.

Поведенческие черные списки, которые дополняют существующие черные списки, классифицируя спамеров на основе того, как они отправляют электронную почту, скорее чем IP-адрес, с которого они отправляют. Интуиция в поведенческом черном списке заключается в том, что в то время как IP-адреса эфемерны, поскольку идентификаторы, спам-кампании, списки спама и методы рассылки спама более постоянны. Если можно определить шаблоны отправки электронной почты, которые характерны для спам-поведения, тогда можно продолжать классифицировать IP-адреса как спамеров даже если спамеры меняют свои IP-адреса.

Алгоритм поведенческих черных списков, который использует набор целевых доменов, на которые определенный IP-адрес отправляет почту в качестве основного индикатора его поведения и включает этот алгоритм в систему называется SpamTracker, где используется набор доменов, которые IP-адрес цели в пределах фиксированного временного окна в качестве функции для кластеризации IP-адреса, которые ведут себя аналогично. Алгоритм кластеризации принимает $n \times d \times t$, где n — количество IP-адресов который отправил электронное письмо на любой из d доменов в пределах одного из t временных окон. Алгоритм выводит кластеры IP-адресов, которые показывают аналогичные отправки шаблонов. Наша оценка этих кластеров показывает, что спам IP-адреса образуют большие кластеры, которые очень похожи друг на друга, но отличное от поведения IP-адресов в других кластерах. IP-адреса законных отправителей, с другой стороны, не создают большие скопления. SpamTracker может классифицировать «свежий» IP-адрес как спамер или законный отправитель в зависимости от того, насколько тесно его поведение отправок сопоставляется с кластером. Это было отмечено как известное поведение рассылки спама. [3]

SpamTracker требует немного вспомогательной информации о том, является ли отправитель электронной почты спамером или законным отправителем: он принимает в качестве входных данных шаблоны отправки электронной почты всех отправителей, строит кластеры на основе способов отправки известных спамеров, и классифицирует каждого отправителя в зависимости от того, похож он на кластер, который напоминает известное поведение рассылки спама. В отличие от традиционных подходов, которые отслеживают отдельные IP-адреса, SpamTracker отслеживает поведенческие паттерны, чтобы быстро определить, новый IP-адрес, сравнивает сходные паттерны с другими, ранее замеченными IP-адресами. Его способность отслеживать поведение групп, а не отдельные IP-адреса, позволяет быстрее адаптироваться к эфемерным IP-адресам, которые могут не показывать сильные образцы с точки зрения любого отдельного домена.

Поскольку SpamTracker классифицирует электронную почту на основе поведения отправки, а не на более гибкие свойства электронной почты, спамеры будут иметь значительно больше сложностей в уклонении от методов классификации SpamTracker. Тем не менее, SpamTracker должен быть достаточно гибким, чтобы адаптироваться к спамерам. Изменение поведения: шаблоны рассылки спама со временем изменяются, и злоумышленники, которые знают об алгоритме SpamTracker, могут настроить их шаблоны отправки, чтобы избежать попадания в конкретный кластер. Считается, однако, что автоматизированное, масштабное поведение, такое как рассылка спама всегда приводит к кластеризации, и задача состоит в том, чтобы разработать SpamTracker для адаптации кластеров, которые он использует для классификации, даже когда сами спамеры пытаются уклониться от них.

Представляемая статистика поведения спамеров на уровне сети сосредотачивает внимание на методах, которые делают построение репутации любого конкретного IP-адреса сложным. Изучая два аспекта, в частности:

1. *Постоянство*: сколько спама отправляет конкретный IP-адрес через день, и как набор IP-адресов изменяется со временем?

2. *Распространение*: Что такое распространение спама в целевых доменах? Для любого конкретного IP-адреса? И как это распределение изменится с течением времени?

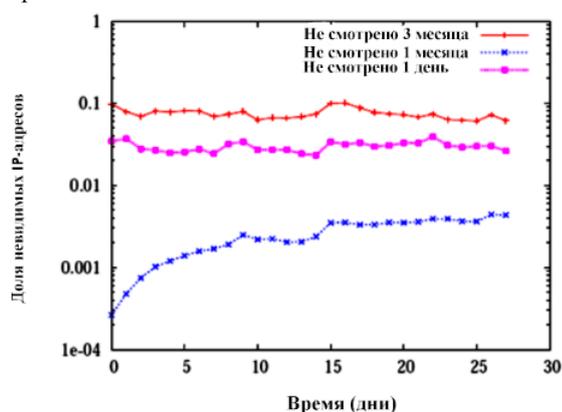


Рис.2. Доля спамовых IP-адресов, которые не были обнаружены

Чтобы определить, в какой степени остаются спам-IP-адреса стабильно, изучая IP-адреса. Рассмотрим график представленный на Рис.2.

Показано количество «новых» IP-адресов этих доменов. Наблюдение за день, в течение месяца. Верхняя линия

показывает долю IP-адресов, которые были замечены в трассировке на конкретный день, который никогда не видел в след. Действительно, спам приходит с разных IP-адресов каждый день, и около 10% IP-адресов, замеченных в любой конкретный день, никогда раньше не видели в любом из целевых доменов. Таким образом, даже учитывая совершенные механизмы для поддержания репутации об отправителях электронной почты и относительно широкое наблюдение, значительное количество IP-адресов, которые никогда не видели, рассылают спам в любой день. Отсутствие постоянства в спаме IP-адресов делает поддержание репутации спамеров основанной исключительно на IP-адресах, поскольку IP-адреса в черном списке постоянно меняются. Если не дано предыдущей информации об активности IP-адреса, обычный черный список не может надежно блокировать спам с этого адреса.

Существующие методы внесения в черный список собирают информацию о репутации о спаме или отправителях спама на основе активности, наблюдаемой в одном домене. Хотя некоторые существующие системы собирают информацию от большого числа распределенных доменов, мало, если таковые имеются, построить репутацию на основе наблюдаемых шаблонов по доменам. Таким образом, IP-адрес, который распространяет спам равномерно по целевым доменам может полностью избежать черного списка: техническое обслуживание из этих списков обычно требуются явные отчеты из сети о «громком» IP-адресе. Поэтому IP-адрес, который является «низким и медленным» в любой конкретный домен может быть в состоянии избежать обнаружения и попадания в черный список. На Рис.3 показаны виды блокировки спама в электронной почте. [2]

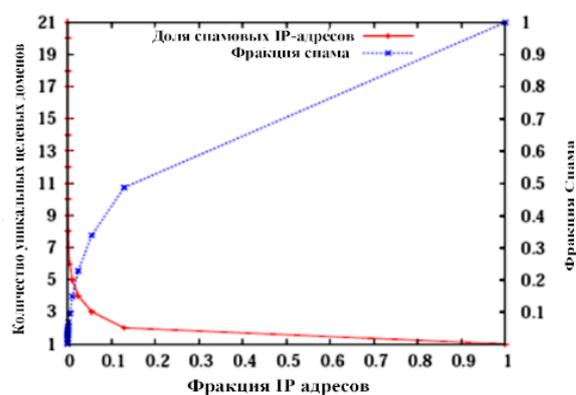


Рис.3. Доля отправленного спама со спамовых IP-адресов

Следовательно, на Рис.4 показаны виды блокировки спама с двумя правилами фильтрации.

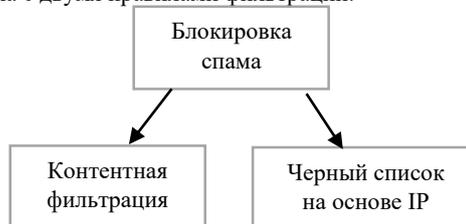


Рис.4. Виды блокировки спама с двумя типами фильтрации

Чтобы избежать фильтров на основе контента, спамеры применяют такие методы как встраивание спама в изображение как спам в изображениях и электронные письма, явно предназначенные для введения в заблуждение фильтры, которые «изучают» определенные шаблоны ключевых слов; Спамеры также уклоняются от черных списков

на основе IP с ловким использованием пространства IP-адресов. Чтобы иметь значения хуже, так как большая часть спама сейчас запускается ботами, спамерами может рассылать большой объем спама в совокупности, только отправляя небольшой объем спама в любой отдельный домен с данного IP-адреса.

Многие боты, рассылающие спам, сравнительно низкий объем, если наблюдается в каком-либо одном домене, но каждый из этих IP-адресов должны отправлять небольшие объемы спама во многие домены чтобы они были «полезны» для спамера. Точно так же лидирующие спам-IP-адреса, на которые приходится до 35% спама или три больших доменов. Таким образом, наблюдая шаблоны отправки электронной почты через домены может помочь

выявить шаблоны отправки, которые отвечают за рассылка значительного количества спама. [4]

После представления краткого обзора черных списков на основе IP и их наиболее распространенных режимов работы, кратко опишем производительность используемых в настоящее время на основе DNS черные списки с точки зрения двух метрик:

Полнота. Доля спамовых IP-адресов, занесенная в черный список в момент получения спама.

Ответная реакция. Для IP-адресов, в конечном итоге перечисленных в черный список, время для черного списка в конечном итоге список спама IP-адреса после первой отправки спама в любой целевой домен.

Таблица 1. Доля спама в двух ловушках спама с IP-адресов, которые не были включены в Spamhaus или SpamCop,

Источник данных	Спам	IP-адрес	Спам с незарегистрированных IP-адресов	
			При получении	После 1 месяца
Ловушка 1	384,521	129,243	134,120 (35%)	79,532 (20%)
Ловушка 2	172,143	64,386	17,132 (10%)	14,534 (8.5%)

Изучаемые полноту «реактивных» черных списков. Рассмотрев два самых популярных реактивных черных списка, Spamhaus и SpamCop. Оценивать полноту существующих DNSBL, сначала исследуют, черные списки идентифицируют спамеров, которых наблюдая за которыми в течение месяца с помощью спам-ловушек. Затем наблюдая за почтой, полученной на сервер, который размещает электронную почту для сотен независимых доменов, чтобы определить сколько почты может принимать этот провайдер был заблокирован ранее, если у провайдера были более полные черные списки на его распоряжение.

Многие DNSBL не перечисляют IP-адрес, прежде чем они получают несколько отчеты конечного пользователя об отправителе спама; некоторые даже выступают ручная проверка. Тщательная проверка может снизить вероятность внесения в черный список «хороших» отправителей, но это также ограничивает отзывчивость. Оцениваемая отзывчивость Spamhaus DNSBL, определив, для IP-адресов, как долго эти IP-адреса активным, прежде чем они в конечном итоге были в черном списке.

Даже когда черные списки содержат список спамовых IP-адресов, процесс обновление черного списка может быть медленным. 10–15% отправителей спама, которые не были зарегистрированы в получение спама осталось таким же через 30 дней после получения спама. фракция является сильным показателем медлительности черных списков, потому что отправка письма в ловушку спама автоматически помечает отправителя как спамер В случае провайдера, который обслуживает миллионы реальные клиенты («Организация»), почти 20% отправителей не в списке, когда электронная почта была получена, остаются в списке более 30 дней прежде чем в конечном итоге появиться в черном списке.

Этот анализ показывает, что реактивные черные списки иногда даст медленный ответ, даже для подтвержденных спамеров; Эта медленная отзывчивость, в сочетании с возможностью постоянно рассылать спам из «свежих» IP-адресов представляет собой значительное «Окно возможностей» для рассылки спама из незарегистрированного списка IP-адрес спамеров. В разделе предлагается дополнительный подход к занесению в черный список, основанный на шаблонах отправки электронной почты, а не на репутации IP-адреса адрес один.

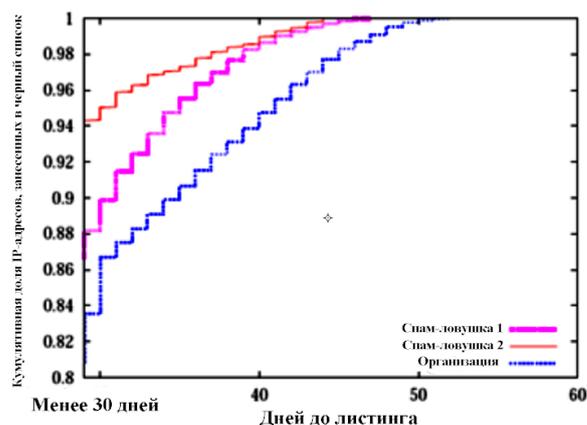


Рис.5. Время для включения в черный список Spamhaus для IP-адресов

Хотя поведение отправки отдельных IP-адресов может измениться со временем утверждая:

Во-первых спамеры достаточно сильно отличаются от законных отправителей;

Во-вторых эти шаблоны становятся более очевидными, когда электронную почту отправителей можно наблюдать во многих принимающих доменах.

Заключение

Основанная на этих двух гипотезах статья предлагает систему называемой SpamTracker, который активно помещает в черный список отправителей на основе набора доменов, на которые они нацелены. SpamTracker опирается на технику, которую называют поведенческим черным списком, классифицирующий на основе их поведения в сети, а не их личности или содержание писем, которые они отправляют.

Литература

[1] Messaging Anti-Abuse Working Group. MAAWG Issues First Global Email SpamReport. <http://www.prnewswire.com/cgi-bin/stories.pl?ACCT=104&STORY=/www/story/03-08-2006/0004316196>, Mar.2006.

[2] A. Ramachandran and N. Feamster. Understanding the Network-Level Behavior of Spammers. In *Proc. ACM SIGCOMM*, Pisa, Italy, Aug. 2006.

[3] D. Cheng, R. Kannan, S. Vempala, and G. Wang. A divide-and-merge methodology for clustering. *ACM Transactions on Database Systems*, 31(4):1499–1525, 2006

[4] Commtouch Inc. 2006 Spam Trends Report: Year of the Zombies. [http://www.commtouch.com/documents/Commtouch 2006 Spam Trends Year of the Zombies](http://www.commtouch.com/documents/Commtouch%2006%20Spam%20Trends%20Year%20of%20the%20Zombies)

Ғулумов Шерзод Ражаббоевич – Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети “Ахборот хавфсизлиги таъминлаш” кафедраси доценти.

E-mail: sherzod.gulomov@rambler.ru

Ганиев Акмал Абдухалилович – Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети “Мультимедиа технологиялари” кафедраси катта ўқитувчиси.

E-mail: Akmal173@mail.ru

Арипова Зулфия Дилшодовна – Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети “Мультимедиа технологиялари” кафедраси ассистенти.

E-mail: mezulik@gmail.com

Sh .Gulyamov, A.Ganiev, Z.Aripova. Behavioral blacklist spam filtering

Spam filters often use the reputation of an IP address (or IP address range) to classify email senders. This approach worked well when most spam originated from senders with fixed IP addresses, but spam today is also sent from IP addresses for which blacklist maintainers have outdated or inaccurate information (or no information at all). Spam campaigns

also involve many senders, reducing the amount of spam any particular IP address sends to a single domain; this method allows spammers to stay “under the radar”.

The dynamism of any particular IP address begs for blacklisting techniques that automatically adapt as the senders of spam change. This paper presents SpamTracker, a spam filtering system that uses a new technique called behavioral blacklisting to classify email senders based on their sending behavior rather than their identity. Spammers cannot evade SpamTracker merely by using “fresh” IP addresses because blacklisting decisions are based on sending patterns, which tend to remain more invariant. SpamTracker uses fast clustering algorithms that react quickly to changes in sending patterns. Evaluating SpamTracker's ability to classify spammers using email logs for more than 115 email domains; it has been discovered that SpamTracker can correctly classify many spammers who have been skipped by modern filtering methods. Although our current datasets prevent us from confirming SpamTracker's ability to completely distinguish spammers from legitimate senders, our evaluation shows that Spam-Tracker can identify a significant fraction of spammers that current IP-based blacklists miss. SpamTracker's ability to identify spammers before existing blacklists suggests that it can be used in conjunction with existing techniques (e.g., as an input to greylisting). SpamTracker is inherently distributed and can be easily replicated; incorporating it into existing email filtering infrastructures requires only small modifications to mail server configurations

Keywords: TCP, IP address, SpamTracker, potentially dangerous spam, innocuous spam, nigerian spam, phishing, content filtering, IP blacklist.

УДК 621.398

Сиддиков И.Х, Юнусова С.Т, Хужаназаров У.О.

Нечетко-логическое регулирование процесса сушки хлопка

В статье рассматривается моделирование нечетко-логической системы регулирования процессом сушки хлопка-сырца. Представлены задачи преодоления неопределенностей, возникающие в процессе функционирования технологических агрегатов на предприятиях хлопкоочистительной промышленности. Приведен пример решения подобной задачи путем использования искусственной нейронной сети. Разработаны математические модели на базе нейронной сети, используемые для формализации процесса сушки хлопка-сырца и определения оптимальных настроенных параметров нечетко-логического ПИД- регулятора, позволяющие учесть изменения режимов работы технологических агрегатов сушильного барабана. Предложен способ определения количества синоптических весов искусственных нейронных сетей, позволяющий минимизировать число обучений и увеличить, быстродействия выработанных управленческих решений. Для обучения весов нейронной сети использовать метод обратного распространяя ошибки. Обоснован диапазон изменения параметров регулятора, учитывающий особенности процесса сушки хлопка. В результате была использована предложенная модель в системе управления процессом сушки по показателям качества, что привело к повышению точности поддержания технологического процесса.

Ключевые слова: нейронная модель, нейронная сеть, динамическая модель объекта, сушильный барабан, процесс, ПИД- регулятор, сушка хлопка, нечетко-логический регулятор.

Введение. Одним из важнейших процессов на хлопко перерабатывающих предприятиях является процесс сушки хлопка – сырца, являющийся сложной и многокритериальной задачей, характеризуемый наличием множества числа неопределенностей, связанные с изменением сорта, влажности и сортности высушиваемого хлопка, возникающих в процессе переработки хлопка. Одним из путей решения этой задачи является использование методов теории нечетких множеств. В этом случае построение нечеткой модели основывается на формальном представлении характеристик исследуемой системы в терминах лингвистических переменных.[1.2]

В общем случае цель управления заключается в том, чтобы на основе анализа текущего состояния сушильного барабана и перерабатываемого хлопка определить значения управляющих переменных, реализация которых позволяет обеспечить желаемое поведение или состояние объекта управления.

Решение задач. В последнее время для решения такого рода задач широкое применение находят методы интеллектуального управления, в частности искусственной нейронной сети (ИНС). При построении системы

интеллектуального управления динамическими объектами, функционирующих в реальных условиях необходимо принимать во внимание наличие некоррелируемых возмущений, например сорность и влажность хлопка на объект управления, а также модельные значения параметров системы управления, отличающихся от параметров работающей системы [6.8]

Рассмотрим практическое применение искусственных нейронных сетей в качестве инверсной нейронной модели (ИНМ), используемой для управления процессом сушки хлопка сырца.

При создании инверсной модели на основе ИНС, следует учитывать то, что точность воспроизведения нейромоделью динамики объекта управления зависит от выбора входных сигналов сети, количества скрытых слоев и нейронов, которые они содержат [3.5]

Для синтеза ИНМ системы необходимо получить экспериментальные характеристики ее работы. Для этого процесс сушки как объект управления представим в виде структурной схемы с применением ПИД - подобного fuzzy - регулятора (рис. 1).

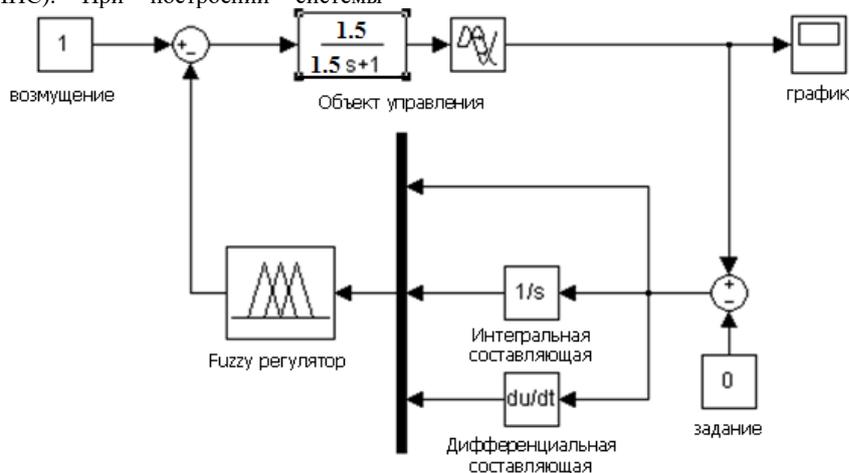


Рис.1. Модель одноконтурной системы автоматического регулирования с ПИД – подобным fuzzy – регулятора

По структурной схеме определим передаточную функцию объекта управления со свойством запаздывания:

$$W_0(s) = \frac{1.5}{1.5s + 1} \cdot e^{-st}$$

Известно, что управляющей воздействием ПИД-регулятора вычисляются по формуле:

$$U(t) = k_{\delta} \cdot \varepsilon(t) + \frac{1}{T_I} \cdot \int \varepsilon(t) dt + T_D \cdot \dot{\varepsilon}(t),$$

где k_{δ} – коэффициент усиления, T_I – время интегрирования, T_D – время дифференцирования, $\varepsilon(t)$ – сигнал ошибки

Для входных переменных регулятора рекомендуются симметричные диапазоны изменения, при этом:

$$x_1 \in \left[-\frac{1}{P}; \frac{1}{P}\right], x_2 \in \left[-\frac{1}{I}; \frac{1}{I}\right] \text{ и } x_3 \in \left[-\frac{1}{D}; \frac{1}{D}\right],$$

где:

P - пропорциональная составляющая;

I - интегральная составляющая;

D - дифференциальная составляющая.

Для выходной переменной регулятора диапазон изменения рекомендуется брать в виде $y \in [0; C]$, где верхняя граница C при единичном ступенчатом воздействии варьируется от 1.1 до 2, чтобы выходной сигнал регулятора мог компенсировать это возмущение.

По мере увеличения значения C уменьшается динамическая ошибка, но возрастают время регулирования и число колебаний переходного процесса.

Поэтому рекомендуется C принимать равным 2, когда наблюдается оптимальное соотношение между величиной динамической ошибки, времени регулирования и количеством колебаний [4.7]

Пусть диапазоны изменения переменных:

$$x1=[-0.9155;0.915], x2=[-1.163;1.163], x3=[-1;1] \text{ первоначально), } y=[0;2]$$

Более точная настройка диапазона изменения D -составляющей осуществляется методом подбора. Например, для данного объекта $[-0.16;0.16]$

График переходного процесса модели с ПИД-подобным fuzzy-регулятором представлены на рис. 2

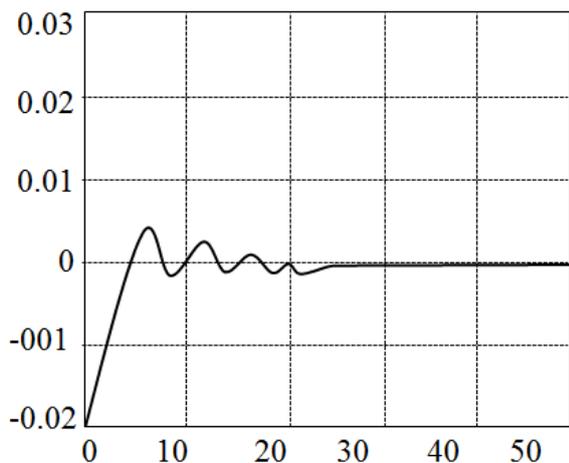


Рис. 2. График переходного процесса модели с ПИД-подобным fuzzy-регулятором

Далее осуществляется синтез МНС. для которой указывается структура создаваемой ИНС с видом активационных функций нейронов скрытого и выходную слоев.

На рис. 3 показан график изменения среднеквадратичной ошибки воспроизведения создаваемой ИНС свойств инверсной модели системы в процессе ее обучения (минимизация ошибки ИНС).

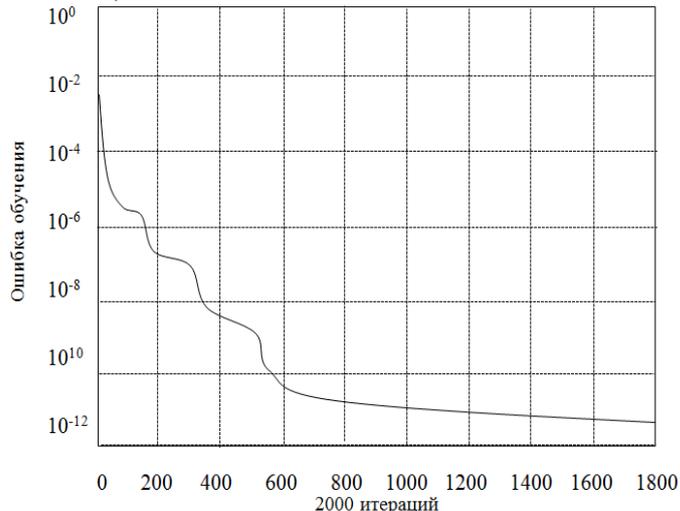


Рис. 3. График процесса обучения МНС (минимизация ошибки ИНС)

Полученную ИНС используют согласно функциональной схеме, показанной на рис.4, т.е. ее помещают в прямой канал последовательно с объектом управления - сушилкой типа СБО-10. При этом на вход ИНМ подается сигнал с выхода и сигнал ошибки отработки задания.

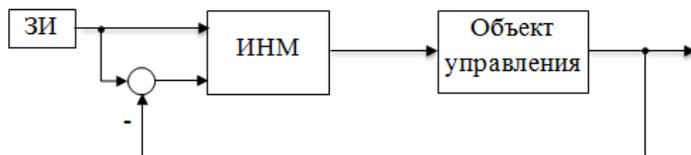


Рис. 4. Схема использования ИНМ для управления процессом сушки хлопка.

Поведение этого объекта показано на рис. 5 жирной линией:

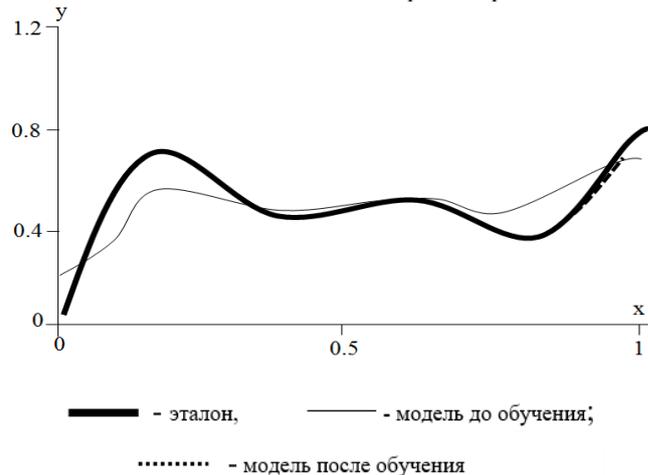


Рис 5. Модель сушилки типа СБО - 10.

Структура нейро-нечеткой сети, соответствующей рассматриваемому объекту представлена на рис. 6. Эта сеть с выбранными функциями принадлежности обеспечивает грубую аппроксимацию объекта, показанную на рис. 5 тонкой линией.

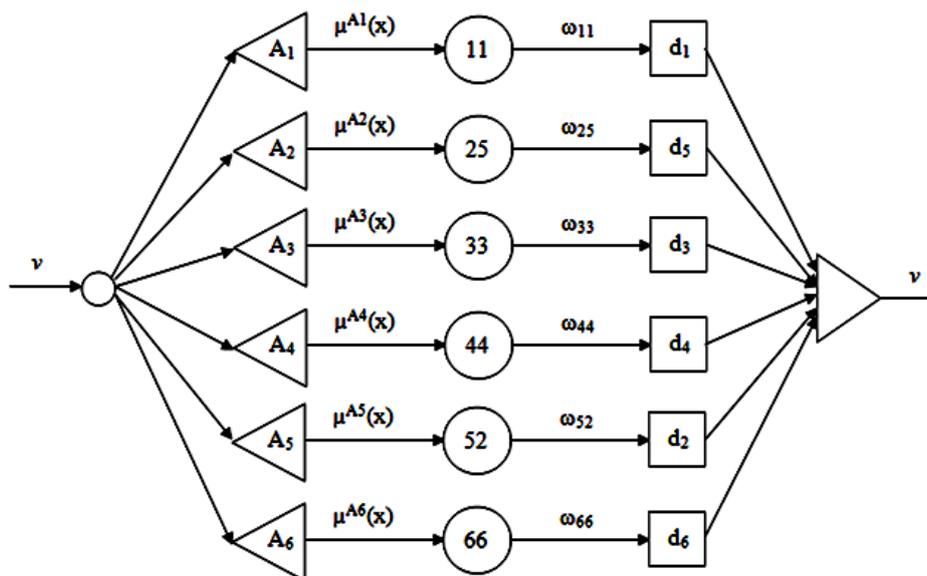


Рис. 6. Нейро-нечеткая сеть для идентификации сушилки типа СБО – 10

Результаты исследования

В результате обучения сети получена модель объекта,

которая показана на рис. 5 пунктиром. Значения настраиваемых параметров (*b, c*) функций принадлежности, а также весов нечетких правил приведены в табл.1 и 2.

Таблица 1. Параметры функций принадлежности

Термы		A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆
До обучения	b	0	0,15	0,4	0,6	0,85	1
	c	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
После обучения	b	0	0,13	0,41	0,63	0,85	1
	c	0,02	0,04	0,05	0,05	0,04	0,01

Таблица 2. Веса правил

Веса правил	W ₁₁	W ₂₅	W ₃₃	W ₄₄	W ₅₂	W ₆₆
До обучения	1	1	1	1	1	1
После обучения	0,999	0,9985	0,9988	0,9985	0,9984	0,9975

Заключение

Использование предложенной модели в системе управления процессом сушки по показателям качества, приведет к повышению точности поддержания показателей качества.

Литература

[1] Cotton: World Statistics. Bulletin of the International Cotton Advisory Committee, NY, November 2015. <http://www.ICAC.org>, <http://www.USDA.gov>

[2] Rojkov. S.A., Ternova T.I., Edinovich M.B. Problemi avtomatizovanogo rozbrakuvannya tkanin. // Problemy legkoy i tekstilnoy promyshlennosti Ukrainy, 2004. №2(9), S.204-211.

[3] Parpiev.A.R., Usmanqulov.A va boshq. Chigitli paxtani quritish,-T.;“Fan va texnologiyalar”, 2009 y.B.34-36.

[4] Zarubin V.S. Matematicheskoe modelirovanie v texnike- Moskva: izd. MVТУ, 2003 g. S. 56-60

[5] Paxta xom ashyosini quritish. Darslik Parpiev A., Axmatov- M. S., Usmonqulov A.B., Mo‘minov M, - Toshkent, “СНО‘lpon”, 2009 y. S 70-78.

[6] Sinyavskaya E.D. Analiz tochnosti raboty nechetkoy modeli i optimizatsiya ee parametrov na primere upravleniya temperaturoy v xlebopekarnoy kamere. // Materialy II Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferensii «Molodoj, nauka, innovatsii»- Groznyy, 2013.S. 95-100.

[7] Siddikov I. X., Setmetov N.U. Metodologicheskaya osnova i prinsipy sozdaniya kompyuternoy sistemy podderjki prinyatiya resheniy dlya xlopkoochistitelnyx zavodov // Problemy tekstilya. Tashkent .2008№1 S.11-14

[8] Gostev V. I. Proektirovanie nechetkix regulyatorov dlya sistem avtomaticheskogo upravleniya – SPb.: BXV – Peterburg, 2011.- 416 s.

[9] Pegat A. Nечetkoe modelirovanie i upravlenie. M.: Binom. Laboratoriya znaniy, 2009-798 s.

[10] YUnusova. S.T. Nечetkaya model upravleniya texnologicheskimi parametrami teplogeneriruyushix ustanovok.// Problemy energo - i resursoberejeniya -T.; 2017 g. № 3-4. S. 118-122

[11] Alp Yanar T., Akyurek Z., 2011 Fuzzy model tuning using simulated annealing, Expert Systems with Applications.№38:8159-8169.

[12] Mamatov A.Z. Modelirovanie texnologii sushki xlopka-syrsa s selyu povysheniya kachestvo volokna // Diss. Na soiskanie uchenoy stepeni. d.t.n. Tashkent. 1995g. S.248.

[13] Igamberdiev X.Z. Issledovanie voprosov matematicheskogo modelirovaniya i upravleniya protsessom sushki xlopka – syrса: Avtoref. dis. kand.tex.nauk. –Tashkent: 1974. -26 s.

[14] Polyakov K.A. Polyakov A.E. Reshenie zadachi optimizatsii energosberegayushix rejimov tekstilnogo oborudovaniya. // Izv. Vuzov. Texnologiya tekstilnoy promyshlennosti, 2005. -№1. – s. 124-127.

[15] Artykov R.D. Povyshenie effektivnosti protsessa podgotovki xlopka k pererabotki putem optimizatsii temperaturno rezhima sushki. // Diss. na soiskanie uchenoy stepeni kand. techn. Nauk Tashkent 1998. S.36.

[16] Karsukova A. V. Intensifikatsiya sushki xlopka-syrsa s primeneniem sushilnogo agenta vysokoy vlajnosti i temperatury: Dis. kand.tex.nauk. –Tashkent: 1984. -163s.

[17] Xolmatov D.A., YUnusova S.T. Setmetov N.U.,Xujanazarov U.O. Software tool monitoring process of processing raw cotton. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 6, Issue 2 , March 2019.

[18] S.T. YUnusova. Nechetkaya model upravleniya texnologicheskimi parametrami teplogeneriruyushix ustanovok –«Problemy energo i resursosberejeniya».-Toshkent -№ 3-4,2017 g.118-122s.

[19] YUnusova S.T. O formalizatsii kriteriya optimizatsii protsessa ochistki xlopka-syrsa ToshDTU xabarlari .2013 y . №3- ,35-40.

[20] Xolmatov D.A., Yunusova S.T. Setmetov N.U.,Xujanazarov U.O. Information and algorithmic technological monitoring system algorithmic processes processing of raw cotton. WCIS -2014., Eighth World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automatik..Toshkent .261-264bet.

Сиддиков Исомиддин Хакимович, проф. д.т.н., Ташкентский государственный технический университет, каф. «Системы обработки информации и управления»

Юнусова Сайёра Ташкенбаевна - доцент Ташкентский государственный технический университет, каф. «Системы обработки информации и управления».

Хужаназаров Улугбек Олимович - (старший преподаватель. ТашИТЛП). xujanazarov@mail.ru

Fuzzy-logic regulation of the cotton drying process.

The article deals with modeling of a fuzzy logic system for regulating the process of raw cotton drying. Problems of overcoming uncertainties are Presented that arise in the process of functioning of technological units at the enterprises of the cotton cleaning industry. An example of solving such a problem by using an artificial neural network is given. Mathematical models based on a neural network are developed that are used to formalize the process of raw cotton drying and determine the optimal configured parameters of the fuzzy logic PID controller, allowing for changes in the operating modes of technological units of the drying drum. A method for determining the number of SYNOPSIS weights of artificial neural networks is proposed, which allows minimizing the number of training sessions and increasing the speed of the developed management decisions. Training for neural network weights to use the reverse spreading error method. The range of change is justified in

Keywords: neural model, neural network, dynamic object model, drying drum, process, PID controller, cotton drying, fuzzy logic controller.

УДК 611-08

Зоҳиров Қ.Р., Шарапова Б.А.

Электромиография сигналини қайд қилишда сирт электродлари жойлашуви-нинг таҳлили

Ушбу тадқиқотнинг мақсади электромиография (ЭМГ) сигналларини қайд этишга мўлжалланган электродларнинг жойлашув ўрни бўйича сўнги йилларда олиб борилган ишлар ва келажақда қилиниши керак бўлган тадқиқотлар тўғрисида. Бунинг асосий сабаби, биосигналлар жуда кучсиз сигнал бўлганлиги учун, сезгир электродларни соҳанинг керакли нуктасига қўйиш орқали сифатли сигнални олишдир.

Мақолада сўнги йигирма йилда олиб борилган ноинвазив усулда ЭМГ сигналини олишда электродларнинг жойлашуви соҳасидаги илмий изланишлар таҳлил қилинган. Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, электроднинг ҳолати ва электродлар орасидаги масофани ҳисобга олган ҳолда ишлайдиган сигналнинг сезгирлигини таҳлил қилувчи тадқиқотлар жуда ҳам кам эканлигини алоҳида таъкидлаш зарур бўлди.

Калит сўзлар: электрод, электромиография, сенсор, биосигналлар, протез, пайлар, мушак толаси, иннервация зонаси, инсон ва компьютер алоқаси.

Сирт электромиография (СЭМГ) бу – мушакларнинг активлик фаолиятини кузатиш ва таҳлил қилиш учун ишлатиладиган усул ҳисобланади. Ушбу сигнал тана аъзоларининг протезларида, мия-компьютер интерфейсида, роботехника соҳаларида кенг қўлланилади. ЭМГ сигналини кам шовқинлар орқали йиғиш сўнги ўн йилда ривожланди.

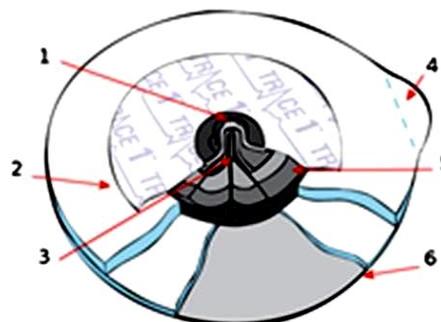
Ишда сўнги йигирма йилларда нашр қилинган мақолалар ва адабиётлардан фойдаланилган бўлиб, СЭМГ сигнали асослари ва электродларнинг жойлашуви ўрни ва усуллари бўйича фикр юритилган. Шу билан бирга СЭМГ сигналига таъсир қилувчи шовқинларнинг иннервация зоналарининг (ИЗ) тарқалиши, қўшни мушакларнинг ўзаро таъсири, электродларнинг ўлчами ва уларнинг ўрнининг аҳамияти таҳлил қилинган. Электродларни жойлаштириш ёки жойини алмаштириш СЭМГ сигналнинг вақт ва частота соҳасидаги параметрларини ўзгаришига олиб келади. Гарчи СЭМГ сигнали устида олиб борилган бир нечта тадқиқотларда электродларнинг жойлашуви ва уларнинг билак мушакларига таъсири ўрганилган бўлсада, кам сонли тадқиқотларда электродлар жойлашувининг услубий қийинчиликлари таҳлил қилинган холос. Яна баъзи тадқиқотларда электродлар мушакларнинг узунлиги ёки шакли бўйлаб тегишли нукталарга жойлаштиришнинг ўзига хос аломатлари тушунтирилган.

Мушаклар харакати таҳлил қилиш ва кузатиш учун кўплаб усуллар ва техникалар ишлаб чиқилган. Ушбу усулларга электромиография (ЭМГ) [1], механомиография электроэнцефалография киради. Сирт электромиография (СЭМГ) усули ҳозирги кунда жуда ҳам ривожланган усуллардан бири бўлиб, у қўл протезларида ҳам қўлланила бошланди [2] Шунингдек СЭМГ сигнали орқали сунъий тана аъзоларини мушак фаолияти ёрдамида назорат қилишда, инсон ва компьютер алоқаси (ИКА), мия-компьютер интерфейси (МКИ) тизимларида сигналдаги шовқинларни ажратиб олишда ва инсон харакатларини экзоскелет асосида ўрганишда [3] ҳам кенг фойдаланила бошланди. Бундан ташқари, мушак ҳужайраларининг актив бўлиш бирлиги (motor unit - MU) функцияларини ҳам аниқлай олади [4]

Электродлар: мушаклардаги биосигнал потенциалларни қайд қилиш учун тери юзасига ёпиштиладиган ёки игнали кўринишда бўлиши мумкин (1-расм).

Юза электродлари мушакнинг тўлиқ активлиги билан бир қаторда, юзлаб ҳатто минглаб нерв толаларининг таъсирлашув потенциалларини ҳам қайд эта олади, бу эса албатта керакли сигналнинг маълум даражада бузилишига олиб келади.

Игнагли электродлар орқали мушак активлигини ўлчашда игнани керакли мушакнинг ичига киритиш орқали амалга оширилади. Бу турдаги электродлар сигнални яхшироқ аниқликда олиш мумкин бўлади, аммо бундай электродлар фақат лаборатория шароитида ва тиббий мутахассислар иштирокида қўлланилади.



1-расм. Электроднинг тузилиши. метал корпус (1), пластик қоплагич (2), Ag/AgCl сенсори (3), қанот (4), электролит гели (5), ёпиштирувчи химоя плёнкаси (6)

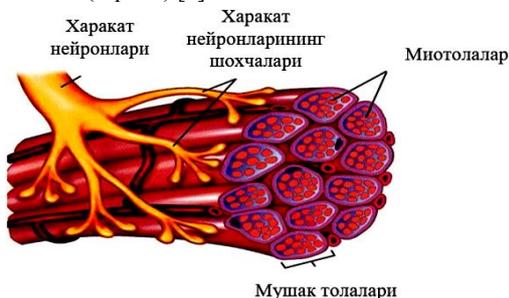
ЭМГ сигналларини инвазив ва инвазив бўлмаган усуллар орқали қайд қилиш мумкин. ЭМГ сигналларини мушаклардан тўғридан-тўғри олиш бу инвазив усул дейилади. Тери сиртига электродларни ёпиштириш орқали сигнални қайд қилиш (СЭМГ) ноинвазив усул дейилади. СЭМГ усули инвазив усулига нисбатан сезиларли афзалликларга эга, шу жумладан СЭМГ сигналини тери осон ўрнатиладиган электродлар орқали олиш субъект учун ҳам қулайликлар яратади. СЭМГ сигналнинг хақиқий кўриниши (raw signal - RS) частотаси 0-1000 Гц оралиғида ва амплитудаси 0-2 mV оралиғида бўлиши мумкин. Шу билан бирга, СЭМГ сигналнинг муҳим маълумотларини ўз ичига олган тармоқли (band) частотаси 20-500 Гц гача бўлади. RS СЭМГ сигнали жуда паст амплитудали бўлади, шунинг учун унга ҳар хил шовқинли муҳитлар тез ва осон таъсир қилиши мумкин.

Терининг қаршилиги СЭМГ сигналнинг амплитудасини пасайтиради ва шовқинни келтириб чиқариши мумкин. Шовқинлар мушак ва тери орасидаги ёғлар, томирлардаги қон оқиши каби таъсирлар эвазига ҳосил бўлади. Бундан ташқари, атроф-муҳитдан тарқалувчи шовқинлар, ёзув пайтидаги электромагнит нурланишлар, электр қувват симларидан тарқалувчи магнит майдонлар эвазига ҳам ташқи шовқинлар ҳам бўлиши мумкин. СЭМГ сигналига таъсир қилувчи асосий шовқинлар тери орасидаги тўқима қатламлари, иннервация (тарқалиш зонаси - ИЗ) зонаси, қўшни

мушакларнинг кесишиши, электродлар сони ва уларнинг ҳолати таъсирида пайдо бўлади. Электродларнинг жойлашуви СЭМГ нинг статистик ва спектрал омилининг тавсифини сезиларли даражада чалғитиши мумкин, шу билан СЭМГ ни баҳолашга таъсир қилади [5]

Мушак физиологияси

Инсон танасидаги мускулларни учта тоифага бўлиш мумкин: скелет мушаклари, юрак мушаклари, силлиқ мушаклар. Ҳар бир мушаклар турининг ўзига хос хусусиятлари мавжуд. Масалан, силлиқ мушакларни қайд қилиб бўлмайди, улар ўзи-ўзидан ишлайди, бунинг эвазига инсонларнинг баъзи аъзоларининг ихтиёрсиз кичик ҳаракатлари вужудга келади. Бундай мушаклар асосан кон томирлари ва ошқозон каби ичи бўш органларнинг деворларини ташкил этадиган тўқималардан ташкил топган. Юрак мускуллари асаб тизимидан мустақил бўлган асосий мушаклардан биридир. Улар автоматик равишда деворларда ва гисталогик базада қисқаради. Мушакларнинг энг муҳим тоифаси, инсон танасининг кўпчилик қисмини ташкил этувчи ва тўқималарнинг салмоқли қисми жойлашгани бу скелет мушаклари ҳисобланади (2-расм) [6]



-расм. Бир ҳаракат блокнинг тузилиши

Ҳар бирор ҳаракат блоки битта ҳаракат нейрони ва у ҳаракатлангирадиган мушак толаларидан иборат бўлади.

Ушбу мушак гуруҳлари суякка пай (тендон) томонидан бириккан бўлади (3-расм) [7] У юрак ва силлиқ мушаклардан фарқли ўларок, скелет мушаклари ихтиёрий мушаклар гуруҳи ҳисобланади. Инсонлар кундалик ҳаракатланиши учун скелет мушакларининг ўрни бекиёсдир, чунки бу мушакларни асаб тизими бошқаради Уларнинг таркибий бирлиги мушак толасидир. Мушак толаси мушак хужайраларидан ташкил топган. Мушак толаси цилиндрсимон шаклга эга, унинг диаметри бир неча микро метр (10-100 мкм) ни ва узунлиги бир неча миллиметрдан бир неча сантиметргача (1.5 мм – 30 см) бўлиши мумкин [9] Кўплаб мушак толалар гуруҳи мушаклардаги тўқималар билан тарқалади. Уларнинг жойлашувига қараб ҳаракатнинг йўналиши ва кучини аниқласа бўлади.



-расм. Мушак толасининг жойлашуви

Мушаклар суякка бириккан зонада пай (тендон) билан боғланади. Ҳаракатлар қўшма мушакларда ҳосил бўлади. Пай (тендон) ҳаракатни осонлаштириш учун хизмат қилади. Пай (тендон) – бу скелет мушакларининг

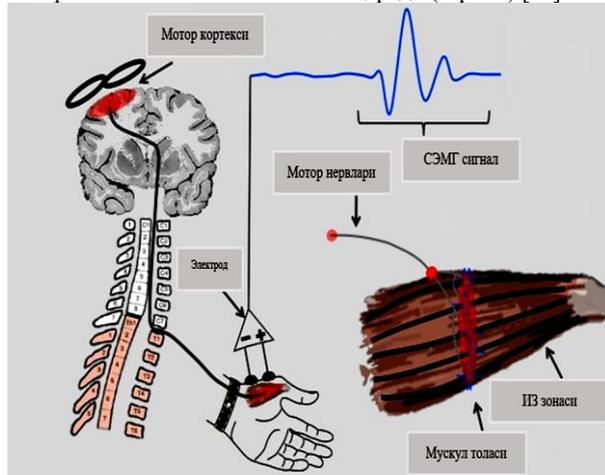
бир учини қўшма мушак билан ёки суяк билан боғлайдиган ва тарангликка бордошли кучли тармоқли тўқимадир.

У кучни узатади деб қаралади, ушбу алоқа пайларга ҳаракатлар пайтида кучларни реактив равишда модуляция қилишга имкон беради, мушакларнинг дам олганда барқарорликни таъминлайди.

Пайлар асосан оёқ ва қўлларда жойлашган. Юқори иш пайтида пайлар энергияни тежашда ва қайтаришга қодир. Масалан, одам юрганда ахиллес пайи чўзилади ва қўшма тўпик суяги кенгайди. Кейин эса тўпланган энергия оёқнинг таги эгилганида чиқарилади. Пайнинг чўзилиши мушакнинг узунлиги ўзгартиради ёки ўзгармасдан ҳаракат қилганда мушакнинг кучини оширишга имкон беради. Асаб тизими ҳар бир мускулларнинг ИЗ (innervation zone – кўзғалиш соҳаси) функцияларини бошқаради. Асаб тизимининг охириги нуқтаси (ихтиёрий мушакнинг ИЗ соҳаси) мотор блоки (МУ) деб номланади [10] МУ мотор нерв толаларидан ташкил топган, ҳар бир тола ўзининг ИЗ ларига эга бўлади.

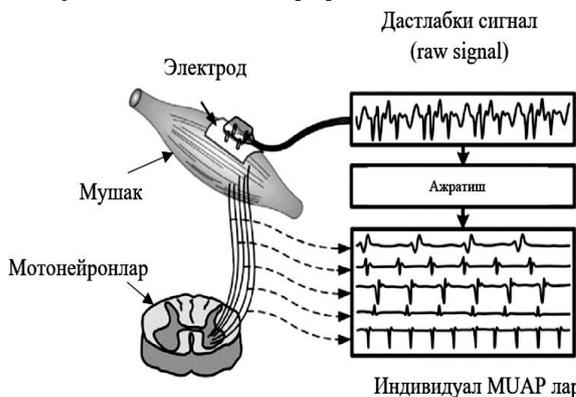
Мотор блокнинг ҳаракат поенциали (Motor unit action potential – MUAP).

Одам қўл, оёқ ёки бўйин каби тана аъзоларини ҳаракатлангирмоқчи бўлса, мианиннг бир қисми бўлган моторли контекст сигнал ишлаб чиқаради (4-расм) [11]



-расм. Мушакнинг нерв тизими орқали бошқарилиши

Ҳосил бўлган сигнални орқа мия орқали орқали маълум скелет мушакларига олиб келади. Мотор нейронлари нерв тармоғининг функционал бирлигидир. Мотор нейронлари мушак билан боғланган. Мотор нейронлари ёки мотор блоки миотолаларга бириккан. Мушак қисқаришининг кучи фаоллашган мотор блоklarининг сонига боғлиқ [11].



5-расм. Мушак толаларидан чиқувчи сигналлар

Масалан, бирор варокни столдан кўтариш учун бир нечта мотор блоклари талаб қилинади аммо қаттиқ

муковали китобни кўтариш учун кўпроқ МУ керак бўлади. МУ популяциясининг ҳажми мушакларнинг ҳажмига боғлиқ. Кичик мушаклар кичик МУ ларга эга. Баъзи майда мушакларда МУ кўрсаткичи 1:1 тенг бўлади. Камроқ назоратни талаб қиладиган уйғун ва нозик ҳаракатларни бажариш учун катта мушаклар керак. Масалан, *gluteus maximus* мушакларининг ўлчами 1:20 га тенг, бу ҳар бир МУ 20 та мушак толасининг фаоллашиши учун жавобгар дегани (5-расм).

Куч ва қувватни оширишда ушбу толалар бирлашиши керак бўлади. Аммо нозик ва кичик ҳаракатларда толаларнинг созилиши бир мунча мураккабдир.

Барча мушак толалари тахминан бир хил вақтда қисқариб бўшади [12] Бундан ташқари, агар мушак толаларининг МУ мушакнинг қисқариши учун фаоллаштирилса, толалар максимал қисқариш ҳолатида бўлади. МУ асосан мушакларнинг қисқаришини келтириб чиқарадиган миотолаларнинг функционал бирлигидир.

Юза электромиографияси

Мушакнинг қисқариши электрокимёвий жараёнга асосланган. Мушакларнинг қисқариш даражаси асаб импульсларининг частотаси билан бошқарилади.

Пулс мушак толасини фаоллаштириш учун орқа мия бўйлаб ҳаракатланади (6-расм). Натрий ва калий каналлари стимулга жавобан очилади ва шу билан асаб ва мушак толаларига кўзғалувчан мембраналарнинг фаол реакциясини бошлайди. Натрий ва калий каналларини очишда поларизация ва деполаризация қилувчи ҳаракатлар миоэлектрик сигнални келтириб чиқаради [13] Ушбу жараён мотор блокининг ҳаракат потенциали (МУАП) деб аталади (5-расм). МУАП – бу хужайралар мембранаси орқали электр потенциални тез кўпайтирадиган ва камайтирадиган миотолалардаги охириги ва энг тезкор ходиса. МУАП активланишини электродлар орқали кузатиш мумкин. СЭМГ бу – электродлардан фойдаланиб мушакларнинг электр потенциални кузатиш, тўплаш ва кузатиш услубидир.

Усул ва маълумотлар

Ушбу тахлилий мақола 1980-2017 йиллар оралиғида ўтказилган жуда кўплаб турли тадқиқотлар кўриб чиқилган ва асосан нашр этилган мақолаларда электродларнинг жойлашуви/жой алмашинувининг сигналларни қайта ишлашга таъсири, электродларнинг жойлашувини аниқлаш усуллари, шунингдек электродларнинг турли жойлардаги ўрни ҳақидаги фикрлаш келтирилган.

Электродларнинг жойлашуви

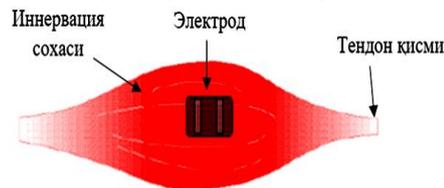
Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, электродларнинг мушак устига жойлаштирилиши СЭМГ сигналларининг спецификациясига жуда катта самарадорликни кўрсатади. Электродлар орасидаги ўзгариб турадиган масофа таъсир потенциалларига таъсир қилишини кўриш мумкин. Шу билан бирга, хужайра ичидаги ҳаракат потенциални қайд этишнинг турли вариантлари ўртасида жиддий фарқ йўқ. СЭМГ ни ёзиш пайтида сигналга жавоб ўзгариши мумкин. Шунга кўра, электроднинг юзаси микроэлектродга қараганда нисбатан бирламчи сигналга нисбатан сезгирроқдир.

СЭМГ амплитудасида электродлар жойлашувининг самарадорлиги

СЭМГ сигналнинг амплитудаси электродни жойлаштириш ёки жой алмаштиришига қараб ўзгариши мумкин. Мисол учун, Chris Jensen бошчилигидаги илмий тадқиқотчилар кўлнинг эгилиши ва букилиши пайтида *trapezius* мушагининг устига жойлаштирилган электродларнинг жойлашуви самарадорлиги ҳақида фикр билдиришган. Ушбу тадқиқотда электродларнинг силжиши натижасида сигналнинг максимал амплитудаси

пасайганлиги кўрилган [14] Яна бир тадқиқотда 22 хил мускуллар учун инвазив бўлмаган усул орқали сигналларни баҳолаш (The surface electromyography for the non-invasive assessment of muscles - SENIAM) лойихаси учун СЭМГ ўрганилаётган мушаклар устига ИЗ ва ТЗ (Tendon Zone – пай зонаси) ўртасида электродни қўйишни таклиф қилишди [15] Шу билан бирга, Сениам лойихаси билан ҳаракати учун билан мушаклари ўрганилган.

Сениам лойихасидан сўнг, Hermens ва Farina ишларида ИЗ ва ТЗ ларда электродларни жойлашуви тўғри келмайди деган хулосага келишган (6-расм).



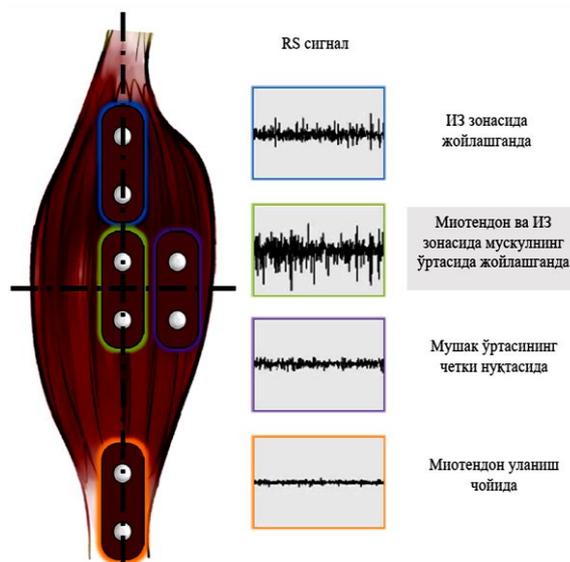
6-расм. Электроднинг идеал жойлашуви

Чунки, СЭМГ қайд қилинаётган вақтда ИЗ ҳам, ТЗ ҳам барқарор эмас. СЭМГ сигналнинг амплитудаси ва ўлчами катталиги ўртacha ректификация қилинган қиймат (АРВ), ўртacha ва оралик частота (ЎЧ ва ОЧ) сифатида хисобланади. Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, СЭМГ сигнали турли хил электродларнинг жойлашуви ва электродлараро масофалар учун турли хил амплитуда ва спектр хусусиятларининг турли қийматларига эга (7-расм)

Бир мисол, Wong бошчилигидаги илмий тадқиқотчилар турли позициядаги электродлар орқали, турли мушакларнинг СЭМГ фаолиятини ўрганиб чиқишди нормаллаштирилди ва RMS (Root mean squared) хусусият орқали амплитудалар солиштирилди. Натижалар шуни кўрсатадики, СЭМГ электроднинг майдони СЭМГ амплитудасига сезиларли таъсир кўрсатди.

СЭМГ сигналида ИЗ ва ТЗ жойлашувининг самарадорлиги

СЭМГ сигналлари электродларнинг кичик ҳолатига жуда сезгир, айниқса аниқлаш зонаси ИЗ ёки ТЗ га яқин бўлса. Нишиҳара нинг илмий тадқиқотларида ИЗ фаолияти давомида силжиганини кўрсатди [19].



-расм. Мушакда электродларнинг жойлашуви

Электродларни 15 мм силжитиш СЭМГ нинг баҳолашдаги ўзгарувчан фаркларни аниқлаш мумкин. Жорий тадқиқотларда электрод ҳолати ва ИЗ ёки ТЗ орасидаги масофанинг таъсирини ўрганиб чиқишди. Бу электродларнинг ҳолатига ва мутлақ СЭМГ амплитудалари, ўртача қувват частотасига ИЗ ва электродларнинг жойлашуви таъсир қилиши мумкин.

Ҳозирда ўтказиладиган тадқиқотлар тўлқин усулидан фойдаланиб СЭМГ ни танишда электродлар жойлашувининг алмашинувиға қараб таъсири таҳлил қилинган [20] Электродларни ИЗ да ва ундан узокроқ жойда жойлаштириш ўртасидаги фаркларни текшириш учун тўлқинли усуллар қабул қилинди. Тадқиқотлардан кўринадики, масофадан танланган дистал электрод конфигурациясидаги барча изометрик момент даражаси 2 дан 110 Гц гача частота диапазолида ИЗ орқали қабул қилинган СЭМГ сигналларига қараганда кўпроқ интенсивлик қийматларини кўрсатди.

Бироқ натижалар шуни кўрсатдики, 110 Гц частотада сезиларли фарқ йўқ. Шундай қилиб, электродни ИЗ устига жойлаштириш паст частоталарда СЭМГ сигналларига таъсир қилиши мумкин (7-расм) [21].

СЭМГ да электродларнинг турини самарадорлиги

Электродларнинг квадрат ёки думалоқ шаклдагисида СЭМГ ёзувининг натижалари сезиларли даражада ўзгартирмади [22] Шу билан бирга, ушбу тадқиқот ўртача частота ва реак-to-реак амплитуда электроднинг ички масофасига ва электроднинг жойидаги миотолаларнинг чуқурлигига боғлиқлигини кўрсатди.

Электродларнинг жойлашуви ва кесишувчи мушакларнинг таъсири туфайли сигнал бузилишини ҳисобга олган ҳолда, ўзаро таъсирлашишни камайтириш учун электроднинг жойлашуви мушакларнинг анатомиясига тўғри келиши керак [23]

Турли электродларнинг конфигурацияси, масалан, мунтазам, бўйлама, кўндаланг ва 2D мулти электродлар мушаклар кесишиш нуқтасида турли қийматлар беради. Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, 2D мулти-электродлар конфигурацияси бошқа турларга қараганда сигналларни яхшироқ қайд қила олади [24] Бундан ташқари, мулти электродлар ёрдамида хужайраларо (миотолалардан) сигналларни олишда қўшни мушаклар орасидаги 1D, 2D электродлар орқали бир-бири билан ўзаро тортишиш эффектини намоён этиди, манба хусусиятларига қараб электрод спецификацияси аниқланмаган.

1-жадвал.

Электрод жойлашуви бўйича адабиётлар шарҳи.

Манба	Йил	Мушак	IED	Жойлашуви
[22]	2002	МУ	20 mm	ИЗ дан узокроқда
[13]	1986	Frog мушаги толаси	Моно электрод	Мушакнинг охирида конус қисмида
[14]	1993	Юқори trapezius	20 mm	Ён ва ботик нуқтада
[16]	2001	Кўлнинг юқори мушаги	5-10 mm	ИЗ дан узокроқда
[24]	2003	МУ	2 ўлчовли мулти электрод	Тендонда
[18]	2006	Кўлнинг пастки мушаги	20 mm	ИЗ дан узокроқда
[25]	2007	Кўлнинг пастки мушаги	20 mm	Қайд этилмаган

[21]	2008	Кўлнинг пастки мушаги	30 mm	ИЗ дан узокроқда
[6]	2015	Кўлнинг пастки мушаги	36 mm	ИЗ ва ТХ нинг ўртасида

Бир қатор тадқиқотларда инсоннинг юриш пайтидаги СЭМГ қийматлари 2D электродлар (4*3 ўлчамли) ёрдамида қайд қилинган [25] СЭМГ энг юқори қийматга дарҳол эришди. Натижалар шуни кўрсатдики, юриш пайтида мушакларнинг СЭМГ интенсивлиги электрод ҳолатига боғлиқ бўлди. Бундаш ташқари, СЭМГ сигнални қайд қилишда электродларнинг энг яхши ҳолати ички электрод масофаси (IED) бўлиб, икки йўналишда 20мм масофада жойлашуви ўзаро тортишиш қийматларини камайтирди.

Бир нечта СЭМГ тадқиқотларида электродлар ҳолати ва ички электродлар масофасининг билан мушакларига таъсири ўрганилган бўлсада, фақат кам сонли тадқиқотларда электродлар позициясининг услубий қийинчиликлари ҳал қилинган. Баъзи тадқиқотларда электродлар мушакнинг узунлиги ёки шакли бўйлаб жойлаштирилган специфик аъломатлари келтирилган. Бундан ташқари, электродлар орасидаги масофа турли ишларда турлича бўлган (1-жадвал).

Биланнинг ҳаракатланиши билан боғлиқ бўлган, билан мушаклари учун СЭМГ сигналдан ёзиб олиш, шу жумладан электроднинг ҳолати ва электродлар орасидаги масофани ҳисобга олган ҳолда ишлайдиган сигналнинг сезгирлигини таҳлил қилувчи тадқиқотлар жуда ҳам кам.

Хулоса

Ушбу ишда келтирилган таҳлиллар СЭМГ сигналларини тез ва тоза олишда фойдаланиладиган усулларга қўллаш учун ўтказилган. Усуллар асосида шуни хулоса қилишимиз мумкинки, сифатли СЭМГ сигнални олишимиз учун мушакнинг жойлашувиға, электродларни имкон қадар иннервацион нуқтага жойлашишиға ва IED кўрсаткичининг оптимал варианты сифатида 20 мм бўлишиға эътибор қилишимиз керак бўлади. Олинган натижалар СЭМГ нинг ўзгарувчанлигини баҳолаш учун электродларнинг жойлашуви муҳим эканлигини кўрсатади. Бир нечта тадқиқотларда электродларнинг турли позицияларидан (IED бўйича) фойдаланганда, частотаси, амплитуда ва тезликларидан бир қанча фарқланишлар вужудга келишини кўриш мумкин бўлди. Ушбу иш электродларнинг жойлашуви ва IED таъсирини ўрганишга бағишланган. Шу билан бирга СЭМГ олишда ИЗ ва ТЗ соҳаларининг ўрни кўриб чиқилган.

Адабиётлар рўйхати

Эл. почта: zaxirov91@mail.ru

Zohirov Q.R., Sharapova B.A

The purpose of this study is to investigate recent work on the location of the electrodes (EMG) for recording electromy-

g The article analyzes scientific research in the field of electrode placement in non-invasive EMG signals over the past two decades. It is worth noting that there are few studies that analyze the sensitivity of the signal affecting the position of the electrode and the distance between the electrodes.

y **Keywords:** electrode, electromyography, sensor, biosignals, prostheses, ligaments, muscle fibers, zone of innervation, human and computer communication.

E
M
G
)

s
i
g
n
a
l
s

a
n
d

f
u
t
u
r
e

r
e
s
e
a
r
c
h
.

Зоҳиров Қудратжон Рафиқович
ТАТУ, докторант
Эл. почта: zaxirov91@mail.ru
Шарапова Барно Абдунабиевна
ТАТУ Қарши филиали, талаба

УДК 621.314

Siddikov I.X., Hujamatov X.E., Hasanov D.T., Reypnazarov E.N., Toshtemirov T.Q.

Telekommunikatsiya tizimlarining avtomatik boshqariluvchi quyosh energiya ta'minotini IOT modellari asosida tadqiq etish

Ushbu maqolada telekommunikatsiya tizimlari energiya ta'minotida quyosh panelini IoT asosida avtomatik boshqarish tizimi Proteus dasturiy muhitida modellashtirilgan. IoT ga asoslangan avtomatik boshqaruvchi quyosh energiya ta'minoti tizimining harakati quyosh nurining tushish burchagiga bog'liq bo'lib, quyoshning nuri quyosh paneli yuzasiga tik tushganda u o'zidan maksimal qiymatda energiya ishlab chiqadi. Shu bilan birga avtomatik boshqaruvchi quyosh energiya tizimi yuklama talabini inobatga olgan holatda quyosh nuriga nisbatan harakatlanishi tadqiqi keltirilgan.

Kalit so'zlar: avtomatik boshqariluvchi quyosh energiya tizimi, IoT, sensorlar, Proteus dasturiy muhiti

I. Kirish. Hozirgi kunda telekommunikatsiya tizimlarini uzluksiz ishlashini ta'minlashdagi asosiy muammolardan biri barqarorlik, ishonchlilik hamda turg'unlik parametrlariga bog'liq holda energiya bilan ta'minlash hisoblanadi. Yonilg'i manbalarining cheklanganligi sababli qayta tiklanuvchi energiya manbalari ustida ilmiy izlanish olib bormoqda. Telekomunikatsiya tizimlarini uzluksiz energiya bilan ta'minlashda qayta tiklanuvchi energiya ta'minot manbalaridan bo'lib quyosh energiya manbalari hisoblanadi. Quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirish usullaridan biri fotoelektrik effekt asosida quyosh nurini elektr tokiga aylantiruvchi quyosh panellardan foydalanishdir. Quyosh panellari bir nechta kichik panellarni ketma-ket hamda parallel ulash va umumiy shaklga birlashtirish orqali hosil qilinadi. Quyosh panelining samaradorligiga ta'sir qiluvchi bir nechta omillar mavjud (samaradorlik quyosh paneli hosil qilgan elektr energiyasining uning yuzasiga tushayotgan yorug'lik energiyasiga nisbati bilan aniqlanadi). Ushbu omillardan biri quyosh panelining foydali ish koefitsienti, ikkinchisi uning yuziga tushayotgan quyosh nurining intensivligi.

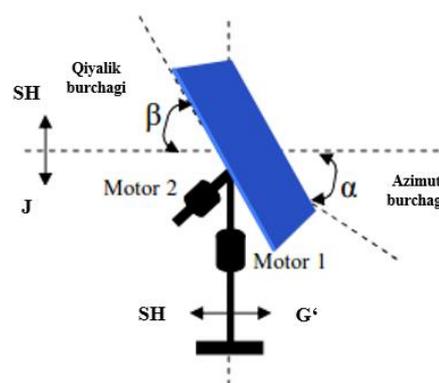
Quyosh panelining foydali ish koefitsienti qanchalik yuqori bo'lsa, uning yuzasiga tushayotgan yorug'likga mos energiya miqdori elektr energiyaga aylantiriladi. Quyosh paneli yuzasiga tushayotgan yorug'lik oqimi intensivligi qanchalik yuqori bo'lsa, quyosh paneli o'zining maksimal quvvatiga to'g'ri keladigan elektr energiyasini hosil qiladi. Quyosh nuri panelga tik tushganda, panelga tushuvchi yorug'lik intensivligi maksimal bo'ladi.

Quyosh panelining samaradorligini oshirishda uning tarkibiy tuzulishini takomillashtirish faqat 10-20% oralig'ida samaradorlikni ta'minlanmoqda. Shuning uchun quyosh paneli hosil qilayotgan quvvat miqdorini oshirish uchun panellar o'lchamini yoki uning yuzasiga tushayotgan yorug'lik intensivligini oshirish zarur. Quyosh panellari o'lchamini kengaytirish samarali yechim emas. Bu yechim quyosh paneli narxini oshiradi hamda kengroq maydonni talab etadi. Quvvat miqdorini oshirishning qulay va iqtisodiy yechimi quyosh panelining to'liq potensialidan foydalanib, undan maksimal energiya olishdir. Yuqori samaradorlikga quyosh paneli yuzasini quyoshga doimiy perpendikulyar ushlab turish orqali erishish mumkin. Buning uchun quyosh panelini yer atrofida aylanuvchi quyoshga mos boshqarish talab etiladi. [1]

II. MUAMMONING QO'YILISHI

Telekommunikatsiya tizimlarining boshqariluvchi quyosh energiya tizimi samarali energiya ishlab chiqishi quyosh nurlarining panel yuzasiga tushish burchagiga bog'liq. Quyosh panelining maksimal energiya ishlab chiqishi uchun uni quyosh

harakatiga mos avtomatik boshqaruv tizimi talab etiladi. Quyosh boshqarish tizimi mexatronik tizim hisoblanadi. U mexanik va elektr qurilmalari, axborot texnologiyasi hamda internet vositalarini (IoT) o'z ichiga oladi [2]



1-rasm. Ikki o'qli quyosh boshqaruvchi tizim strukturasi

Quyosh boshqaruv tizimi boshqarish o'qlari va yo'nalishlari bo'yicha bir biridan farq qiladi. Ular bir o'qli yoki ikki o'qli boshqarish tizimlariga ajratiladi. Bir o'qli boshqarish tizimi faqat bitta yo'nalish bo'yicha boshqaradi. Ular azimut burchagi bo'yicha qat'iy bir yo'nalish, quyoshning Sharq-G'arb yo'nalishi bo'yicha boshqaradi. Ikki o'qli boshqarish tizimi ikkita Sharq-G'arb hamda Shimol-Janub yo'nalishi bo'yicha burulish imkoniyatiga ega. Ikki o'qli quyosh boshqarish tizimi 1-rasmda tasvirlangan. Bunda a burchak quyosh panelining azimut burchagi, b uning qiyalik burchagi. Unda tasvirlangan motor 1 Sharq-G'arb yo'nalishi bo'yicha azimut burchagini o'zgartirsa, motor 2 esa Shimol-Janub yo'nalishi bo'yicha balandlik burchagini o'zgartiradi. [1]

III. ASOSIY QISM

Fotoelektrik quyosh energiya tizimi quyidagi afzalliklar tufayli istiqbolli qayta tiklanuvchi energiya ta'minoti manbaiga aylandi. Texnik xizmat ko'rsatishning afzalligi, ekologik muhitga ta'siri yo'qligi, energiya resurslariga talab yo'qligi, shu bilan birga, fotoelektrik panel energiya samaradorligining kamligi, hamda uni sotib olish va o'rnatish ko'p mablag' talab qilganligi undan kam foydalanilishga sabab bo'lmoqda [3] Bundan tashqari, fotoelektrik panelning nochiqli taqsimlanganligi hamda quyosh nurlanishi va haroratiga bog'liqligi, tadqiqotchilar uchun ushbu sohada izlanishlar olib borishi uchun yangi bosqichni ochib berdi [4, 11]

Ushbu kamchilikni oldini olish uchun fotoelektrik panelning maksimal quvvat nuqtasida ishlashini ta'minlash talab etiladi. Shu asosida fotoelektrik panelning maksimal quvvat nuqtasini aniqlashning maxsus algoritmini ishlab chiqish va uni modellashtirish yuqori samaraga erishish imkonini beradi.

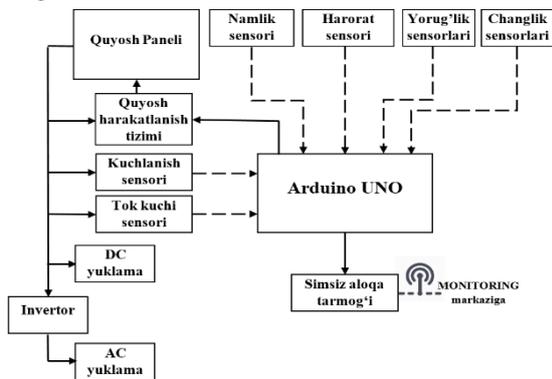
Shu sababli bir qancha izlanuvchilar fotoelektrik panelni Matlab/Simulink yoki PSIM kabi dasturiy muhitda model-lashtirgan [5, 6, 12], ammo ushbu dasturlarda biz model-lashtiradigan tizim uchun mikrokontroller, elektron qurilmalar va uskunalari mavjud emas. Proteus muhiti mikro-kontroller va elektron qurilmalarni modellashtirishda eng yaxshi dasturiy mahsulot hisoblanadi. Ushbu dastur bugungi kunda om-malashdi, bunga sabab unda algoritmi va dastur asosida ishlaydi-gan mikrokontrollerlarning barcha turi, elektr qurilmalari va o'lovchov asboblari mujassamlashgan. Undan tashqari agar biz o'z modelimiz uchun kerakli qurilmani topa olmasak, unda yangi qurilmani yaratish imkoniyati ham mavjud. Umuman olganda biz ushbu dasturda o'z modelimizni real muhitda va qurilmalarda amalga oshirishimiz zarur. [9, 13]

IV. MODELNING UMUMIY STRUKTURASI VA BOLOK SXEMASI

4.1. Avtomatik boshqaruvchi quyosh energiya tizimin-ing blok diagrammasi

IoT asosida avtomatik xarakatlanuvchi quyosh boshqaruvchi tizimining blok diagrammasi 2-rasmda ko'rsatil-gan.

Bu yerda boshqariluvchi quyosh tizimi quyosh panelini ikki o'qli boshqaruvchi motor1 (Azimut burchagi bo'yicha boshqarish) va motor2 (Qiyalik burchagi bo'yicha boshqarish) lardan hamda motorni boshqaruvchi qurilmadan tashkil topgan. Ular mikrokontrollerdan kelgan elektr signal asosida ishlaydi. Motor driver motorlarni harakatga keltiruvchi tizim. Arduino UNO dan kelayotgan elektr signal asosida motor1 va motor2 larni elektr ta'minot manbaiga elektromexanik yoki yarim o'tkazgich asosida ulab beradi.



2-rasm. Quyosh boshqaruvchi tizim va uning energiya o'lovchi blok diagrammasi

Taklif etilgan tizimda uchta LDR (yorug'lik) sensorlar o'rnatilgan. Ko'plab ikki o'qli quyosh boshqaruvchi tizimlarda to'rt yoki beshta LDR sensorlardan foydalaniladi. Natijada ular Mikrokontroller portini band qiladi, yoki mikrokontrollerlar ulardan kelayotgan signalni qayta ishlashda murakkablikka duch keladi va bu biroz ko'proq vaqt talab etadi. Quyosh yoritil-ganligini aniqlash hamda unga nisbatan perpendikulyarlikni ta'minlash uchun uchta LDR sensor yetarli hisoblanadi, ya'ni yoritilganlikni aniqlash uchun uchta LDR sensor dan kelayotgan signalning maksimal qiymatini olish yetarli bo'ladi, ya'ni:

$$L = \text{MAX} (L1, L2, L3), [\text{lux}] \quad (1)$$

Shu bilan birga ushu uchta LDR sensorlar qiymatini solishtirilib, Sharq-G'arb yonalishi bo'yicha quyosh holatini aniqlashda LDR1 va LDR2 sensorlardan kelayotgan signallar, Shimol-Janub yo'nalishi bo'yicha quyosh holatini aniqlashda esa LDR2 va LDR3 sensorlardan kelayotgan signal solishtiri-ladi, solishtirish asosida quyosh paneli harakatga keltiriladi.

S1 va S2 lar tok kuchi va kuchlanish sensorlari. Ular quy-osh paneli hosil qilgan tok kuchi va kuchlanishni aniqlaydi va Arduino UNO platasiga uzatadi.

Arduino UNO bu mikrokontrollerdan tashkil topgan boshqaruv bloki. LCD o'lovchangan qiymatlarni ko'rsatib turuvchi ekrandan iborat.

Quyosh boshqaruvchi tizimi va uning energiya o'lovchini modellashtirishda biz proteus dasturida mavjud komponentlar, elementlar, modellar hamda mikrokontrollerlardan foydala-niladi va kerakli natijalarga erishiladi.

4.2. Proteus dasturiy muhitida foydalanilgan qurilmalar:

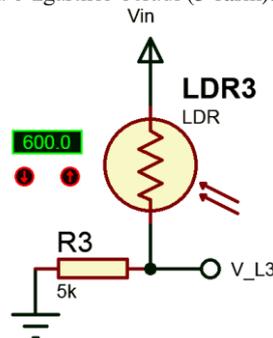
Boshqariluvchi quyosh energiya tizimi va uning energiya o'lovchini modellashtirishda quyidagi komponentlardan foyda-lanilgan: Arduino UNO, LDR sensor, kuchlanish sensor, Tok sensor, LCD displey, Quyosh paneli va servo motor. Biz quyida ularning ayrimlarini ko'rib o'tamiz.

4.3. Arduino UNO:

Soddalashtirilgan boshqaruv qurilmasi. ATmega328 turi-dagi mikrokontroller bilan integratsiyalashgan. Ushbu qurilman-ing narxi kam, kichik o'lovchamga ega, hamda murakkab boshqaruv tizimlarida qo'llaniladi.

4.4. LDR yorug'lik sensori modellari:

Yorug'lik sensorlari fotoelektrik qurilma bo'lib ko'zga ko'rinmaydigan yoki infraqizil yorug'lik energiyasi (foton-lar)ni elektr signalga o'zgartirib beradi (3-rasm).



3-rasm. Proteus muhitidagi LDR yorug'lik sensori

Yorug'lik sensori sifatida LDR sensor dan kuchlanish taqsimlagichning bir qismi sifatida foydalaniladi.

3-rasmda ko'rsatilgan sxema asosida R3 seriyali qarshilikda kuchlanishning pasayish miqdori, yorug'likka bog'liq bo'lgan qarshilik (LDR)ning qarshilik miqdori bilan aniqlanadi. Shu kabi turli qiymatdagi kuchlanish hosil qiluvchi zanjirlar "Potensial taqsimlovchi" yoki kuchlanishni taqsim-lovchi tarmoq deb ataladi.

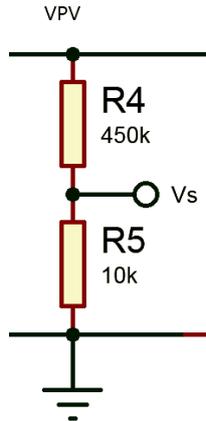
Ma'lumki, o'zgarimas (R3) va LDR qarshilik orqali tar-moqlangan zanjirda kuchlanish ular o'rtasida taqsimlanadi. Bunda chiqish kuchlanishi V_{Chiq} ning qiymati LDR qarshilikka tushayotgan yorug'lik intensivligiga mos o'zgaradi. Bunda LDR qarshilik (R_{LDR})ning qiymati unga tushayotgan yorug'lik intensivligiga qarab 100Ω dan (absolyut yorug'lik) $10M\Omega$ ga-cha (absolyut qorong'ulik) oraliqda o'zgaradi. LDR qarshilikning o'zgarishi natijasida chiqish kuchlanishi V_{out} ning miqdori (A4 portga ulangan) quyidagi formula asosida aniqlanadi:

$$V_{\text{Chiq}} = V_{\text{kir}} * (R3/(R_{\text{LDR}}+R3)) \quad (3)$$

4.5. Kuchlanish sensori modeli

Kuchlanish sensori yuqori kuchlanishni past kuchlanishga-cha o'zgartirish uchun xizmat qiladi. Ushbu sensor dan foto-elektrik quyosh paneli kuchlanishini [0, 5] V oralig'ida ka-maytirib, Arduino portiga uzatish uchun foydalanilgan. Arduino

qurilmasi maksimum 5V gacha kuchlanishni qabul qila oladi [7], shuning uchun 4-rasmda ko'rsatilgan kuchlanish taqsimlovchi zanjirdan foydalaniladi (4-rasm).



4-rasm. Proteus muhitidagi kuchlanish sensori

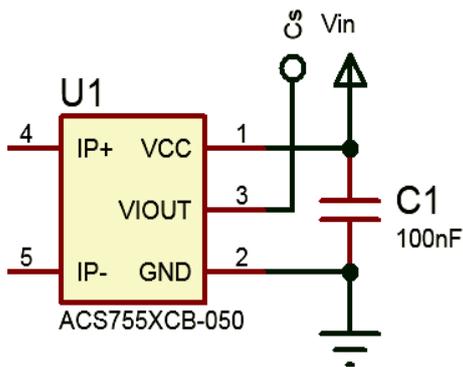
Bu sxemada kuchlanish sensordan chiquvchi kuchlanish (V_s) quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$V_s = (R_4 / (R_4 + R_5)) * V_{PV} \quad (2)$$

bu yerda: V_{PV} – quyosh panel hosil qilayotgan kuchlanish. Ushbu formula mikrokontrollerga yoziladigan dasturda ko'rsatilishi zarur.

4.6. Tok kuchi sensori modeli:

Ushbu modelda ACS755 sensoridan foydalanilgan va u Hall effekti asosida ishlaydi (5-rasm).

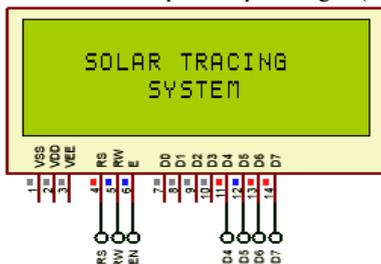


5-rasm. Proteus muhitidagi ACS755 tok kuchi sensori

Hall effekti sensori zanjirda oqib o'tayotgan tok kuchi hosil qilgan magnit maydon asosida kuchlanish qiymatini o'zgartiruvchi qurilma hisoblanadi. Hall effekti odatda masofani o'zgartirish, holatni aniqlash, tezlikni hisoblash hamda sensorli qurilmalarda foydalaniladi. [8]

4.7. LCD ekran:

LCD ekran hisoblangan fotoelektrik panelning kuchlanishini, tok kuchini, uning quvvatini hamda yorug'lik intensivligini ko'rsatib turish maqsadida qo'llanilgan (6-rasm).



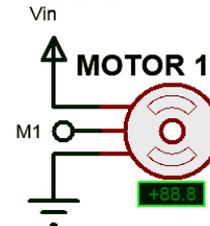
Rasm.6. Proteus muhitidagi 20x4 LCD ekran

4.8. Quyosh paneli modeli:

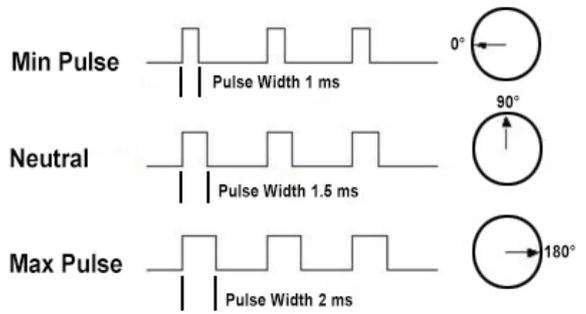
Quyosh paneli fotoelektrik modul hisoblanib, u Quyoshdan kelayotgan yorug'lik (foton) energiyasini fotoelektrik effekt asosida elektr energiyasiga o'zgartirib beradi. Koppina fotoelektrik modullarda silicon yupqa qatlamli bo'laklaridan foydalaniladi. Biz ushbu tizimni modellashtirishda Proteusda mavjud fotoelektrik paneldan foydalaniladi.

4.9. Servo motor modeli:

Servo motor - bu kodlangan signalni yuborish orqali chiqish o'qini ma'lum burchak holatiga o'tkazish mumkin bo'lgan motorlarning bir turi. Servo motor unga uzatilayotgan kodning qiymati o'zgartirilsa chiqish o'qining holatini saqlaydi. Agar kodlangan signal o'zgartirilsa chiqish valining burchagi unga mos o'zgaradi (7-rasm). [10]



7-rasm. Proteus muhitidagi servo motor



8-rasm. Servo motor holatini boshqarishning turli impulslari

Servo motorlar turli kenglikdagi elektr signallarni yoki PWM (pulse width modulation – impuls kenglikli modulyatsiya) signallarni simlar yordamida uzatish orqali boshqariladi. Bunda minimal impuls, maksimal impuls hamda ularning takrorlanish darajalari mavjud. Servo motor ikki yo'nalishda faqat 90° gacha buriladi, umumiy burulish burchagi 180° ni tashkil etadi. Motorga uzatilgan PWM signal chiqish o'qining holatini aniqlaydi va boshqaruv simlari orqali yuborilgan pulsning davomiyligiga asoslanib, chiqish o'qi kerakli yo'nalish va burchakka buriladi. Servo motor har 20 millisekund (ms)da impuls kengligini tekshirib turadi, impulsning kengligi servo motor nechchi gradusga burulishini belgilab beradi. Misol uchun, 1.5 msli impuls servo motor chiqish o'qini 90° gradusga o'zgartiradi. Impuls kengligi 1.5 msdan kam bo'lsa, chiqish o'qi soat miliga qarama-qarshi yo'nalishda 90° dan 0° gacha oraliqda o'zgarishi mumkin. **pulse will make the motor turn to the 90° position**, hamda impuls kengligi 1.5 msdan katta bo'lganda, chiqish o'qi soat mili yo'nalishda 0° dan 180° gacha oraliqda o'zgaradi (8-rasm). [10]

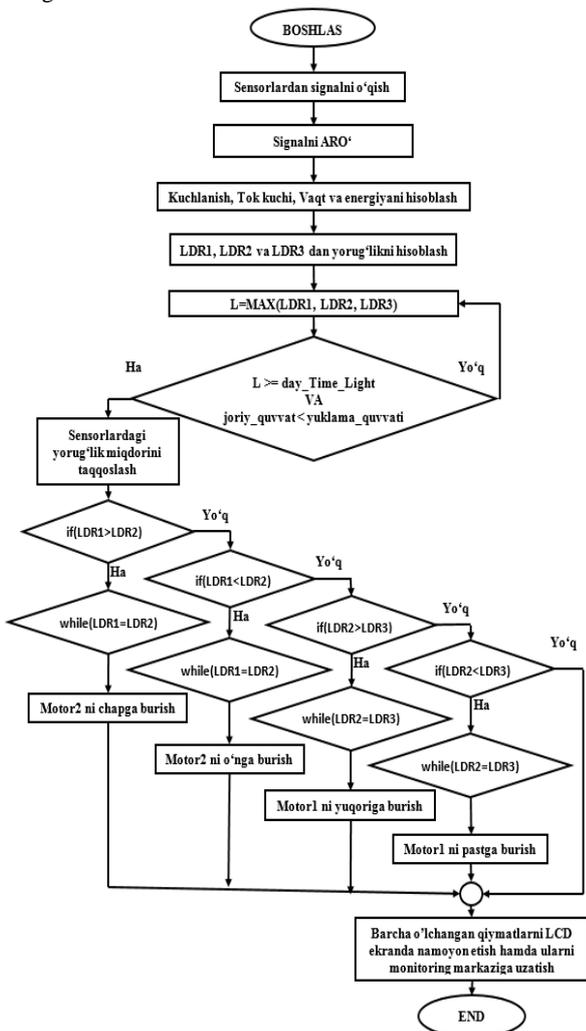
V. QUYOSH BOSHQARUV TIZIMINING ISHLASH ALGORITMI VA UNING MODELII

5.1. Quyosh paneli boshqaruv tizimining algoritmi

Quyosh boshqarish tizimini modellashtirishda, uning boshqaruv tizimi sifatida Arduino UNO ga integratsiyalashgan atmega328 mikrokontrolleridan foydalanganmiz.

Unga o'rnatilgan dastur kodi quyida ko'rsatilgan algoritm(blok sxema asosida) yoziladi. Sensorlardan analog signal o'qiladi va raqamli signalga o'zgartiriladi. Ushbu signallar asosida kuchlanish, tok kuchi hamda yoritilganlik qiymatlar hisoblanadi. LDR sensorlardan kelayotgan

yoritilganlik hisoblanadi va solishtiriladi. Qaysi birining qiymati yuqori bo'lsa, bu qiymat yoritilganlikka tenglashtiriladi.



9-rasm. Quyosh paneli boshqarish tizimi dastur kodining blok diagrammasi

Quyosh boshqaruvchi tizimi quyidagi parametrlarni inobatga olgan holda panelni harakatga keltirishi mumkin: agar yoritilganlik quyoshli kunning minimum qiymatiga teng yoki undan katta bo'lsa va quyosh paneli ishlab chiqayotgan quvvat yuklama quvvatiga teng yoki undan kichik bo'lsa.

Ikkita parametr o'zaro mos kelsa quyosh paneli quyosh yo'nalishi bo'yicha boshqaradi. O'lgan barcha qiymatlar va quyosh panelining holati LCD displeyda ko'rinadi hamda ma'lumot ko'rinishida simsiz tarmoq orqali monitoring markaziga doimiy uzatib turiladi (9-rasm).

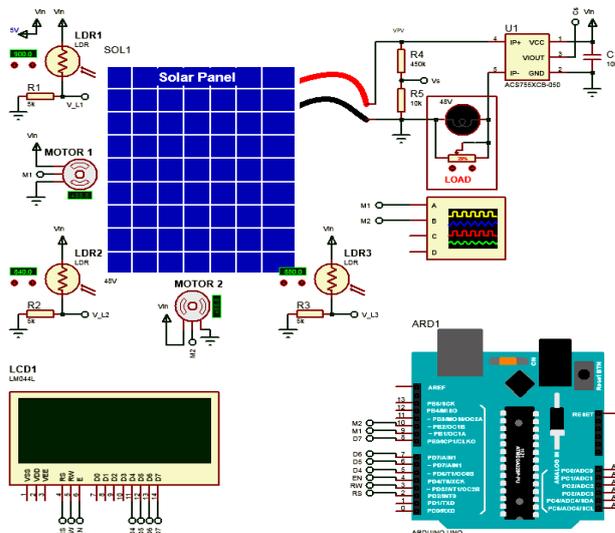
5.2. Quyosh boshqaruv tizimi tadqiqotlari

Avtomatik quyosh boshqarish tizimini modellashtirish uchun Proteus dasturi muhitidan foydalanildi va uning yig'ilgan sxemasi 10-rasmda ko'rsatilgan.

Tizim yoritilganlik miqdori va yuklama talab qiladigan quvvatga nisbatan harakatga keladi. Tizimda quyoshli kunning minimal yoritilganligi 3000 lux, quyosh panelining naminal (maximal) quvvati 1000W (o'zgartirish imkoniyati mavjud). Agar yoritilganlik 3000 lux dan kichik, hamda yuklama quvvati quyosh paneli ishlab chiqayotgan quvvatdan katta bo'lsa quyosh paneli boshqarmaydi.

Tizimning ishlash holati tasvirlangan. Bunda LDR sensorlarga tushayotgan yorug'lik turli xil ammo yoritilganlik kichik (bulutli kun yoki tun, bunda yorug'lik teng taqsimlanadi), hamda

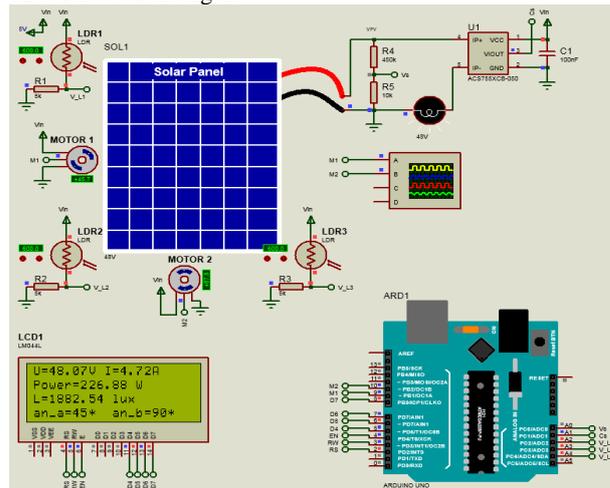
yuklama talab qilayotgan quvvat kam bo'lganligi sababli quyosh panelini boshqaruvchi motor1 va motor2 lar harakatsiz holati 11-rasmda berilgan.



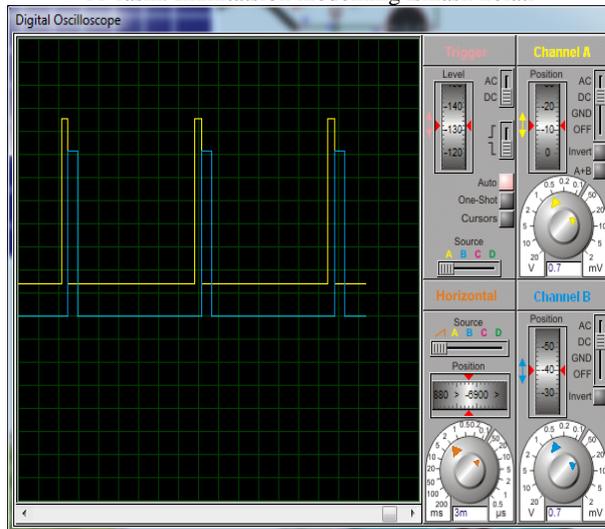
10-rasm. Immitatsion model sxemasining Proteusdagi umumiy ko'rinishi

Buruvchi motorlarga uzatilayotgan PWM signal grafiglari

12-rasmda tasvirlangan.



11-rasm. Immitatsion modelning ishlash holati

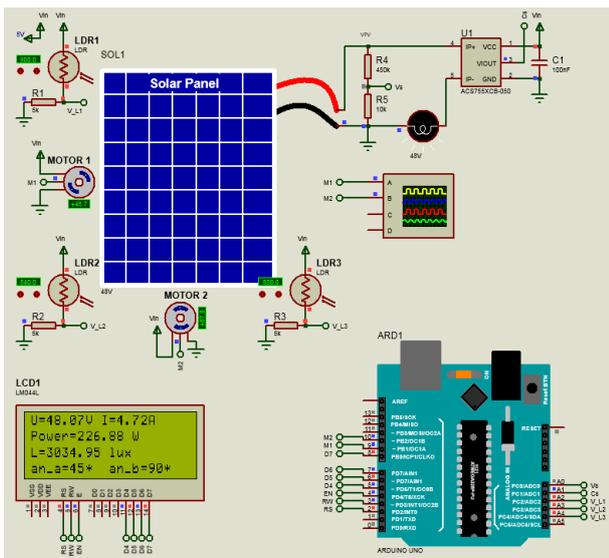


12-rasm. Servo motorlarga uzatilayotgan PWM signal grafigi

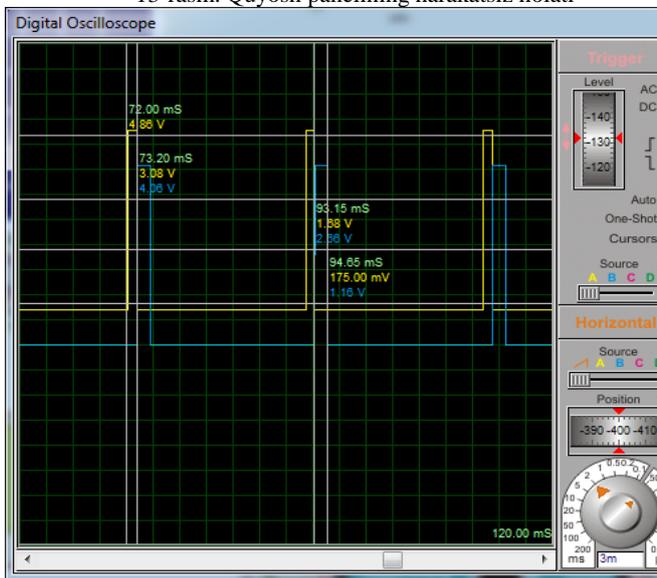
Yoritilganlik yetarli darajada (quyoshli kun) hamda LDR sensorlarga tushayotgan yorug'lik turlicha (quyosh paneli quyoshga perpendikulyar emas). Ammo bu holatda ham quyosh paneli boshqarmaydi. Chunki quyosh paneli shu holatda ham yuklamani yetarli quvvat bilan taminlamoqda (13- rasm).

LCD da ko'rinib turgan an_a azimut burchagi, an_b qiya-lik burchagi (boshlang'ich holatda $an_a=45^\circ$, $an_b=90^\circ$).

Servo motorning PWM signal kengligi ko'rsatilgan. MOTOR1 ning PWM signali kengligi (73.20–72.00 ms) 1.20 ms ni tashkil qilgan. Shuning uchun MOTOR1 45° burchakgacha buriladi. MOTOR2 ning PWM signali kengligi (94.65–93.15 ms) 1.5 ms ni tashkil qilgan. Shu sababli u 90° burchakgacha buriladi (14-rasm).



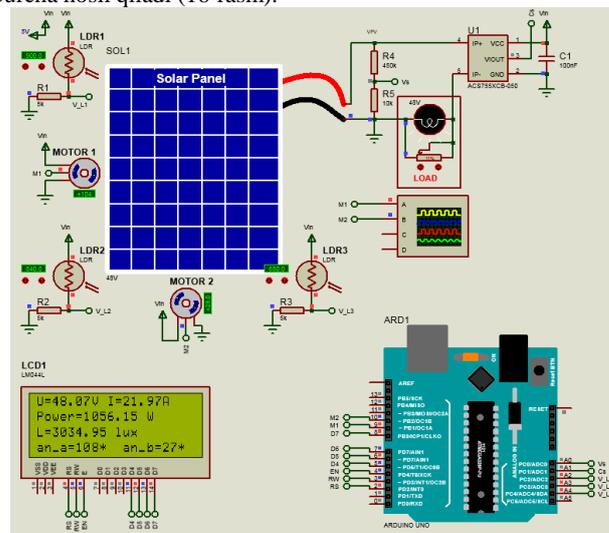
13-rasm. Quyosh panelining harakatsiz holati



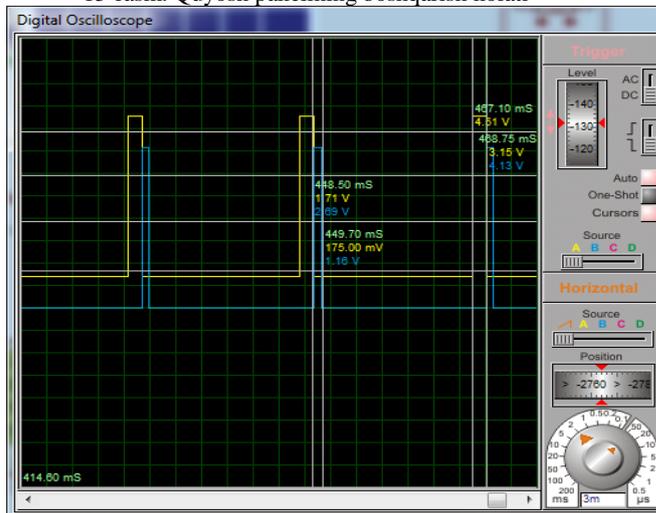
14-rasm. Servo motorlarga uzatilayotgan 1.20 va 1.5 msl PWM signal grafigi

Quyosh paneli ikki o'qli boshqarmoqda. Bunda yoritilganlik yetarli darajada (quyoshli kun yoki $L \geq 3000$ lux), LDR sensorlarga tushayotgan yorug'lik miqdori har xil (quyosh paneli quyoshga perpendikulyar emas), ammo quyosh paneli yuklamani yetarli quvvat bilan taminlay olmayapti (joriy quvvat < yuklama quvvati). Shu sababli quyosh paneli quyosh holatiga perpendikulyar bo'lguncha boshqaradi (15-rasm).

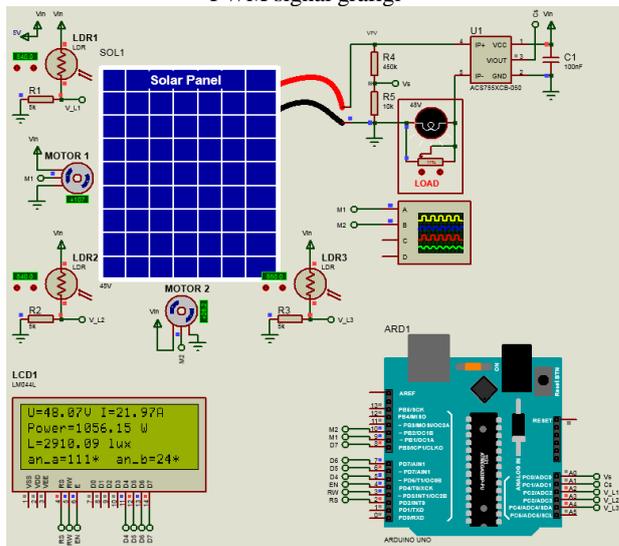
MOTOR1 ning PWM signal kengligi (468.75–467.10 ms) 1.65 ms va shu holatda 108° burcha hosil qildi. MOTOR2 ning PWM signal kengligi esa (449.70–48.50 ms) 1.20 ms va u 27° burcha hosil qiladi (16-rasm).



15-rasm. Quyosh panelining boshqarish holati

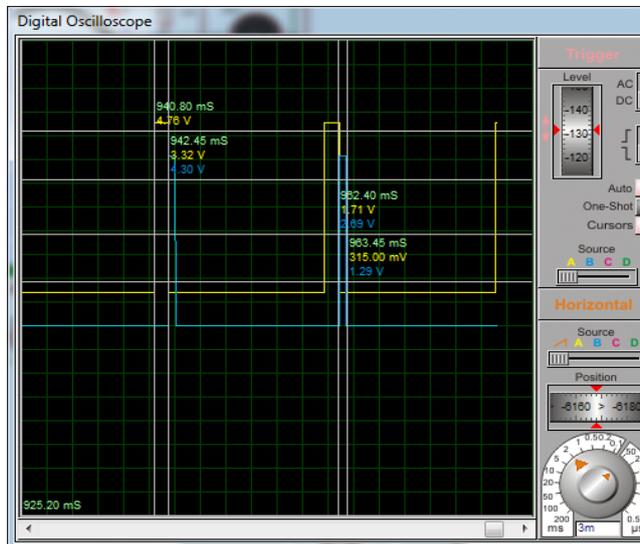


16-rasm. Servo motorlarga uzatilayotgan 1.65 va 1.20 msl PWM signal grafigi



17-rasm. Quyosh panelining harakatsiz holati

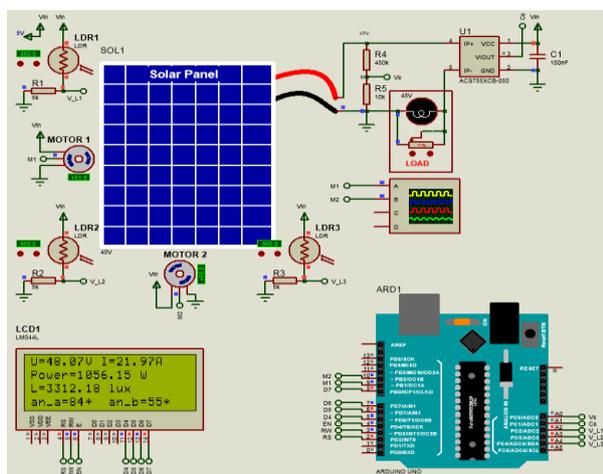
LCD da hosil bo'layotgan qiymatlardan ko'rinib turganidek, yuklama quvvati quyosh panelining maksimal quvvatidan yuqori, ammo yoritilganlik yetarli darajada bo'lmaganligi sababli (bulutli kun yoki tun, bunda yorug'lik teng taqsimlanadi) quyosh panelini boshqarish hech qanday samara bermaydi, aksincha uni boshqarish uchun yana qo'shimcha energiya talab etiladi (17-rasm).



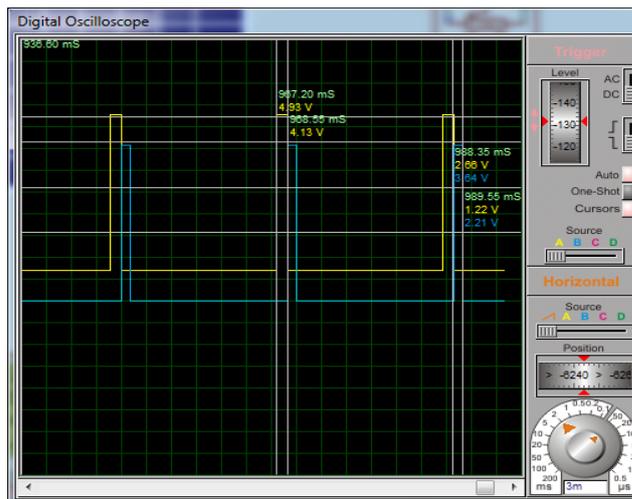
18-rasm. Servo motorlarga uzatilayotgan 1.65 va 1.05 msli PWM signal grafigi

MOTOR1 ning PWM signal kengligi (942.45–940.80 ms) 1.65 ms va 111° burchakka burilgan. MOTOR2 ning PWM signal kengligi esa (963.45–962.40 ms) 1.05 ms va u 24° burchakka burilgan (18-rasm). Yoritilganlik yetarli darajada (quyoshli kun yoki $L \geq 3000$ lux), yuklama quvvati yuqori (joriy quvvat < yuklama quvvati), ammo quyosh paneli boshqarmayapti. Chunki barcha LDR sensorlarga tushayotgan yorug'lik miqdori bir xil, ya'ni quyosh paneli quyoshga nisbatan perpendikulyar holatda turibdi (19-rasm).

MOTOR1 ning PWM signal kengligi (968.55–967.20 ms) 1.35 ms va u 84° burchakka burilgan holatda turibdi. MOTOR2 ning PWM signal kengligi (989.55–988.35 ms) 1.20 ms va bu burchak 24° (20-rasm).



19-rasm. LDR sensorlarga tushayotgan yoritilganlik miqdori bir xil bo'lgan holat



20-rasm. Servo motorlarga uzatilayotgan 1.35 va 1.20 msli PWM signal grafigi

VI. XULOSA

Proteus muhiti elektr manbalarni modellashtirishda hamda ularni avtomatlashtirishda qulay muhit hisoblanadi. Maqolada boshqaruvchi quyosh panellarini proteus muhitida modellashtirish jarayonini ko'rib chiqildi.

Ikki o'qli quyosh boshqaruvchi tizimini real obyektlarda sinovdan o'tkazish va kerakli natijalarga erishish uchun ko'p vaqt va mablag' talab etiladi. Biz ushbu tizimni proteus muhitida modellashtirish jarayonida detallarni o'zaro bog'lash hamda uning dasturini yozish jarayonida bir necha marotaba xatoliklarga duch keldik. Ammo bu muhit virtual bo'lganligi sababli xatoliklarni oson to'g'riladik va yuqorida ko'rinib turgan natijalarga erishildi.

VII. KEYINGI ISHDA

Quyosh boshqaruvchi tizimini tadqiq qilish asosida kerakli natijalarga erishildi. Lekin quyosh energiya tizimi bir emas bir qancha hududlarda joylashganligi sababli ularni masofadan turib monitoring qilish hamda zarurat bo'lganda ularni masofadan boshqarish talab etiladi.

Keyingi ishlarda IoT texnologiyasi asosida (sensorlar, mikrokontroller, aktivator, aqilli hisoblagichlar) telekommunikatsiya tizimlari gibrid energiya ta'minoti manbalarining boshqaruv tizimini tashkil qilish bilan birga, energiya manbaini doimiy monitoring qilish, energiyani tejash va masofadan turib turli vazifalarni bajarish, masalan, nosoz holga kelgan jihozni tarmoqdan uzish yoki qo'shish, avariya xolatlarida tegishli idoralarga o'z vaqtida xabar berish, energiya resursi tugab qolganida qurilmalarni eng kam energiya sarflash holatiga o'tkazish rejalashtirilgan.

Adabiyotlar

[1] И.Х.Сиддиков, Х.Э.Хужаматов, Д.Т.Хасанов, Ш.Б. Олимова. “Телекоммуникация тизимлари гибрид энергия таъминоти манбаларини масофали мониторинг ва бoшқаруви”, “Muhammad al-Xorazmiy avlodlari” ilmiy-amaliy va axborot-tahliliy jurnal. - №3(9), 2019. -C. 55-59.

[2] S. Seme, G. Stumberger, and J. Vorsic, “Maximum efficiency trajectories of a two-axis sun tracking system determined considering tracking system consumption”, *IEEE Trans. On Power Electronics*, Vol. 26, No. 4, April 2011. pp. 1280-1290.

[3] Saad Motahhir, el ghizal Abdelaziz, Abdelilah Chalh, Aziz Derouich, “Modeling of Photovoltaic Panel by using Proteus”, Article in Journal of Engineering Science and Technology Review, June 2017

[4] Hohm, D.P., Ropp, M.E., "Comparative study of maximum power point tracking algorithms", *PROGRESS IN PHOTOVOLTAICS*, Vol. 11, No. 1, pp. 47-62, 2003

[5] H. Patel and V. Agarwal, "MATLAB-based modeling to study the effects of partial shading on PV array characteristics", *IEEE Transaction Energy Conversion.*, Vol. 23, No. 1, pp. 302-310, 2008.

[6] И.Х.Сиддиков, Х.Э.Хужаматов, Н.Ю.Амурова, Д.Т.Хасанов "Моделирование и исследование интеллектуально-адаптивных электрических сетей", "*Muhammad al-Xorazmiy avlodlari*" *ilmiy-amaliy va axborot-tahliliy jurnal.* - №2(8), 2019. -С. 105-107.

[7] И.Х.Сиддиков, Х.Э.Хужаматов, М.Т.Мақсудов, Г.Э.Саидова, М.А.Анарбаев "Телекоммуникация ва ахборот коммуникаци технологиялари объектлари ва курилмаларининг энергия манбаларини мониторинг ва бошқаруви", "*Muhammad al-Xorazmiy avlodlari*" *ilmiy-amaliy va axborot-tahliliy jurnal.* - №3(9), 2019. -С. 106-109.

[8] R. Nagalakshmi, B. Kishore Babu, D. Prashanth, "Design and Development of a Remote Monitoring and Maintenance of Solar Plant Supervisory System", *International Journal Of Engineering And Computer Science*, Volume 3, Issue 12, December 2014.

[9] "Research and Modelling Adaptive Management of Hybrid Power Supply Systems for Object Telecommunications based on IoT", *International Conference on Information Science and Communications Technologies ICISCT 2019*, Tashkent, Uzbekistan - 2019.

[10] Khujamatov Kh.E., Khasanov D.T., Reypnazarov E.N. "Modeling and Research of Automatic Sun Tracking System on the bases of IoT and Arduino UNO", *International Conference on Information Science and Communications Technologies ICISCT 2019*, Tashkent, Uzbekistan - 2019.

[11] Хужаматов Х.Э. "Телекоммуникация объектларини барқарор электр энергияси билан таъминлашда автоном куёш электр станциясини қўллаш", *ТАТУ хабарлари*" *ilmiy-texnika va axborot-tahliliy jurnal.* - №4(40), 2016. -Б. 22-31.

[12] Siddikov I.Kh., Sattarov Kh.A., Khujamatov Kh.E., Dekhkonov O.R. "Modeling the processes in magnetic circuits of electromagnetic transducers" *International Conference on Information Science and Communications Technologies ICISCT 2016*, Tashkent, Uzbekistan - 2016.

[13] И.Х. Сиддиков, Х.Э. Хужаматов, Г.С. Рахмонова. "Управляемые гибридные источники электроснабжения для объектов телекоммуникации" *«Потенциал интеллектуально одаренной молодежи: развитию науки и образованию» Материалы VI*

Международного научного форума молодых ученых, студентов и школьников. Астрахань - 2017. -С. 121-123

Сиддиков Илхомжон Хакимович

Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети Энергия таъминлаш тизимлари кафедраси мудири т.ф.д., профессор

Эл. почта: ikhsiddikov@mail.ru

Хужаматов Халимжон Эргашевич

Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети Маълумот узатиш тизимлари кафедраси мудири, PhD

Эл. почта: kh.khujamatov@tuit.uz

Хасанов Достон Тўраевич

Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети таянч докторанти

Эл. почта: dhasanov0992@gmail.com

Рейпназаров Ерназар Нуржамиевич

Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети Маълумот узатиш тизимлари кафедраси ассистенти

Эл. почта: reypnazarOvernazar@gmail.com

Тоштемиров Темирбек Қодиржон ўғли.

Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети Маълумот узатиш тизимлари кафедраси ассистенти

Эл. почта: -

Siddikov I.Kh., Khujamatov Kh.E., Khasanov D.T., Reypnazarov Y.N., Toshtemirov T.Q.

Research Automatic Controllable of Solar Power Supply of Telecommunication Systems Based on IoT Models

In the article materials of modeling in Proteus software of automatic Sun controlling system of power supply for telecommunication systems based IoT is given. IoT based automatic Sun controlling systems depend on the angle of descent of the sun's rays on the surface of the active energy is described, and when the sun's rays get perpendicular to the surface of the solar panel, it produces the maximum amount of energy. The Automatic Sun Controllable System moving in relation to solar radiation, is researched by taking into account the load requirements.

Key words: automatic controllable solar energy system, IoT, sensors, Proteus software environment.

Абдурахманов Р.П., Тожиева Ф.К.

Моделирование узла доступа мультисервисной сети с учетом самоподобия входящего трафика

Данная статья посвящена моделированию узла доступа мультисервисной сети на базе all – IP с учетом входящего трафика. Исследование вероятностно-временных характеристик узла доступа мультисервисной сети осуществлялось при помощи имитационного моделирования. Моделирование узла доступа проводилось при помощи информационной системы OPNET, которая является лидером рынка инструментов моделирования информационных систем и представляет собой мощный программный пакет, дающий возможность имитационного моделирования сетей любого масштаба и любых топологий и позволяющий заранее задавать алгоритмы управления потоками и маршрутизации, реализуются современные технологий передачи данных, и.т.д.

Ключевые слова: оптимизация сетей, дисциплины обслуживания, входящий поток, разнородный трафик, информационные системы, модель узла доступа, параметр Херста, самоподобие трафика, задержка пакетов, нагрузка, перегрузка.

В контексте решения вопросов, связанных проектированием мультисервисных сетей особая роль отводится моделированию. При рассмотрении различных стратегий перехода к ССП (сетей следующего поколения) помимо экономических аспектов, как было рассмотрено в предыдущей главе, также крайне важно заранее спрогнозировать: удовлетворит ли строящаяся сеть требованиям к качеству обслуживания, надежности, информационной безопасности, и т.д.

Моделирование представляет собой мощный метод научного познания, при использовании которого исследуемый объект заменяется более простым объектом, называемым моделью. Основными разновидностями процесса моделирования можно считать его два вида – математическое и физическое (натурное). При физическом моделировании исследуемая система заменяется соответствующей ей другой материальной системой, которая и воспроизводит свойства и событий исследуемой системы. Примером может служить малая пилотная сеть для изучения возможности построения сети на основе тех или иных компьютеров, коммуникационных устройств, ОС (операционная система) и приложений. Возможности физического моделирования довольно ограничены, т. к. оно связано не только с большими усилиями и временными затратами, но и с немалыми финансовыми затратами.

Поэтому, при оптимизации сетей во многих случаях предпочтительным оказывается использование математического моделирования. Математическая модель представляет собой совокупность соотношений (формул, уравнений, неравенств, логических условий) определяющих функционирование системы. Моделирование, манипулирующее такой совокупностью соотношений известно как аналитическое.

К сожалению, до сегодняшнего дня так и не удалось создать точные аналитические модели, способные описать разнородный трафик мультисервисной сети. Усугубляется данная проблема и тем, что мультисервисные сети передачи данных (вне зависимости от своего масштаба) представляют собой гетерогенное слияние как различных технологий обработки и передачи информации, так и аппаратно - программных средств различных производителей. Особым классом математических моделей являются имитационные модели. Такие модели представляют собой компьютерную программу, которая шаг за шагом воспроизводит события, происходящие в реальной системе.

При имитационном моделировании не требуется приобретать дорогостоящее оборудование – его работы имитируются программой, достаточно точно воспроизводящей все основные особенности и параметры такого оборудования.

На сегодняшний день, имитационное моделирование рассматривается как эффективнейший метод проектирования и оценки характеристик производительности сетей любых масштабов. В настоящее время лидером рынка инструментов моделирования информационных систем является ряд программных продуктов группы OPNET (Modeler, IT Guru, и др.) американской компании MIL3. OPNET представляет собой мощный программный пакет, дающий возможность имитационного моделирования сетей любого масштаба (LAN, MAN, WAN, GAN) и любых топологий и, позволяющий заранее задавать алгоритмы управления потоками и маршрутизации, реализуются современные технологий передачи данных.

Бесспорным преимуществом системы моделирования OPNET заключается в том, что в ней представлена линейка моделей типового сетевого оборудования целого ряда ведущих производителей, что позволяет заранее прогнозировать производительность и технику - эксплуатационные характеристики проектируемой сети с учетом использования оборудования той или иной фирмы - производителя.

Моделирование узла доступа мультисервисной сети на базе all-IP

В условиях построения мультисервисных сетей резко возрастает роль современных методов и средств проектирования и расчетов. Это связано с тем, что если ошибки в расчетах пропускной способности традиционных сетей оцениваются в 7-10%, то в сетях следующего поколения они могут составлять 20-30%. Последнее оправдывает дополнительные расходы на теоретические исследования и математическое моделирование мультисервисных сетей их проектирования и построения. Исследования показывают, что использование аналитических и имитационных моделей при проектировании сетей следующего поколения позволяют сократить соответствующие затраты примерно на 7-10%. Международный и отечественный опыт и практика показывают, что проблема проектирования сетей следующего поколения является одной из актуальных проблем построения и развития телекоммуникаций в современных условиях.

Данная работа посвящена исследованию влияния свойств мультимедийного трафика на характеристики узла доступа мультисервисной сети при различных дисциплинах обслуживания. В настоящее время на основе статистического анализа трафика со стороны ряда ученых обосновано, что суммарный трафик в сети обладает существенными самоподобными свойствами, а также является долговременно зависимым случайным процессом, что целесообразно учитывать при оптимизации сети

следующего поколения, однако очень мало исследований, посвященных количественному анализу влияния свойств мультимедийного трафика при использовании различных механизмов управления трафиком и методов маршрутизации (1-4). Исследования показали, что методы расчета рабочих характеристик мультисервисной сети (пропускной способности, задержек, потерь и т.д.), основанные на Марковских моделях, дают неоправданно оптимистичные результаты, ведут к недооценке нагрузки и, как следствие, к невозможности обеспечить гарантированное качество обслуживания (5-10). Для исследования рассмотрим задачу проектирования узла доступа мультисервисной сети. Предположим, что данный узел обеспечивает передачу пользовательского трафика в магистральную сеть (Рис. 1).

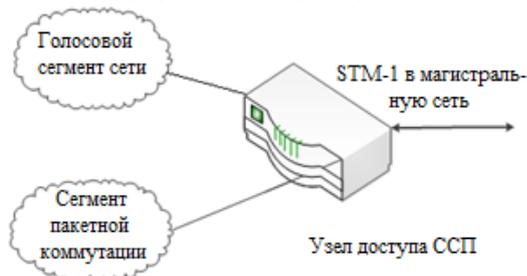


Рис. 1. Диаграмма подключения узла доступа ССП

С учетом высокой стоимости канального ресурса при подключении в магистральную сеть, будем ориентироваться на высокий коэффициент его использования, $\rho = 0,8 - 1$. Рассмотрим несколько сценариев, предполагающих как постепенное увеличение общей нагрузки на узел доступа (как следствие, увеличение ρ), так и изменение доли каждого типа трафика в общем агрегированном трафике (Таблица 1.).

Таблица 1.

Рассмотренные сценарии.						
№	ρ	Фактич. нагр., Мбит/с	ТФОП	ВЕ данные	Транзакции	Интерактивные мультимедиа услуги
1	0.8	125	90%	10%		
2		125	70%	20%	5%	5%
3		125	50%	30%	10%	10%
4		125	35%	40%	15%	10%
5	0.9	140	90%	10%		
6		140	70%	20%	5%	5%
7		140	50%	30%	10%	10%
8		140	35%	40%	15%	10%
9	1.0	155	90%	10%		
10		155	70%	20%	5%	5%
11		155	50%	30%	10%	10%
12		155	35%	40%	15%	10%

Основным конфигурационным параметром узла, влияющим на качество обслуживания мультисервисного трафика, является дисциплина управления очередями. Наиболее распространенными дисциплинами являются:

- ✓ FIFO («первым пришел-первым обслужен»);
- ✓ PQ («Приоритетное обслуживание»);
- ✓ WFQ («Взвешенное справедливое обслуживание»);

В предыдущих исследованиях было показано, что дисциплина FIFO оправдывает себя лишь в случаях с каналами с относительно низкой нагрузкой и моносервисным трафиком. В свою очередь, дисциплина PQ неэффективна в случаях, когда в сети присутствует более одного типа приоритетного трафика (например, Best Effort, голосовой и видео). В данной работе были проведены исследования по оценке эффективности дисциплины WFQ с учетом увеличения ρ и изменения удельного веса каждого типа трафика в мультисервисном трафике. Дополнительно изучено влияние свойства самоподобия на экспериментальную оценку характеристик QoS.

Влияние удельной нагрузки и изменения структуры мультисервисного трафика на временную характеристику QoS в узле доступа ССП.

С помощью моделирования узла доступа all-IP в системе OPNET были изучены сценарии 1-12, с детальным сравнительным анализом задержки для каждого типа трафика при различной нагрузке ρ . Была настроена дисциплина управления очередями WFQ. Трафик ТФОП смоделирован как высокоприоритетная передача пакетов кода G.711 (64 кбит/сек) через IP транспорт.

В результате имитационного моделирования в системе OPNET были получены следующие результаты.

Сценарии 1, 5, 9.

Как видно из рисунков 2 и 3, при росте общей нагрузки до с 80% до 100%, задержка пакетов трафика телефонии остается пренебрежительно малой, таким образом, качество голоса не ухудшается. Перегрузка негативно влияет только на низкоприоритетный трафик Best Effort, где резко возрастает задержка пакетов. Также при $\rho \sim 1$ начинается потеря пакетов, становится необходимым увеличение канального ресурса.

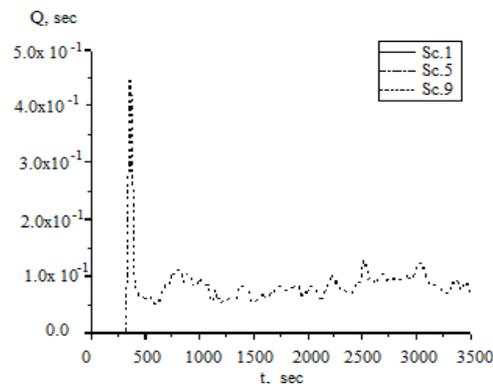


Рис. 2. Задержка пакетов Best Effort, сценарии 1,5,9

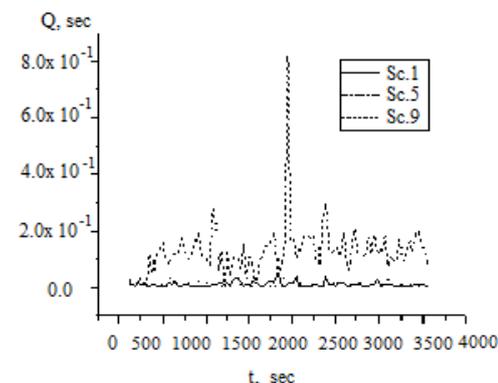


Рис.3. Задержка трафика телефонии, сценарии 1,5,9
Сценарии {2, 6, 10}, {3,7,11}.

В этих случаях в сети присутствует уже не один, а три типа приоритетного трафика, кроме телефонии, имеют место при низкой доле интерактивные мультимедиа услуги и транзакции (к примеру, банкинг, e-government, и др.). Как видно из графиков на Рис. 4-13, при росте общей нагрузки до с 80% до 100%, качество обслуживания по всем трем типам трафика по показателю задержки остается на высоком уровне. Перегрузка сильно влияет только на низкоприоритетный трафик Best Effort, где резко возрастает задержка пакетов.

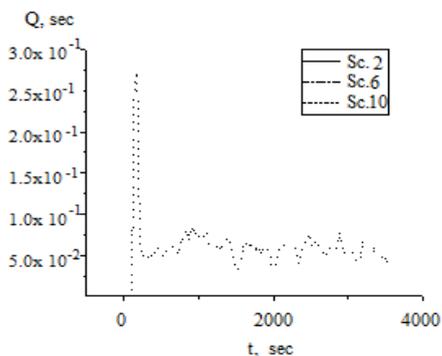


Рис. 4. Задержка пакетов Best Effort, сценарии 2,6,10

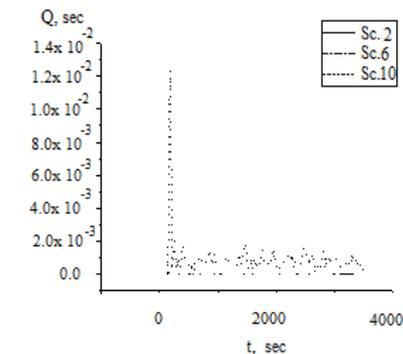


Рис.5. Задержка пакетов мультимедиа, сценарии 2,6,10

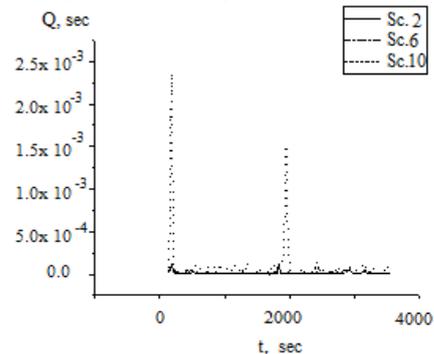


Рис.6. Задержка пакетов транзакций Excellent Effort, сценарии 2,6,10

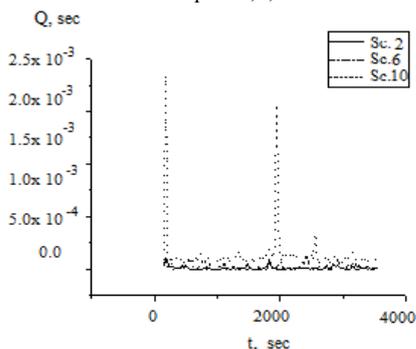


Рис.7. Задержка пакетов телефонии, сценарии 2,6,10

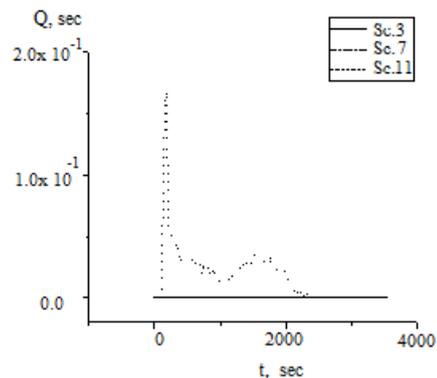


Рис. 8. Задержка пакетов Best Effort, сценарии 3,7,11

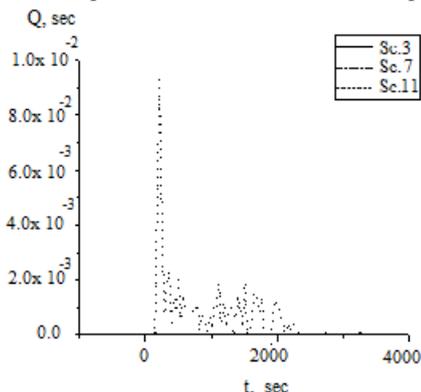


Рис. 9. Задержка пакетов мультимедиа, сценарии 3,7,11

Сценарии 4,8,12.

При данных сценариях, значительная часть общего объема нагрузки мультисервисной сети приходится на QoS трафик. Возрастают флуктуации задержки мультимедийного трафика (Рис. 12), что негативно влияет на джиттер-характеристику, и в свою очередь приводит к ухудшению услуг. При $\rho > 1$, буфер, возрастает задержка пакетов трафика Best Effort в буфере, возрастают потери пакетов данного типа трафика (Рис.10-11). Высокое качество телефонии сохраняется за счет обслуживания по высшему приоритету (Рис. 13).

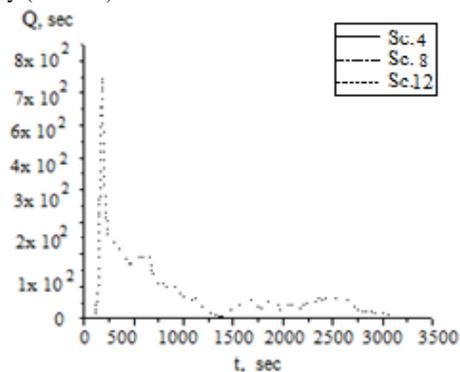


Рис.10. Наполненность буфера Best Effort, сценарии 4,8,12

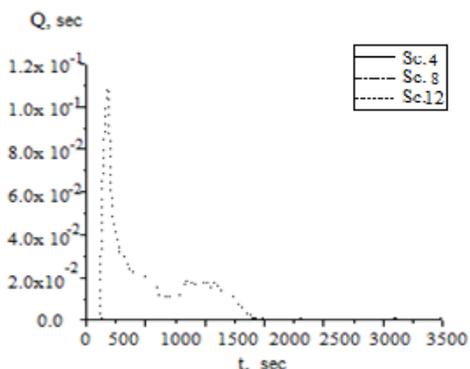


Рис. 11. Задержка пакетов трафика Best Effort, сценарии

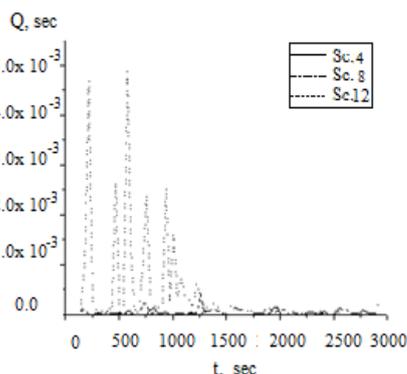


Рис. 12. Задержка пакетов мультимедиа, сценарии 4,8,12

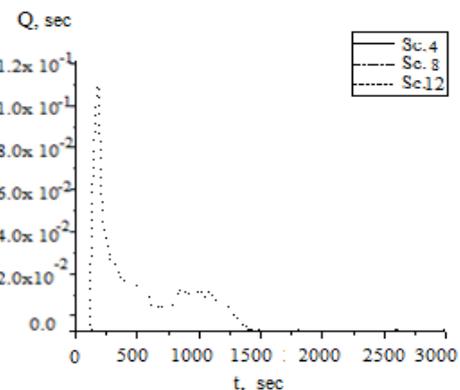


Рис. 13. Задержка пакетов трафика Excellent Effort, сценарии 4,8,12

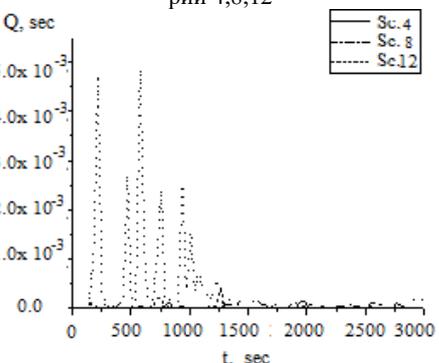


Рис. 14. Задержка пакетов трафика телефонии, сценарии 4,8,12

Оценка влияния свойства самоподобия трафика на качество обслуживания в узле доступа ССП.

Рассмотрим случай $\rho=0.9$, с двумя типами трафика на узле, пусть 50% трафика составляет Best Effort, 50% - VoIP телефония G.729.

Была произведена сравнительная оценка влияния параметра Херста на задержку и буферизацию пакетов, при дисциплине WFQ. К сожалению, в системе OPNET невозможно измерить джиттер при генерации больших IP потоков, однако его можно косвенно оценить по степени флуктуации буфера на интерфейсе узла.

Влияние параметра Херста на задержку. На рис.16 показаны сравнительные результаты оценки влияния параметра Херста на задержку в очереди пакетов VoIP на интерфейсе одного узла. Как видно из графика, при $H = 0.5 - 0.8$ влияние изменения параметра Херста на задержку пренебрежительно мало. При $H = 0.9 - 0.98$, т.е. максимально устойчивой долгосрочной зависимости самоподобного процесса, имеет место резкий скачок задержки пакетов, со значениями, в 10-30 раз превышающими задержку пакета при $H=0,8$.

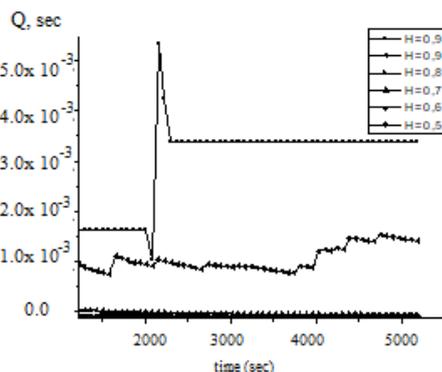


Рис.15.

Влияние параметра Херста на задержку пакетов VoIP

Далее рассмотрим сравнительные результаты оценки влияния параметра Херста на задержку в очереди пакетов Best Effort (Рис.16). Здесь, при $H = 0.5 - 0.7$ влияние изменения H на задержку пренебрежительно мало. При $H = 0.8$ задержка начинает существенно расти, а при $H = 0.9 - 0.98$, т.е. устойчивой долгосрочной зависимости самоподобного процесса, также получаем резкий скачок задержки пакетов. В целом, из-за низкоприоритетного обслуживания, по сравнению с VoIP, задержка пакетов Best Effort в очередях примерно на порядок выше.

Влияние параметра Херста на буферизацию

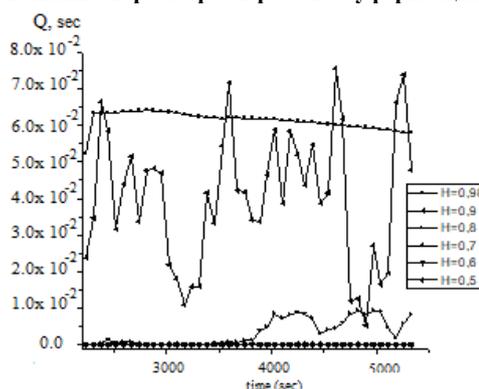


Рис.16. Влияние параметра Херста на задержку пакетов Best Effort

Оценим влияние H на буферизацию пакетов VoIP на выходном IP интерфейсе узла ССП. Как видно из рис.17, флуктуация количества пакетов N_q в буфере IP интерфейса крайне мала при $H = 0.5 - 0.7$, что слабо влияет на ухудшение качества обслуживания. При $H = 0.8 - 0.9$ можем видеть резкий скачок, как флуктуации, так и абсолютного значения N_q , что негативно отражается как на джиттере, так и на задержке. Интересно, что при $H \rightarrow 1$, буфер заполнен в

наибольшей степени, но N_q принимает практически постоянные значения, что указывает на увеличение задержки, но малый джиттер при сильно выраженной самоподобности трафика VoIP.

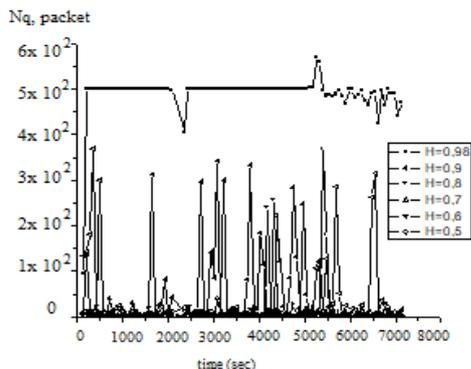


Рис.17. Влияние параметра Херста на буферизацию пакетов VoIP

Далее оценим влияние свойства самоподобия трафика на буферизацию пакетов Best Effort.

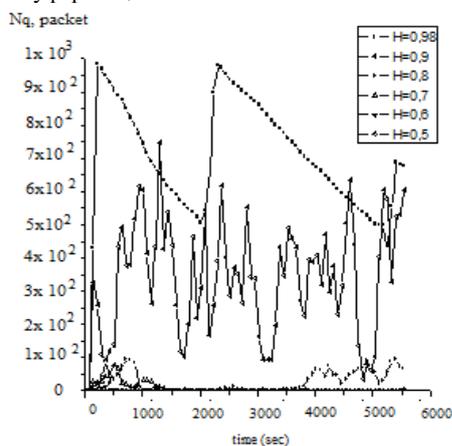


Рис.18. Влияние параметра Херста на буферизацию пакетов Best Effort

Как видно из рис.19, флуктуация количества пакетов N_q в буфере IP интерфейса крайне мала при $H = 0.5-0.8$. Однако при $H = 0.9-1$ на данном графике можно прийти к интересному наблюдению: при высокой степени самоподобия трафика Best Effort, флуктуация количества пакетов в буфере приобретает периодический характер, причем, чем больше H , тем дольше периодичность данного явления.

Результаты исследования показали, что данное направление исследований на сегодняшний день требует создания адекватных аналитических и имитационных моделей, позволяющих комплексно оценивать и анализировать различные параметры и характеристики компонентов сети, учитывая сложную структуру трафика в таких сетях и иерархические многоуровневые связи в архитектуре.

Литература

[1] Li Zeng, Liren Zang, Dong Xu, Characteristics of network delay and delay jitter and its effect on voice over IP (VoIP), 18 (6), ICC 2001, Vol.Erramiili A., Pruthi

[2] W. Willinger, P. Pruthi, Recent Developments in Fractal Traffic Modeling. <http://citesser.ist.psu.edu>, 1995.

[3] A.Erramilli, O. Narayan, W.Willinger, Experimental Queuing Analysis with Long-Range Dependent Traffic. IEEE/ACM Transaction on networking, Vol.7, No. 2, pp. 209-223, 1996.

[4] Willinder W., Taqu M., Sheman R., Wilson D. Self-Similarity Though High-Variability: Static Analysis of Ethernet LAN Traffic at the Source Level. IEEE/ACM Transactions on Networking, 5(1), 1997.

[5] Apostolopoulos G., Williams D., Kamat S., Guerin R., Orda A., and Przygienda T. QoS routing mechanisms and OSPF extensions. IETF RFC 2676, August 1999.

[6] Leland W., Taqu M., Willinger W., Wilson D. On the Self-Similar Nature Ethernet Traffic. IEEE/ACM Transactions of Networking, 2(1):1-15, 1994.

[7] Park K., Tuan T. Multiple Time Scale Congestion Control for Self-Similar Network Traffic, Performance Evaluation, 1999.

[8] Park K., Willinger W. Self-Similar Network Traffic: An Overview. Self-Similar Network Traffic and Performance Evaluation(ed.), Wiley-Interscience, 2000.

[9] Paxson V., Floyd S. Wide-Area Traffic: The Failure of Poisson Modeling // Lawrence Berkeley Laboratory and EECS Division, University of California, Berkeley, vol. 3, No 3, 1995.

[10] W.E.Leland, D.V.Wilson. High time-resolution measurement and analysis of LAN traffic: implications for LAN interconnection. // Proceedings of IEEE Infocom'91. – 1991. – P. 1360-1366.

Абдурахманов Рустам Паттахович

Доцент кафедры Аппаратное и программное обеспечение систем управления в телекоммуникации
Эл. почта: arf@inbox.ru

Тожиева Феруза Кобилжон кизи

Ассистент Аппаратное и программное обеспечение систем управления в телекоммуникации
Эл.почта: 11feruza@gmail.com

Abdurahmanov R.P., Tojjeva F.K.

Modeling a multiservice network access node taking into account self-similarity of incoming traffic.

This article is devoted to modeling the access node of a multiservice network based on all - IP, taking into account incoming traffic. The study of the probabilistic-temporal characteristics of the access node of a multiservice network was carried out using simulation modeling. Access node modeling was carried out using the OPNET information system, which is the market leader in information system modeling tools and is a powerful software package that enables simulation of networks of any scale and any topologies and allows you to pre-set flow control and routing algorithms; modern technologies are being implemented data transmission, etc.

Keywords: network optimization, service discipline, incoming flow, heterogeneous traffic, information systems, access node model, Hurst parameter, traffic self-similarity, packet delay, load, congestion.

УДК 621.396.41

Джураев Р.Х., Тоштемиров Т.К., Ускенбаева Д.Ш.

Современные сети передачи данных, задачи их контроля и технической диагностики

В статье описаны понятия служб и сетей передачи данных. Приведена классификация, характеристики и анализ развития существующих сетей передачи данных. Рассматриваются основные направления работ по повышению надежности сети передачи данных и перспективы их развития в будущем. Показаны их достоинства и недостатки. Приводятся основы контроля и технической диагностики сети передачи данных, а также анализ средств их технической диагностики. Проведен анализ основных задач по обеспечению контролю пригодности и диагностированию сети передачи данных. Рассмотрены перспективные направления развития методов технической диагностики.

Ключевые слова: передача данных (ПД), сети передачи данных (СПД), оконечное оборудование данных (ООД), Контролепригодность, техническая диагностика.

Как показывает международная и отечественная практика широкомасштабное использование информации и созданных на ее основе информационных ресурсов и внедренные их во все сферы жизнедеятельности общества, вызвали бурное развитие спроса на разнообразные услуги передачи данных (ПД). В свою очередь рост спроса на услуги ПД способствовал созданию и интенсивному развитию служб и сетей ПД. Современные сети передачи данных (СПД), представляющие собой сложные территориально распределенные технические комплексы, выполняющие важные задачи по своевременной и качественной передаче данных [1-3]

Службой ПД называется служба телекоммуникаций, предоставляющая услуги передачи данных на базе одной или нескольких сетей передачи данных и (или) одной или нескольких других сетей телекоммуникаций.

Сетью передачи данных называется совокупность узлов и каналов телекоммуникаций, специально созданная для организации связей между определенными точками с целью обеспечения передачи данных между ними. СПД, как правило, не включают в себя оконечное оборудование данных (ООД). Рекомендуемое Международным союзом телекоммуникации (МСТ) в Рекомендации F.600 взаимоотношение ООД и службы ПД показано на рисунке 1.

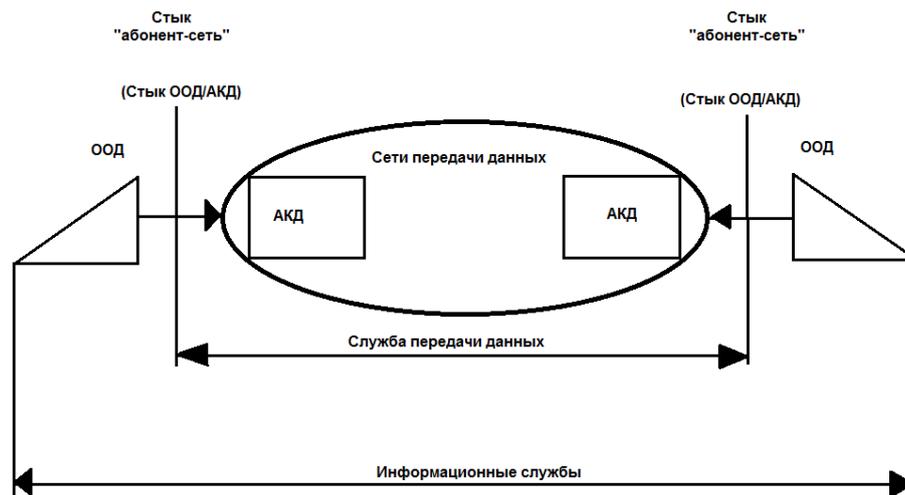


Рис.1 Взаимоотношение сети данных, ООД, и службы передачи данных.

При этом могут применяться различные сетевые архитектуры, типы и иерархии сетевых узлов, которые выбираются операторами сетей при условии соблюдения требований стандарта.

Современные прогнозы указывают на тенденцию превращения всех сетей телекоммуникаций в СПД, по которым будут передаваться любые виды сообщений (включая данные, речь, видео и мультимедиа), преобразованные в цифровые сигналы.

СПД характеризуются большим разнообразием предъявляемых к ним требований: требований экономичности, топологии (структурным параметрам с учетом развития сети), вероятностно-временных характеристик процесса доставки, надежности, живучести, информационной безопасности, управления сетью, технического обслуживания и ремонта [4-9]

Общеизвестно, что традиционное развитие СПД происходит по следующим стадиям [2-3]:

- долгосрочное и краткосрочное прогнозирование;

- программа и план развития;
- проектирование СПД в ходе научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы (ОКР);
- проектирование, строительство новой или развития существующей СПД, а также ее отдельных объектов.

При этом основные характеристики СПД включают:

- размер сети (количество узлов, количество пользователей);
- топология распространения узлов СПД по регионам;
- используемая сетевая технология и протоколы передачи данных;
- действующие в СПД службы и состав предоставляемых пользователям СПД услуг;
- система управления и администрирования сети;
- средства обеспечения информационной безопасности.

СПД классифицируются по наиболее характерным функциональным, информационным и структурным при-

знаком, охватывающим все основные особенности рассматриваемых сетей [2,3,7,9] Классификация СПД по основным признакам приведена на рис.2



Рис.2 Классификация СПД по основным признакам

К таким признакам относятся:

- категория принадлежности пользователей (абонентов) сети;
- способ организации;
- способ коммутации;
- тип каналов передачи данных;
- размер сети;
- скорость передачи данных в сети;
- структура сети;
- способ управления.

По категории принадлежности пользователей (абонентов) сети СПД подразделяются на:

- ведомственные СПД;
- сети передачи данных общего пользования.

По способам организации различают сети:

- специализированные;
- неспециализированные.

По способу коммутации СПД подразделяются на:

- сети с коммутацией каналов;
- сети с коммутацией пакетов;
- сети с гибридной коммутацией.

По размеру сетей передачи данных различают:

- локальные сети;
- глобальные сети.

По скорости передачи информации в сети

СПД подразделяются на:

- низкоскоростные, среднескоростные и высокоскоростные.

По структуре СПД подразделяются на:

- иерархические сети;
- неиерархические сети.

По способу управления сетью:

- сети с централизованным управлением;
- сети с децентрализованным управлением;
- сети со смешанным управлением.

При построении современных СПД актуальной задачей является исследование методов обеспечения качества их функционирования. Одним из важных требований,

предъявляемых к СПД являются требования по обеспечению их надежности. Требование к надежности означает, что сеть должна обеспечивать длительное функционирование с поддержанием всех оговариваемых характеристик в заданных пределах. Трудность решения этой задачи состоит в том, что непрерывное увеличение сложности современных СПД вызывает значительные трудности в достоверной оценке их технического состояния в условиях эксплуатации [10-14]

Основным критерием надежности СПД является коэффициент готовности который характеризует вероятность того, что система будет находиться в исправном состоянии в произвольно выбранный момент времени;

$$K_G = \frac{T_H}{T_H + T_B}, \quad (1)$$

где T_H - средняя наработка на отказ; T_B - среднее время восстановления.

Составляющими коэффициента готовности являются среднее время наработки на отказ T_H , характеризующее безотказность системы и среднее время восстановления T_B , которое характеризует ремонтпригодность.

В настоящее время известны следующие основные направления работ по повышению надежности функционирования СПД [10,15-18]:

1. В первую очередь, надежность повышается за счет использования высоконадежных компонентов. Это направление сопряжено со значительными затратами средств и обеспечивает лишь решение задачи безотказности, но не ремонтпригодности. Необходимо, особо отметить, что односторонняя ориентация при создании СПД на достижение высокой безотказности (за счет использования более совершенной элементной базы и узлов) в ущерб ремонтпригодности, во многих случаях не приводит, в конечном счете, к повышению коэффициента готовности в реальных условиях эксплуатации. Это связано с тем, что даже высококвалифицированные специалисты с использованием традиционных технических средств диагностики тратят на поиск и

локализацию неисправностей в сложных современных СПД до 70-80% активного времени ремонта.

2. Вторым направлением повышения надежности, является, дублирование или резервирование технических средств и каналов связи. Это направление требует вложения больших экономических и трудовых затрат, что в конечном итоге ведет в ряде случаев к неоправданному расходу, кроме того, в этом случае должна быть обеспечена повышенная надежность самих переключающих устройств.

3. Это направление связано с улучшением технических и эксплуатационных характеристик, путем улучшения показателей ремонтпригодности средствами технической диагностики. С целью поддержания СПД в технически исправном состоянии создается подсистема контроля и диагностики, которая представляет собой совокупность программных и аппаратных средств, предназначенных для диагностирования их технического состояния и поддержания (или восстановления) необходимого качественного уровня работы. Средства контроля и диагностики сетей передачи данных позволяют ускорить сложные процессы обнаружения и устранения отказов, уменьшить время простоя оборудования.

Возрастающая сложность СПД и важность обеспечения их качественного функционирования требует организации её технической эксплуатации и обслуживания на научных основах. Известно, что задача совершенствования систем эксплуатации и обслуживания СПД приобретает в последние годы все большую актуальность, так как затраты на эксплуатацию и обслуживание таких сетей на 1-2 порядка превышают стоимость их построения, причем сокращение эксплуатационных расходов даже на 3-5% оправдывает увеличение на 15-25% затрат на совершенствование методов эксплуатации [10,12]

В этой связи техническое обслуживание и обеспечение необходимых ремонтно-восстановительных работ для сложных СПД является важной проблемой. Необходимо отметить, что качество предлагаемых услуг, а также размеры затрат, которые несёт операторская компания в своей деятельности, в значительной степени зависит от подготовки и организации процесса технического обслуживания и ремонта - восстановительных работ СПД, поэтому решение этих приобретает всё большую актуальность.

Известно, что требования международных стандартов в области качества обязывают оператора связи как поставщика услуг включать в область системы качества – техническое обслуживание и ремонт СПД. Эффективность технического обслуживания СПД определяется степенью взаимосвязи между объективно существующим процессом изменения технического состояния СПД и процессом его технического обслуживания. Тесную взаимосвязь между этими процессами обеспечивают способы технического обслуживания СПД, основанные на оперативном контроле их технического состояния [12-16]

Как показывает международный опыт развитых стран эффективно эта задача решается созданием развитой инфраструктуры организационно-технической поддержки, включающей в себя также систему сервис центров и центры ремонта.

Как чудесно неотъемлемой составной частью систем технического обслуживания и ремонта как системы управления состоянием СПД является система технического диагностирования. В настоящее время общепризнанно, что одним из важных путей повышения эксплуатационной надёжности и в конечном счёте качества функционирования СПД является создание эффективной системы технического диагностирования.

Решение задач технического обслуживания и ремонта предполагает использование соответствующей системы технической диагностики СПД на этапе их эксплуатации.

Как отмечалось ранее односторонняя ориентация при построении СПД только на достижение высокой безотказности в ущерб ремонтпригодности может не привести к повышению коэффициента готовности K_g , так как сложность обнаружения и поиска места неисправности в условиях эксплуатации СПД приводит к росту среднего времени восстановления. В условиях эксплуатации СПД важнейшим из двух составляющих коэффициента готовности является среднее время восстановления, которое определяется в первую очередь временем обнаружения (контроля) и временем поиска места неисправности (диагностика). Поэтому одним из основных направлений работ является улучшение технических и эксплуатационных характеристик СПД и ее технических средств путем улучшения показателей ремонтпригодности. В свою очередь, ремонтпригодность СПД в значительной степени определяется показателями контролепригодности и диагностирования, которые необходимо обеспечивать еще на этапе проектирования СПД.

Под контролепригодностью и диагностированием обычно понимают свойство СПД, характеризующее её приспособленность к контролю и диагностированию в процессе эксплуатации. Стадия проектирования СПД является стадией, на которой осуществляется формирование требований к контролепригодности и диагностированию, оцениваются показатели контролепригодности и диагностирования [13,14]

Рассматривая вопрос об уровне контролепригодности и диагностирования СПД, следует отметить, что решение этих проблем должно вестись одновременно с разработкой самих технических средств СПД.

Основные задачи, решаемые на ранней стадии проектирования СПД по обеспечению контролепригодности и диагностированию, должны включать [10-12]:

- определение показателей, которые характеризуют контролепригодность и диагностируемость;
- оценка показателей контролепригодности и диагностирования;
- разработка норм на показатели контролепригодности и диагностирования;
- формирование требований к контролепригодности и диагностированию.

СПД имеют множество технических состояний, которые можно рассматривать как совокупность подверженных изменению в процессе эксплуатации свойств объекта, характеризующихся в определенный момент времени соответствующими признаками.

Каждое техническое состояние системы $Z = (z_1, z_2, \dots, z_n)^T$ является некоторой функцией работоспособности в пространстве параметров состояния (относящихся к классу состояний C_i)

$$Z \in C_i \leftrightarrow \bigcap_{j=1}^l (O_j \in [O_{jli}, O_{jib}]) \quad (2)$$

Информацию о текущем состоянии системы получают путем измерения выходных сигналов Y_j в выбранных контрольных точках.

Основная задача диагностики определение класса состояний C_i в текущий момент времени осуществляется по решающему правилу

$$Z \in C_i \leftrightarrow p(y, \hat{y}_i) = \max_{k=1,m} p(y, \hat{y}_k) \quad (3)$$

где $p(y, \hat{y}_i)$ – мера сходства сравниваемых векторов.

СПД рассматривается как организационно-техническая, восстанавливаемая и ремонтируемая система, при подключении к которой оконечных устройств обеспечивается возможность обмена информацией между пользователями. Для поддержания СПД и её составных частей (узлов коммутации и каналов связи) в исправном состоянии создается система технического обслуживания (СТО), основу которой составляют центры технического обслуживания (ЦТО).

Неотъемлемой составной частью СТО являются подсистемы функционального технического (ФТД) и тестового технического диагностирования (ТТД). Подсистема ФТД, как правило, осуществляет диагностирование во время функционирования сети при наличии только рабочих воздействий, проверяя в основном правильность её функционирования.

Подсистемы ТТД и ФТД используют, как правило, одни и те же аппаратные средства, имеют значительный объем общих программ и составляют единую систему технического диагностирования. В этой связи одной из важных задач повышения надежности СПД является широкое внедрение средств контроля и технического диагностирования на всех стадиях жизненного цикла СПД. К перспективным направлениям развития средств контроля и технической диагностики СПД относятся методы, основанные на использовании графоаналитического подхода, теории массового обслуживания, теории нечетких множеств и нейронных сетей [19]

Заключение

Анализ показывает, что использование традиционных математических методов при решении задач, связанных с исследованием процессов диагностики сетей передачи данных является неэффективным в случае, когда исходная информация о техническом состоянии сетевых элементов является недостаточной. В связи с этим с увеличением сложности СПД актуальным является создание перспективных систем диагностирования, в которых учтены недостатки традиционных методов диагностики сетей. Перспективным направлением развития теории и практики диагностики является исследование аналитических методов, позволяющих адекватно описывать процессы изменения технических состояний СПД. Создание систем диагностики на базе современных методов обеспечивает более глубокий и точный анализ характеристик процесса диагностики и поэтому является перспективным направлением в развитии систем технической диагностики СПД.

Список литературы

- [1] Network Protocols Handbook 2nd Edition. Copyright © 2004 - 2005 Javvin Technologies Inc
- [2] W. Stallings Data and computer communications. Pearson Education, Inc. Pearson Prentice Hall, 2007.
- [3] Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник для вузов. Изд.-во Питер, 2010.
- [4] Computer networks / Andrew S. Tanenbaum, David J. Wetherall. – 5th ed
- [5] Джураев Р.Х., Джаббаров Ш.Ю., Умирзаков Б.М. Технологии передачи данных. Учебное пособие. 2008
- [6] Бестугин А.Р., Богданова А.Ф., Стогов Г.В. Контроль и диагностирование телекоммуникационных сетей - СПб: Политехника, 2003..

[7] Гаранин М.В., Журавлев В.И., Кунегин С.В.. Системы и сети передачи информации. - М.: Радио и связь, 2001.

[8] Арипов М.Н., Присяжнюк С.П., Шарифов Р.А. Контроль и управление в сетях передачи данных с коммутацией пакетов. Ташкент.: Fan, 1988

[9] Арипов М.Н. Джураев Р.Х., Джаббаров С.Ю. Техническая диагностика цифровых систем. Учебное пособие Ташкент 2006

[10] Абдуллаев Д.А., Арипов М.Н. Основы эксплуатации систем передачи дискретных сообщений. – Т.: Фан, 1984 г.

[11] Abramovici M, Breuer M.A, Friedman A.D. Digital Systems Testing and Testable Design. IEEE Press, Piscataway, New Jersey, 1994.

[12] Zainalabedin Navabi, Digital System Test and Testable Design. 2007

[13] Moslem Amiri, Vaclav Prenosil. Digital Systems Testing. Verilog HDL for Design. a Embedded Systems Laboratory. Faculty of Informatics, Masaryk University. Brno, Czech Republic. 2014.

[14] N. K. Jha and S. Gupta. Testing of Digital Systems. Cambridge University Press 2003.

[15] Радченко Т.А., Дылевский А.В. «Методы анализа систем массового обслуживания» - Воронеж 2007г.

[16] Алиев Т.И., УП. «Основы моделирования дискретных систем» - Санкт – Петербург 2009г.

[17.]Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.П. Принятие решения на основе нечетких моделей: примеры использования. – Рига, «Знание», 1999 г.

[18] Трэно Т., Асаи К., Сугено М. Прикладные нечеткие системы. – М., Мир, 1997 г.

[19] Леоненков А. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH 2011г

Джураев Рустам Хусанович

Мухаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети (ТАТУ) “Маълумот узатиш тармоқлари ва тизимлари” кафедра катта ўқитувчиси

Тоштемиров Темурбек Қодиржон ўғли

Мухаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети (ТАТУ) “Маълумот узатиш тармоқлари ва тизимлари” кафедра ассистенти

Ускенбаева Дилфуза Шухрат қизи

Мухаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети (ТАТУ) “Телекоммуникация технологиялари” талабаси

Modern data transmission networks and the tasks of their control and technical diagnostics

The article describes the concepts of services and data networks. The classification, characteristics and analysis of the development of existing data transmission networks are given. The main directions of work to improve the reliability of the data network and the prospects for their development in the future are considered. Their advantages and disadvantages are shown. The basics of monitoring and technical diagnostics of a data transmission network are given, as well as an analysis of their technical diagnostics. The analysis of the main tasks to ensure the monitoring of suitability and diagnosis of the data network. Promising areas for the development of technical diagnostic methods are considered.

Key words: data transmission (PD), data transmission network (SPD), data terminal equipment (OOD), control suitability, technical diagnostics.

УДК 621.317:519.5

Сидиков И.Х., Нигматов З.З.

Ҳисоблаш тармоқларининг тармоқлараро тугунларида трафикни бошқаришнинг нейро-қатъиймас моделини ишлаб чиқиш

Мақолада биринчи тартибли Сугено алгоритмига мувофиқ ишлайдиган ноаниқ нейрон тармоқдан фойдаланишга асосланган реал вақт режимида оқимларни узатадиган ҳисоблаш тармоғининг параметрларини таҳлил қилиш учун модель таклиф қилинган. Ноаниқ нейрон тармоқ модели тизимлари асосида транспорт тармоқларида бошқарув пакетларини йўналтириш усулини ишлаб чиқиш ва имитацион моделини куриш масалалари кўриб чиқилган. Трафикнинг статистик параметрлари тузилмасини ўрганиш, шунингдек, турли хил инфокоммуникацион тармоқларда ҳисоблашнинг долзарб вазифалари ёритилган.

Калит сўзлар: нейро-қатъиймас тармоқ, Сугено алгоритми, реал вақтда трафик.

Кириш. Замонавий шароитда турли хил тизимлар ва объектларни бошқаришнинг мураккаб вазифаларини ҳал этиш, ташкилий бошқарув вазифаларини ҳал этиш ахборот технологияларидан кенг фойдаланишга асосланган. Уларнинг амалий қўлланилишининг техник базаси ахборот оқимида трафикнинг нейро-қатъиймас бошқарув моделини ишлаб чиқиш ҳисобланади. Ушбу турдаги тизим ва тармоқларни таҳлил қилиш ёки синтез қилиш масалаларига алоҳида эътибор талаб қилмоқда. Муаммони ҳал қилишнинг айрим қарорларни қабул қилиниши мумкин эмаслиги тизимнинг ишдан чиқишига олиб келиши мумкин. Ҳисоблаш тармоғининг интеллектуал-адаптив трафикни бошқариш тизимининг модель объектларига алмаштириш ва прогнозлаш механизмларини амалга ошириш керак бўлса, генетик алгоритмлашни модернизация қилиш талаб этилади. Уни нейро-қатъиймас моделини мантиқ бирлиги билан тўлдириш таклиф этилади. Ахборотни қайта ишлаш, сақлаш ва узатиш жараёнида муқаррар равишда жараён иштирокчиси ўртасида маълумот алмашинуви зарур. Бугинги кунда маҳаллий ва глобал тармоқлар ривожланишда давом этмоқда, маълумотларни узатишнинг янги протоколлари пайдо бўлмоқда, тармоқ ускуналариининг аппарат имкониятлари кенгаймоқда, уланган абонентлар сони ва умумий трафик ҳажмини ўсишига олиб келмоқда. Трафикнинг статистик параметрлари тузилмасини ўрганиш, шунингдек, турли хил инфокоммуникацион тармоқларда ҳисоблаш ва трафикни ўлчаш методологияси яхши ишлаб чиқилган, аммо тармоқнинг динамик ривожланиши, янги хизматларни жорий этилиши ҳамда фойдаланувчи имтиёзларининг ўзгариши ўлчовларнинг доимий таҳлилини талаб қилади. Бунга кўп сонли ҳисоблаш тармоғида ахборот оқимида трафикнинг нейро-қатъиймас бошқарув моделини ишлаб чиқиш ёрдам беради.

Шуни эсда тутиш керакки, деярли ҳар бир бундай тармоқда фойдаланувчилар сонини кўпайтириш, айланма ахборот ҳажми, трафик интенсивлиги ва тармоқ хизматлари сифатининг ёмонлашуви билан боғлиқ умумий тенденция мавжуд. Буларнинг барчаси тармоқнинг хусусиятларини экспериментал текширишни талаб қилади, нафақат тезкор мониторинг режимида, балки чуқурроқ ўрганиш учун — хусусан, уларнинг хатти-ҳаракатларини таҳлил қилиш ва моделлаштириш учун тегишли илмий-услубий ва дастурий таъминотни такомиллаштириш вазифаси ҳам боғлиқ. Шу муносабат билан ҳисоблаш тармоқларда маиший хизматларнинг ҳолатини таъминлаш учун махсус бошқарув тизимларини ишлаб чиқиш муҳим аҳамиятга эга.

Ҳозирги кунда замонавий пакетли коммутацияланган ҳисоблаш тармоқларида узатилаётган ахборот оқимларининг аксарияти (овозли, видео) мультимедиа

трафикни ташкил этади. Ҳозирги вақтда нейро-қатъиймас тармоқ тўпламлар назарияси усуллари ҳисоблаш тармоқларда ва мультисервис алоқа тизимларини бошқариш тизимларида кенг қўлланилмоқда. Чет эл манбаларининг таҳлили шуни кўрсатадики, ноаниқ тўпламлар назарияси усуллари қўллаш асосан ҳисоблаш тармоқларининг маршрутлаш ва трафикни бошқариш муаммоларини ўрганишда долзарблигини кўрсатмоқда. Ҳозирги кунда нейрон тармоқлари назарияси усуллари мультисервис алоқа тизимларининг назорат тизимларида кенг қўлланишларга эга. Тегишли дастурий воситалар томонидан реал вақтда бошланган ахборот узатишнинг интенсивлиги жуда юқори ва доимий қийматга яқин, чунки бу турдаги трафик кўпинча оқим деб аталади ёки реал вақтда трафик билан фойдаланувчилардан реал вақтда оқимларни узатиш учун олинган сўровларнинг интенсивлиги тасодифий ўзгаради. Агар бу интенсивлик тасодифий равишда ошса, мультисервис алоқа тармоқда канал ресурсларининг вақтинча етишмовчилиги кузатилади. Бу эса фойдаланувчилардан олинган хизмат сўровларини рад этиш кўринишига олиб келади. Белгиланган зичлик камайганда тармоқ юкламаси ортади, тармоқ каналлари ўзатиш қобилияти паст режимда ишлайди ва улардан фойдаланишда тўхталишлар ортиб кетади. Шундай қилиб, замонавий ҳисоблаш тармоқларининг каналлари вақт бўйича юктамалар нотекис юкланади, натижада самарасиз канал ресурсларидан самарасиз фойдаланиш ҳолатлари кузатилади. [1]

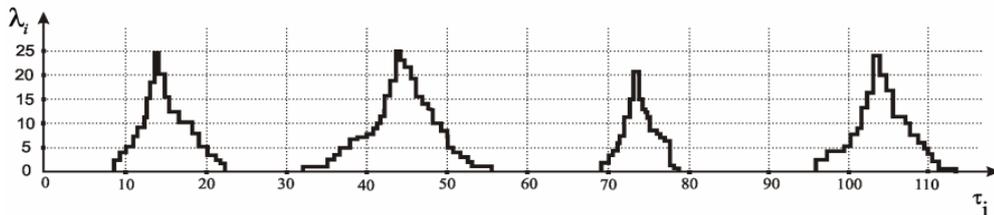
Тармоққа келиб тушадиган реал вақтда оқимлар учун сўровлар оқимини текислаш учун бу сўровларни канал ресурсларининг камлиги (тармоқ тикилиши) шароитида буферлаш мақсадга мувофиқдир. Шу билан бирга, ҳисоблаш тармоғи канали орқали реал вақт оқимларини узатиш учун навбатда бўлиши мумкин бўлган максимал сўровлар сонини танлаш муҳим вазифа ҳисобланади. [2] Бу қийматни ошириш, бир томондан, фойдаланувчи хизмати сифатини яхшилайдди, чунки бу ҳолда, кўплаб сўровлар хизмат учун навбатда бўлиши мумкин ва фойдаланувчиларнинг кичик сони хизматдан воз кечади. Бошқа томондан, навбатга турилиши мумкин бўлган сўровлар қанча кўп бўлса, фойдаланувчилар навбатга туриладиган сўровларини кутишлари керак бўлади, бу эса уларнинг хизмат сифатига салбий таъсир кўрсатади.

Тадқиқот усуллари. Тадқиқот натижаларини таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, реал вақтда оқимларга бўлган сўровларнинг юқори сифатли хизматига олдиндан резервлаш канали ресурслари орқали эришиш мумкин. Бироқ кўпгина илмий-техник адабиётларда ресурсларни самарали захирага олишга етарли эътибор берилмайди. Буферли сўровлар сиғими ҳажмини оқилона бошқариш учун ҳисоблаш тармоғи канали орқали реал вақт

оқимларини узатиш учун олинган сўровлар интенсивлиги қандай қийматлар қабул қилиши ҳақида маълумотларга эга бўлиш керак. Ушбу маълумотлар билан биз тегишли тармоқ каналларининг юқини аниқ таҳлил қилишимиз ва реал вақтда оқимларнинг самарали узатилишини таъминлайдиган сўровлар қуввати учун қийматни танлашимиз мумкин. Реал вақт оқимлари учун сўровлар учун хизмат сифатини баҳолаш учун математик модель таклиф қилинади. [3]

Вазифани етказилиши. Мақоланинг мақсади ҳисоблаш тармоғи канали орқали реал вақтда оқимларни узатиш сўровларининг интенсивлигини таҳлил қилишнинг математик моделини ишлаб чиқишдан иборат. Бошқариш хабарлари билан алмашинув протоколи ICMP (Internet Control Message Protocol). орий навбат узунлиги даражасини назорат қилиш билан нейрон мантиққа асосланган маршрутлаш навбатдаги трафикни қайта ишлаш, янги усул, тизимга юкланиш тезлигини назорат қилиш ва мураккаб ночизикли транспорт динамикаси учун пакети ўтиш эҳтимоллигини ҳиссасини ошириш ишлаб чиқилади. [4] Бу усул маршрутизатор ҳаддан ташқари режимида белгиланган ёзувлар қиймати яқин навбат узунлигини сақлаб қолиш имконини беради. Реал вақт оқимларини узатиш учун сўровларнинг ўртача интенсивлигини нейро-қатъиймас прогнозлаш учун математик моделини ишлаб чиқиш. Ҳисоблаш тармоқларининг объектлар билан алоқа тармоқларининг эволюцияси фойдаланувчиларга кўрсатиладиган интеграл хизматларни тақдим этиш йўналишида амалга оширилади. Алоқа каналга кирадиган пакетли оқимларнинг бошқариладиган параметри сифатида пакетларни алоқа каналга дастлабки ва такрорий узатиш эҳтимоли кўлланилади.

Узатиш эҳтимоллигини бошқариш ва унинг оптимал қийматини танлаш кўп кириш каналининг тармоқли кенглиги фойдаланиш тезлигини деярли доимий ёки максимал даражада яқин сақлашга имкон беради. [5] Белгиланган вақт оралиғида ҳисоблаш тармоғи орқали реал вақт режимида оқимларни узатиш учун сўровларнинг



2-расм. Мониторинг жараёнида ўлчанган λ_i қийматлар реал тармоқ

Нейро-қатъиймас тармоғи иложи борича содда бўлиши керак, аммо айна пайтда старли прогноз сифатини таъминлайди. Бу мезонларни ҳисобга олиб, қуйидаги вариантлар синтез нейро-қатъиймас тизими танланади: нейро мантикий алгоритм-Сугено нейро 1-тартиби [6], ҳар бир кириш ўзгарувчилар учун аъзолик вазифалари сони – 2, ҳар бир кириш ўзгарувчилар учбурчак учун аъзолик вазифалари шакли, таълим алгоритм нейронлар – орқа-тарғибот алгоритм хатолар .

Ўқув намунасини яратиш учун ҳақиқий компьютер тизими юкмаси ҳар бири 100 минутдан 1 цикл вақт оралиғида кузатиб борилди. Бир соат цикли давомийлиги реал вақт оқимлари учун қирувчи сўровлар интенсивлигини таҳлил қилиш учун зарур бўлган вақт асосида танланади. Натижада ўрганилаётган тасодифий жараённинг амалга ошиши 2-расмда кўрсатилгандек олинади.

интенсивлигини олдиндан билиш учун τ_i (чиқиш қиймати $\tilde{\lambda}_i$) нейро-қатъиймас тармоқдан фойдаланиш таклиф этилади (1-расм), унинг киритилиши олдинги тўрт соатлик циклларда ўлчанган сўровларнинг интенсивлиги қийматлари. узатиш (кириш қийматлари $\lambda_{i-4}, \lambda_{i-3}, \lambda_{i-2}$ ва λ_{i-1}).



1-расм. Нейро-қатъиймас тармоғининг кириш ва чиқишдаги қийматлари

Бундай нейро-қатъиймас тармоғидан фойдаланиш ҳисоблаш тармоғи канали орқали реал вақт оқимларини узатиш сўровларининг интенсивлигини таҳлил қилиш учун моделнинг асосидир. Белгиланган прогнозлаш жараёни қуйидаги тартибларни ўз ичига олади:

- 1) ҳар бир жорий соат цикли давомида ҳисоблаш тармоқлари тизими юкмаси ўлчанади;
- 2) нейро-қатъиймас тармоғини киритиш $\lambda_{i-4}, \lambda_{i-3}, \lambda_{i-2}$ ва λ_{i-1} қийматлари билан таъминланади ;
- 3) нейро тармоқ чиқиши асосида башорат қиймати ҳисобланади $\tilde{\lambda}_i$;
- 4) нейро-қатъиймас тармоқ параметрларини сошлаш учун ўқув намунасини яратиш;
- 5) нейро-қатъиймас тармоғини ўргатиш учун цикллар сонини танлаш;
- 6) нейро-қатъиймас тармоғининг параметрларини белгилаш.

Реал вақт оқимларини узатиш сўровларини қабул қилиш "тарихи" ни тавсифловчи ўлчанган қийматлар асосида қуйидаги шаклга эга бўлган ўқув матрицаси ҳосил бўлади:

$$\begin{pmatrix} \lambda_1 & \lambda_2 & \lambda_3 & \lambda_4 & \lambda_5 \\ \lambda_2 & \lambda_3 & \lambda_4 & \lambda_5 & \lambda_6 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \lambda_{96} & \lambda_{97} & \lambda_{98} & \lambda_{99} & \lambda_{100} \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Нейронларнинг оғирликларини ростлаш учун нейрон нейрон тармоғининг 8 та ўқув цикли амалга оширилди. Натижада кириш миқдорларининг аъзолик функциялари учун ифодалар олинади.

$$\mu_1(\lambda_{i-k}) = \begin{cases} 1, & \lambda_{i-k} < 0; \\ \frac{24,77 - \lambda_{i-k}}{24,77}, & 0 \leq \lambda_{i-k} < 24,77; \\ 0, & \lambda_{i-k} \geq 24,77; \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_2(\lambda_{i-k}) = \begin{cases} 0, & \lambda_{i-k} < 0; \\ \frac{\lambda_{i-4}}{24,77}, & 0 \leq \lambda_{i-k} < 24,77; \\ 1, & \lambda_{i-k} \geq 24,77; \end{cases} \quad (3)$$

Бундан ташқари, бир нейрон тармоқ тармоғи ташкил этиш, бизга нейрон коидалар индивидуал хулосалар коэффициентлари кадрятларини олиш имконини берди:

бу ерда $k=1, 2, 3, 4$.

$$\begin{aligned} a_1 &= -0,1558, b_1 = 0,845, c_1 = -1,845, d_1 = 1,597, e_1 = 0,926; \\ a_2 &= 2,4435, b_2 = -9,7075, c_2 = -10,6225, d_2 = 2,6175, e_2 = -0,001; \\ a_3 &= -11,302, b_3 = 3,0425, c_3 = 4,6625, d_3 = -6,9975, e_3 = 0,003; \\ a_4 &= -9,555, b_4 = 24,685, c_4 = -12,72, d_4 = 4,9375, e_4 = -0,002; \\ a_5 &= 13,872, b_5 = -8,8325, c_5 = 11,1075, d_5 = 2,1805, e_5 = -0,0085; \\ a_6 &= -8,9575, b_6 = 13,85, c_6 = -21,027, d_6 = 6,0675, e_6 = 0,004; \\ a_7 &= -12,285, b_7 = 0,395, c_7 = -8,46, d_7 = 16,845, e_7 = 0,003; \\ a_8 &= 23,22, b_8 = -24,385, c_8 = 21,31, d_8 = 16,55, e_8 = 0,003; \\ a_9 &= 0,4745, b_9 = -13,207, c_9 = 11,33, d_9 = -12,91, e_9 = 0,003; \\ a_{10} &= -11,255, b_{10} = 56,325, c_{10} = -16,2525, d_{10} = -0,7525, e_{10} = -0,001; \\ a_{11} &= 18,57, b_{11} = -16,182, c_{11} = -4,065, d_{11} = -3,9825, e_{11} = 0,007; \\ a_{12} &= -0,528, b_{12} = -5,595, c_{12} = 6,17, d_{12} = -6,1175, e_{12} = -0,0105; \\ a_{13} &= -7,005, b_{13} = 20,072, c_{13} = -21,755, d_{13} = -3,885, e_{13} = 0,008; \\ a_{14} &= 9,6925, b_{14} = -55,575, c_{14} = 40,675, d_{14} = 4,62, e_{14} = 0,001; \\ a_{15} &= 1,927, b_{15} = 5,815, c_{15} = 11,385, d_{15} = -9,61, e_{15} = -0,011; \\ a_{16} &= 10,537, b_{16} = 18,19, c_{16} = -28,01, d_{16} = 22,225, e_{16} = 0,013. \end{aligned}$$

Олинган нейро-қағыймас тизимнинг ишлаши нейрон коидалар базасидан фойдаланишга асосланган:

$$\text{Ўñëè} (\lambda_{i-4} = \alpha^1) \text{è} (\lambda_{i-3} = \beta^1) \text{è} (\lambda_{i-2} = \gamma^1) \text{è} (\lambda_{i-1} = \delta^1), \text{òî} (\tilde{\lambda}_i = Y_1); \quad (4)$$

$$\text{Ўñëè} (\lambda_{i-4} = \alpha^1) \text{è} (\lambda_{i-3} = \beta^1) \text{è} (\lambda_{i-2} = \gamma^1) \text{è} (\lambda_{i-1} = \delta^2), \text{òî} (\tilde{\lambda}_i = Y_2); \quad (5)$$

$$\text{Ўñëè} (\lambda_{i-4} = \alpha^1) \text{è} (\lambda_{i-3} = \beta^1) \text{è} (\lambda_{i-2} = \gamma^2) \text{è} (\lambda_{i-1} = \delta^1), \text{òî} (\tilde{\lambda}_i = Y_3); \quad (6)$$

$$\text{Ўñëè} (\lambda_{i-4} = \alpha^1) \text{è} (\lambda_{i-3} = \beta^1) \text{è} (\lambda_{i-2} = \gamma^2) \text{è} (\lambda_{i-1} = \delta^2), \text{òî} (\tilde{\lambda}_i = Y_4); \quad (7)$$

$$\text{Ўñëè} (\lambda_{i-4} = \alpha^1) \text{è} (\lambda_{i-3} = \beta^2) \text{è} (\lambda_{i-2} = \gamma^1) \text{è} (\lambda_{i-1} = \delta^1), \text{òî} (\tilde{\lambda}_i = Y_5); \quad (8)$$

$$\text{Ўñëè} (\lambda_{i-4} = \alpha^1) \text{è} (\lambda_{i-3} = \beta^2) \text{è} (\lambda_{i-2} = \gamma^1) \text{è} (\lambda_{i-1} = \delta^2), \text{òî} (\tilde{\lambda}_i = Y_6); \quad (9)$$

$$\text{Ўñëè} (\lambda_{i-4} = \alpha^1) \text{è} (\lambda_{i-3} = \beta^2) \text{è} (\lambda_{i-2} = \gamma^2) \text{è} (\lambda_{i-1} = \delta^1), \text{òî} (\tilde{\lambda}_i = Y_7); \quad (10)$$

$$\text{Ўñëè} (\lambda_{i-4} = \alpha^1) \text{è} (\lambda_{i-3} = \beta^2) \text{è} (\lambda_{i-2} = \gamma^2) \text{è} (\lambda_{i-1} = \delta^2), \text{òî} (\tilde{\lambda}_i = Y_8); \quad (11)$$

$$\text{Ўñëè} (\lambda_{i-4} = \alpha^2) \text{è} (\lambda_{i-3} = \beta^1) \text{è} (\lambda_{i-2} = \gamma^1) \text{è} (\lambda_{i-1} = \delta^1), \text{òî} (\tilde{\lambda}_i = Y_9); \quad (12)$$

$$\text{Ўñëè} (\lambda_{i-4} = \alpha^2) \text{è} (\lambda_{i-3} = \beta^1) \text{è} (\lambda_{i-2} = \gamma^1) \text{è} (\lambda_{i-1} = \delta^2), \text{òî} (\tilde{\lambda}_i = Y_{10}); \quad (13)$$

$$\text{Ўñëè} (\lambda_{i-4} = \alpha^2) \text{è} (\lambda_{i-3} = \beta^1) \text{è} (\lambda_{i-2} = \gamma^2) \text{è} (\lambda_{i-1} = \delta^1), \text{òî} (\tilde{\lambda}_i = Y_{11}); \quad (14)$$

$$\text{Ўñëè} (\lambda_{i-4} = \alpha^2) \text{è} (\lambda_{i-3} = \beta^1) \text{è} (\lambda_{i-2} = \gamma^2) \text{è} (\lambda_{i-1} = \delta^2), \text{òî} (\tilde{\lambda}_i = Y_{12}); \quad (15)$$

$$\text{Ўñëè} (\lambda_{i-4} = \alpha^2) \text{è} (\lambda_{i-3} = \beta^2) \text{è} (\lambda_{i-2} = \gamma^1) \text{è} (\lambda_{i-1} = \delta^1), \text{òî} (\tilde{\lambda}_i = Y_{13}); \quad (16)$$

$$\text{Ўñëè} (\lambda_{i-4} = \alpha^2) \text{è} (\lambda_{i-3} = \beta^2) \text{è} (\lambda_{i-2} = \gamma^1) \text{è} (\lambda_{i-1} = \delta^2), \text{òî} (\tilde{\lambda}_i = Y_{14}); \quad (17)$$

$$\text{Ўñëè} (\lambda_{i-4} = \alpha^2) \text{è} (\lambda_{i-3} = \beta^2) \text{è} (\lambda_{i-2} = \gamma^2) \text{è} (\lambda_{i-1} = \delta^1), \text{òî} (\tilde{\lambda}_i = Y_{15}); \quad (18)$$

$$\text{Ўñëè} (\lambda_{i-4} = \alpha^2) \text{è} (\lambda_{i-3} = \beta^2) \text{è} (\lambda_{i-2} = \gamma^2) \text{è} (\lambda_{i-1} = \delta^2), \text{òî} (\tilde{\lambda}_i = Y_{16}); \quad (19)$$

бу ерда α^1 кириш қийматининг 1 рақами λ_{i-4} ; α^2 кириш қийматининг 2 рақами λ_{i-4} ; β^1 кириш қийматининг 1 рақами λ_{i-4} ; β^2 кириш қийматининг 2 рақами λ_{i-4} ; γ^1 кириш қийматининг 1 рақами λ_{i-4} ; γ^2 кириш қийматининг 2 рақами λ_{i-4} ; δ^1 кириш қийматининг 1 рақами λ_{i-4} ; δ^2 кириш қийматининг 2 рақами λ_{i-4} ; Y_r - нейрон қоида сонининг индивидуал Γ чиқиши $r = 1, 2, \dots, 16$.

$$Y_r = a_r \lambda_{i-4} + b_r \lambda_{i-3} + c_r \lambda_{i-2} + d_r \lambda_{i-1} + e_r \quad (20)$$

Нейро-қатъиймас тизим беш қатламдан иборат.

Биринчи қатлам киритиш қийматларининг λ_{i-4}^* , λ_{i-3}^* , λ_{i-2}^* , ва λ_{i-1}^* , хос қийматлари учун $\mu_1(\lambda_{i-k}^*)$ ва $\mu_2(\lambda_{i-k}^*)$ қийматларини (2) ва (3) формулалардан фойдаланиб ҳисоблашдан иборат нейрон процедурасини бажаради.

Нейро-қатъиймас тизимининг *иккинчи қатлами* ҳар бир қоидадан шартлари ҳақиқат даражалари кириш қийматларининг аниқ қийматлари учун аниқланадиган агрегация тартибини бажаради:

$$G_1 = \mu_1(\lambda_{i-4}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-3}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-2}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-1}^*); \quad (21)$$

$$G_2 = \mu_1(\lambda_{i-4}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-3}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-2}^*) \wedge \mu_3(\lambda_{i-1}^*); \quad (22)$$

$$G_3 = \mu_1(\lambda_{i-4}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-3}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-2}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-1}^*); \quad (23)$$

$$G_4 = \mu_1(\lambda_{i-4}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-3}^*) \wedge \mu_2(\lambda_{i-2}^*) \wedge \mu_2(\lambda_{i-1}^*); \quad (24)$$

$$G_5 = \mu_1(\lambda_{i-4}^*) \wedge \mu_2(\lambda_{i-3}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-2}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-1}^*); \quad (25)$$

$$G_6 = \mu_1(\lambda_{i-4}^*) \wedge \mu_2(\lambda_{i-3}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-2}^*) \wedge \mu_2(\lambda_{i-1}^*); \quad (26)$$

$$G_7 = \mu_1(\lambda_{i-4}^*) \wedge \mu_2(\lambda_{i-3}^*) \wedge \mu_2(\lambda_{i-2}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-1}^*); \quad (27)$$

$$G_8 = \mu_1(\lambda_{i-4}^*) \wedge \mu_2(\lambda_{i-3}^*) \wedge \mu_2(\lambda_{i-2}^*) \wedge \mu_2(\lambda_{i-1}^*); \quad (28)$$

$$G_9 = \mu_2(\lambda_{i-4}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-3}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-2}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-1}^*); \quad (29)$$

$$G_{10} = \mu_2(\lambda_{i-4}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-3}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-2}^*) \wedge \mu_2(\lambda_{i-1}^*); \quad (30)$$

$$G_{11} = \mu_2(\lambda_{i-4}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-3}^*) \wedge \mu_2(\lambda_{i-2}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-1}^*); \quad (31)$$

$$G_{12} = \mu_2(\lambda_{i-4}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-3}^*) \wedge \mu_2(\lambda_{i-2}^*) \wedge \mu_2(\lambda_{i-1}^*); \quad (32)$$

$$G_{13} = \mu_2(\lambda_{i-4}^*) \wedge \mu_2(\lambda_{i-3}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-2}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-1}^*); \quad (33)$$

$$G_{14} = \mu_2(\lambda_{i-4}^*) \wedge \mu_2(\lambda_{i-3}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-2}^*) \wedge \mu_2(\lambda_{i-1}^*); \quad (34)$$

$$G_{15} = \mu_2(\lambda_{i-4}^*) \wedge \mu_2(\lambda_{i-3}^*) \wedge \mu_2(\lambda_{i-2}^*) \wedge \mu_1(\lambda_{i-1}^*); \quad (35)$$

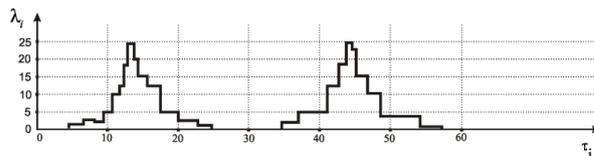
$$G_{16} = \mu_2(\lambda_{i-4}^*) \wedge \mu_2(\lambda_{i-3}^*) \wedge \mu_2(\lambda_{i-2}^*) \wedge \mu_2(\lambda_{i-1}^*); \quad (36)$$

Нейронларнинг *учинчи қатлами* агрегация натижаларини нормаллаштириш учун ишлатилади:

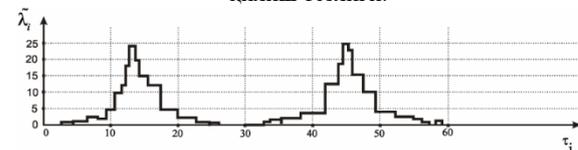
$$\bar{G}_r = G_r / \sum_{r=1}^{16} G_r, \quad (37)$$

Тўртинчи қатлам (20) формула ёрдамида активлаштиришни амалга оширади ва нормаллаштириш ва активлаштириш натижаларининг махсулотини ҳисоблайди:

$$y_r = \bar{G}_r \cdot Y_r. \quad (38)$$



3-расм. Реал тармоқда узатиш сўровларини қабул қилиш тезлиги.



4-расм. Нейрон тармоқ ёрдамида башорат узатиш сўровлар интенсивлиги.

Дефазификация процесси (чиқиш қийматининг аниқ қийматини ҳисоблаш) нейронларнинг бешинчи қатлами томонидан бажарилади. Бу тизимнинг тўртинчи қатлами натижаларини қўшади:

$$\tilde{\lambda}_i^* = \sum_{r=1}^{16} y_r. \quad (39)$$

Синтезланган нейрон тармоқ кейинчалик ҳисоблаш тармоқни канали орқали реал вақтда оқимларни узатиш ҳақида қарор қабул қилиш учун ишлатилиши мумкин. Ишлаб чиқилган модель билан бир қатор симуляция тажрибалари олиб борилди (3, 4-расм).

Симуляция тажрибаларидан бирининг натижаларини таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, нейро-қатъиймас тизимдан фойдаланиш прогнознинг мақбул сифатини олиш имконини беради.[7] Ноаниқлик муҳитидаги ҳисоблаш тармоқларининг тармоқлараро тугунларида трафикни бошқариш усул ва алгоритмларини ишлаб чиқиш билан боғлиқ илмий-техникавий нашрлар таҳлили ушбу соҳада сезиларли назарий ва амалий натижаларга эришилганлигидан далолат беради.

Хулосалар

Реал вақт оқимларини узатиш бўйича сўровлар интенсивлигини нейро-қатъиймас башоратлаш модели таклиф этилади. Бу модель 1-тартиб Сугено алгоритм мувофиқ фаолият беш қатламли нейрон тармоқни ёрдамида амалга оширилади. Симуляция натижалари шуни кўрсатадики, ушбу нейрон тармоқдан фойдаланиш реал вақтда тармоқ орқали узатилаётган оқимлар учун сўровлар интенсивлигини прогноз қилишнинг мақбул сифатини олиш имконини беради.[8] Услубиятда ноаниқлик шароитларида ишлайдиган ҳисоблаш тармоқларини бошқариш масалаларини автоматлаштирилган ечувчининг гибрид интеллектуал моделлари, адаптив нейро-қатъиймас моделлар, бошқариш масалаларида нейро-қатъиймас адаптив моделларни амалга ошириш усуллари, шунингдек ахборотларга ишлов беришнинг интеллектуал усулларини ишлаб чиқаришга алоҳида эътибор берилган.

Ҳисоблаш тармоқларининг тармоқлараро тугунларида трафикни бошқаришнинг нейро-қатъиймас моделини ҳисоблаб, тармоқларида маълумотлар оқимларининг самарали тақсимланишини ва уларни тугунлар ўртасида трафикларни кечкишини эҳтимоллигини оптималлаштиришга ўз ҳиссасини қўшади. Ҳисоблаш тармоқларида ахборот оқимларини қайта ишлашни тақсимлаш вазифасини эҳтимоллигини аниқлаб ва қайд этилган ахборот хавфсизлигини таъминлаш муаммоли вазифани алгоритмининг белгилашда қабул қилиб телекоммуникация тармоқларини иш самарадорлигини оширишга олиб келади.

Адабиётлар

[1] Siddikov I.X., Nigmatov Z.Z. Issledovaniye i analiz sredstv i metodov monitoringa vichislitel'nykh setey // Materiali mejdunarodnoy nauchnoy konferensii // «Innovatsionniye resheniya injenerno-texnologicheskix problem sovremennogo proizvodstva», 14-16 noyabrya 2019 g. 1-tom Buxara. S. 351-354.

[2] Kubrakova K. M. Mathematical model for quality estimation of real time flows requests servicing in a telecommunication network / K. M. Kubrakova // Modern problems of radio engineering, telecommunications and computer science (TCSET), 12th International Conference. – Lviv, 2014. – P. 536–538.

[3] Siddikov I.X., Nigmatov Z.Z., Axmedov B.M. Ma'lumotlarni uzatish jarayonlarini boshqarish usullarini tahlil qilish masalalarining intellektual yechuvchini yaratish // Respublikanskaya nauchno-texnicheskaya konferensiya «Problemi informatsionno-kommunikatsionnix texnologii v sisteme voyennoy svyazi». 12 aprel 2019 g. Tashkent. Str. 371-376.

[4] Siddikov I.X., Abdulkadirov A.A., Nigmatov Z.Z., Algoritmizatsiya dinamicheskogo upravleniya trafikom programmno-konfiguriruyemix setey // Sbornik materialov i mejdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferensii “Aktualniye problemi vnedreniya innovatsionnoy texniki i texnologiy na predpriyatiyax po proizvodstvu stroitel'nykh materialov, ximicheskoy promishlennosti i v смеjnix otraslyax”, 24-25 maya 2019 goda, 4-Tom, Fergana, str. 322-324.

[5] Z.Z. Nigmatov, B.A. Mekambayev, A.R. Oxunov., Infokommunikatsion tarmoqlarni neyron tarmoq asosida boshqarish tizimlari // Sbornik materialov i mejdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferensii “Aktualniye problemi vnedreniya innovatsionnoy texniki i texnologiy na predpriyatiyax po proizvodstvu stroitel'nykh materialov, ximicheskoy promishlennosti i v смеjnix otraslyax”, 24-25 maya 2019 goda, 4-Tom, Fergana, str. 325-328.

[6] Polshchykov K. O. Methods and technologies analysis of the real time traffic transmission requests servicing / Polshchykov K. O., K. M. Kubrakova, Odaruschenko O.M. // World Applied Programming, Vol. 3, N.9, September 2013, – P. – 446–450.

[7] Kubrakova K. M. Mathematical model for quality estimation of real time flows requests servicing in a telecommunication network / K. M. Kubrakova // Modern problems of radio engineering, telecommunications and computer science (TCSET), 12th International Conference. – Lviv, 2014. – P. 536–538.

[8] Polshchykov K. O. Synthesis of neuro-fuzzy systems of data flows intensity control in mobile ad-hoc network / K. O. Polshchykov // Microwave and Telecommunication

Technology (CriMiCo), 23rd International Crimean Conference. – Sevastopol, 2013. – P. 517–518.

[9] Zhu, X., Zhang, H., Cao, D. and Fang, Z. Robust control of integrated motor-transmission powertrain system over controller area network for automotive applications (2014) Mechanical Systems and Signal Processing, vol. 58, pp. 15–28.

[10] Сиддиков, И.Х., Бахриева, Х.А., Умурзакова, Д.М., Моделирование нечеткой адаптивной системы регулирования температуры теплоэнергетического объекта (2019) Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики», ISSN: 2010-7242, №2/2019, с.28-35.

[11] Сиддиков, И.Х., Умурзакова, Д.М., Бахриева, Х.А., Синтез адаптивной нейронечеткой системы управления параметрами парового котла (2019) Научно-технический журнал «Вестник ТГТУ», ISSN: 1684-789X, №2/2019, с.35-40.

[12] Siddikov, I.X., Umurzakova, D.M., Bakhrieva, H.A., Adaptive system of fuzzy-logical regulation by temperature mode of a drum boiler (2020) IJUM Engineering Journal, Vol. 21, No. 1, 2020. pp. 185-192. <https://doi.org/10.31436/ijumej.v21i1.1220>.

Сиддиков Исомиддин Хакимович

Доктор технических наук, профессор кафедры «Системы обработки информации и управление», ТашГТУ.

E-mail: isamiddin54@gmail.com

Нигматов Зафаржон Закирович. Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети Электроника ва автоматика факультети “Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш” кафедраси таянч докторанти (PhD).

Email. zafar4nig@mail.ru.

Sidikov I.X., Nigmatov Z.Z.**DEVELOPMENT OF A NON-PERSISTENT CONTROL OF TRAFFIC MANAGEMENT IN INTER-NETWORK NODES OF COMPUTING NETWORKS**

The article considers a model for analyzing the parameters of computer networks in real time, based on the use of a nonlinear neural network based on the first-order Sugeno algorithm. Pakazana developed a model for routing control packets in a transport network based on undefined neural network modeling systems and built a simulation model. The structure of statistical parameters of traffic is given, as well as actual problems of calculations in various infocommunication networks are presented..

Keywords: neuro-fuzzy network, Sugeno algorithm, real-time traffic

УДК 004.72

Эшмурадов А.М., Хайтбаев А.Ф., Музафаров Ф.А.**Симсиз сенсор тармоқда энергия истеъмолининг қиёсий таҳлили**

Мақолада симсиз сенсор тармоқ (ССТ) тугунларининг энергия истеъмоли ва энергетик самарадорлигини ошириш масаласи кўриб чиқилган. Сенсор тармоқнинг ишлашини бузилиши эҳтимоллигига таъсир қиладиган асосий омил тугуннинг энергия истеъмоли ресурсининг чекланганлиги ҳисобланади. Тугунларнинг энергия истеъмоли ва уларнинг таъминот элементларининг хизмат муддатини ҳисоблаш усули келтирилган. Сенсор тугунида сўровни қайта ишлаш боғлиқ равишда ток истеъмол қилиш осциллограммаси шу билан бирга сенсор тугунида нейрон тармоғини қўллаган ҳолда ток истеъмол қилиш ҳолатлари келтирилган. Сенсор тугунининг энергия истеъмол қилиши анъанавий ва нейрон тармоғини қўллаган ҳолда алоҳида кўриб чиқилган.

Калит сўзлар: симсиз сенсор тармоқ, тугуннинг энергия истеъмоли, маршрутизатор активлик цикли, яшаш цикли, нейрон тармоқ.

Кириш. Ўтган ўн йил ичида симсиз алоқа тармоғи ривожланиб кўпгина соҳаларда кенг қўлланмоқда. Сўнгги йиллардаги илмий тадқиқотларда кенг поласали тармоқларга янада катта эътибор берилмоқда. Лекин sanoatда мониторинг қилиш, “Ақлли уй” тизимлари, таксимланган маълумотларни тўплаш тизимлари ва бошқаларга боғлиқ кўплаб масалаларни ечишда 1 Мбит/сгача тезликли маълумотларни узатишли тармоқлар долзарб бўлиб қолмоқда.

Бундай тезликлар ижрочи қурилмалар ва сенсорлардан бошқариш ва ахборот маълумотларини узатиш учун етарли бўлади. Бундай тармоқларга айнан симсиз сенсор тармоқлар киради. ССТда нейрон тармоқларини қўллаш сенсор тармоқ тугунларида маълумотларга ишлов бериш, узатиш ва қабул қилиш тезликларини оширади.

Симсиз сенсор тармоқларни лойиҳалаштириш ва қуришда турли тадқиқотлар соҳаларига тегишли бўлган кўплаб мураккаб масалаларни ечиш зарур бўлади. Асосий муаммолардан бири симсиз сенсор тармоқларнинг юқори рад этишга барқарорлигини таъминлаш ҳисобланади. Тармоқнинг ишлашини бузилиши бир неча сабабларга кўра алоқа тугунлари ва каналларини рад этиши туфайли бўлиши мумкин:

-тугунларнинг катта сони (эҳтимоллар назариясига мувофиқ);

-ташқи кераксиз таъсирлар (оғир ҳалақитли ҳолат, механик ва электростатик таъсирлар);

-тугун энергия таъминоти ресурсининг чекланганлиги.

Симсиз сенсор тармоқларнинг стабил ишлашига таъсир қиладиган юқорида санаб ўтилган омилларидан фақат таъминот манбаининг чекланган сифминини тармоқнинг кейинги ишлашида ҳисобга олиш ва мос равишда бу таъсирни камайтириш мумкин. Демак, симсиз сенсор тармоқлари тугунларининг энергия самарадорлигини ошириш кўплаб тадқиқотчилар учун долзарб мавзу ҳисобланади, энергия истеъмолини таҳлил қилиш ва уни оптималлаштириш нафақат симсиз сенсор тармоқларда, балки бошқа симсиз тармоқларда ҳам истиқболли йўналиш ҳисобланади.

Муаммонинг қўйилиши. Симсиз сенсор тармоқларга асосий талаблардан бири ҳар бир тугуннинг энергияни истеъмол қилишини камайтириш билан бажариладиган уларнинг автономлиги ҳисобланади.

Бу муаммони ечилиши учун қуйидаги усуллар ишлатилади:

- узатишни уланиши вақтини аниқлаш ва оптималлаштириш;

- кўп бўғинли узатиш, яъни тўғри узок масофали узатиш ўрнига оралик тугунлар орқали маълумотларни

жўнатиш;

- дастлабки ишлов бериш ва узатиш учун зарур бўладиган маълумотлар ҳажмини қисқартириш.

Ички таъминот манбаларисиз қурилмалар энергияни тўғридан-тўғри атроф-муҳитдан олиши керак. Бундай турдаги айрим қурилмалар қуёш элементлари билан жиҳозланган, бошқалари механик энергияни электр энергиясига ўзгартиради. ZigBee симсиз қурилмаларининг ишлатилишида радиотўлқинлар энергиясидан фойдаланиш энг истиқболли ҳисобланади.

Таъминот манбаига эга бўлган ёки эга бўлмаган ҳар қандай сенсор тармоқ тугуни учун унинг энергетик самарадорлигини ошириш долзарб ҳисобланади. Бу масалани ечилиши учун сенсор тармоқ тугуни ва маршрутизаторининг энергия истеъмол қилишини таҳлил қилиш бўйича қатор тадқиқотларни ўтказиш зарур бўлади. Шунингдек, қабул қилгич-узаткичнинг ишлашини ва тармоқ тугунидаги маълумотларни қайта ишлашни оптималлаштириш мақсадга мувофиқ бўлади.

Адабиётларнинг таҳлили. Тармоқнинг ишлашини оптималлаш учун ССТ тугунларининг энергия таъминоти жиҳатлари [1] ва [6] ишларда кўриб чиқилган. Лекин бу ишларда тугуннинг ёки бутун тармоқнинг энергия истеъмолини батафсил таҳлил қилиш амалга оширилмаган.

Таъкидлаш керакки, микроминиатюризациялаш ва микроэлектрониканинг ривожланиши таъминот батареяларидан бир неча йил ишлашга имкон берадиган қабул-қилгичлар ва микроконтроллерларни яратишга имкон берди [2] Лекин ССТ тугунининг хизмат кўрсатиш муддати ундан ўта паст энергия истеъмоли режимларидан фойдаланиш учун ўзига хос аҳамиятга эга бўлади. Бу режим яна тармоқ ичида хабарларни қабул қилиш ва узатишга кичик вақтни кўзда тутди. Шунинг учун интенсив ахборот алмашинувли маълумотларни тўплаш тармоқлари учун энергия самарадорлиги бўйича тадбирларни ўтказиш мақсадга мувофиқ.

ССТ тугунларининг энергетик цикларини таҳлил қилишга Зеленин А. Н., Власова В. А ўз ишларида эътибор берган [3] Ишда ССТда энергия самарадорлигини оширишнинг айрим томонлари кўриб чиқилган. ССТ тугунининг энергия истеъмолини ҳисоблаш учун таклиф этилган нисбатлар комбинациялаш йўли билан турли бажариладиган функцияларда бирламчи параметрлардан фойдаланиш билан батареянинг зарядини сарфланишини баҳолашга имкон беради.

ССТ энергетик самарадор тугунларини таҳлил қилиш ва ишлаб чиқиш, улар учун дастурий ва аппаратлар воситаларини яратишга Texas Instruments америка компанияси катта эътибор бермоқда. Бу компаниянинг тадқиқотларидан экспериментал маълумотлар [5] бу ишда симсиз сенсор тармоқ тугунининг энергия истеъмолини

таҳлил қилиш учун олинган.

IEEE 802.15.4 спецификациясига мувофиқ [2], ССТ қуйидаги учта қурилмалар турларига бўлинади:

- охириги қурилмалар (ОҚ);
- маршрутизаторлар;
- ягона координатор, у бошқаради ва тармоқдан бутун маълумотларни тўплайди.

Стандартга мувофиқ координатор ишдан чиққанда унинг ролини исталган маршрутизатор ўзига олиши мумкин. Лекин бу камдан-кам рўй беради, чунки ССТ координатори стационар таъминот манбаига эга бўлади ва кўпинча яна шлюзга, мисол учун ZigBee-Ethernetга уланади. Амалда ўз автоном таъминот манбаларига фақат ОҚ ва маршрутизаторлар эга. Демак, фақат уларнинг энергия истеъмолини таҳлил қилиш зарур.

ZigBee юқори даража тармоқ протоколлари спецификацияси асосидаги симсиз сенсор тармоқларнинг қурилиши ўзига хос хусусиятларини кўриб чиқишда тугунда узатиладиган маълумотларга дастлабки ишлов бериш ва ҳажмини қисқартириш усулларидан бири сифатида [7] ишда маълумотларни сиқиш таклиф этилган.

Узатиш маршрутини энергетик баланслаш Y. Chen [6] ишида кўриб чиқилган. Узатиш маршрутини энергетик баланслашли ССТ тугунлари учун таъминот манбаларини энергетик чеклаш ҳисобга олиниши асосидаги EBMР (Energy-Balancing Multipath Routing) маршрутлаштиришга янги ёндашиш таклиф этилган.

[5] мақолада Mesh Logic технологияси асосидаги симсиз сенсор тармоқларни қуришнинг турли вариантларини таҳлил қилиш келтирилган. Тугунларнинг ўртага энергия истеъмоли ва уларнинг таъминот элементларини хизмат муддатини ҳисоблаш услуги келтирилган.

Mesh Logic технологияси тармоқнинг исталган қурилмалари орасида маълумотларни узатиш учун тармоқ протоколлари тўпламини ишлатадиган аппаратлар ва дастурий таъминот комплекси ва ССТ яратиш учун универсал асос эканлиги ҳисобга олинса, у ҳолда тугунларнинг энергия истеъмоли ўртача қийматларини ҳисоблаш услубини бошқа дастурий-аппаратли платформаларда қурилган тармоққа мослаштириш мумкин [4]

ССТнинг ривожланишини тутиб турувчи омиллар орасидан алгоритмларнинг энергетик самарадорлигини бохалаш усулларининг етарли бўлмаган ривожланиши, шунингдек ишлаётган тизимларнинг энергия истеъмоли параметрларини назорат қилишга имкон берадиган ахборот-ўлчов тизимларини мавжуд эмаслигини таъкидлаш мумкин.

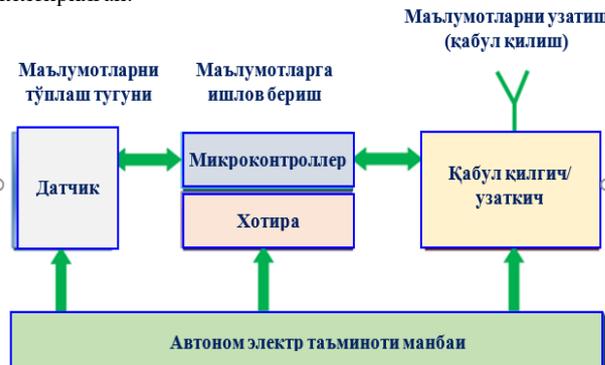
Энергия истеъмоли соҳасидаги мавжуд ишлар асосан ССТда ҳажми бўйича сезиларли ва ўзгармас трафик шароитларида маълумотлар пакетларини оптимал маршрутлаштириш алгоритмларини қуриш бўйича назарий масалаларга тегишли. Шу билан бир вақтда [6] иш симсиз сенсор тармоқларнинг энергия истеъмолини мониторинг қилиш ва таҳлил қилиш учун ахборот-ўлчов тизимларини қуришга бағишланган.

Хулоса қилиш мумкинки, ССТнинг яшаш цикли таъминот манбаининг яшаш цикли билан чекланган ва энергия истеъмолини камайтириш масаласи муҳим ҳисобланади, уни самарали ечиш эса симсиз сенсор тармоқларни кейинги ривожлантиришга тўғридан-тўғри таъсир қилади.

**Электр таъминотини таҳлил қилиш
Симсиз сенсор тармоқ тугунининг энергия
истеъмолини таҳлил қилиш**

Сенсор тармоқ тугунининг энергияни истеъмол

қилишини таҳлил қилиш учун унинг тузилмасни кўриб чиқамиз. Тузилма атроф-муҳитдан маълумотларни оладиган датчик, микроконтроллер, хотира, радиоузаткич-қабул қилгичва автоном таъминот манбаидан ташкил топади. Сенсор тармоқлар тугунининг тузилмаси 1-расмда келтирилган.

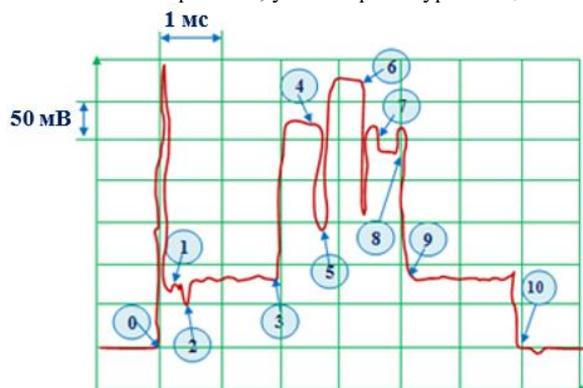


1-расм. Симсиз сенсор тармоқ тугунининг тузилмаси

1-расмдан кўринадики, сенсор тармоқ тугуни таъминот манбаининг энергияси- датчик (датчиклар)га, датчикдан (сенсордан) олинган маълумотларни қайта ишлашни амалга оширадиган хотирага эга бўлган микроконтроллер ва радиоқабул қилгич-узаткични таъминлашга сарфланади. Сенсор тармоқ асраши керак бўладиган асосий ресурслар таъминот манбаининг энергияси ва сенсор тармоқ тугунининг ўтказиш қобилиятини ҳисобга олиш мумкин.

2-расмда келтирилган манзилни ўрнатиш ва координаторни кидириш вақтидаги тармоқ энергия истеъмолини таҳлил қилиш билан кўриш мумкин бўладики [3], энергиянинг асосий қисми маълумотларни қайта ишлаш ёки сақлашга эмас, балки коммуникацияга (маълумотларни қабул қилиш ва узатишга) сарфланади.

2- расмда CC2530 қабул қилгич -узаткич асосида қурилган симсиз сенсор тармоқ тугунининг энергия истеъмоли тасвирланган, унибафасил кўриб чиқамиз.



2- расм. CC2530 қабул қилгич-узаткич асосида қурилган сенсор тармоқ тугунининг энергияни истеъмол қилиши

0 нуктадан 1 нуктага ўтиш трансивернинг start-up режимини билдиради, бунда 0,2 миллисекунд давомида 12 мА энергия сарфланади. Кейинги 1 нуктадан 2 нуктагача ўтгунча микроконтроллер ташқи кварц резонаторида 16 МГц частотада 0,25 микросекунд давомида 6 мА энергия сарфи билан ишлайди, ташқи кварцли резонатор 32 МГц частотага ўтганида (2-3 нукталар) энергия истеъмоли 1,7 миллисекунд давомида 7,5 мАгача ортади.

Микроконтроллер иш режимига ўтиши билан сезиларли қатта 27 мА энергия сарфи билан сенсор тармоқ координатори сигнални кидириш учун эфирни

текширишни (RX mode) амалга оширади. Бундан кейин тугунга тармоқ координатори билан боғланиш зарур бўлади ва у узатиш режимига ўтади, лекин оний эмас, балки 14 МАли энергия сарфи билан 2,2 миллисекундга тенг бўлган вақтдан кейин ўтади (2-расмдаги 4-5 нукталар).

Маълумотларни узатишда таъминот манбаининг энг кўп энергияси сарфланади, айнан 0,5 миллисекунд давомида 32 МА сарф бўлади. Узатишдан кейин узатиш режимдан эфирни текшириш режимига ўтилади (6-7 нукталар), бунда 0,2 миллисекунд давомида 25 МА энергия сарф бўлади. Кейин яна 0,35 миллисекунд давомида 23 МА энергия сарфланадиган эфирни текшириш бўлиб ўтади. 8 нуктадан 9 нуктага ўтиш эфирни эшитиш жараёнини тугаши ва тугун манзилни аниқланишини кўрсатади.

9 нуктадан 10 нуктага ўтишда тугун кутиш режимига ўтади. Кутиш режимда СС2530 қабул қилгич-узаткич 1 секунд давомида 1 мкАни сарфлайди. Шундай қилиб, кўрииб турибдики, энергиянинг асосий қисми маълумотларга ишлов бериш ёки сақлашга эмас, балки маълумотларни қабул қилиш, эфирни эшитиш ва узатишга сарфланади.

Қайси ишлаш режимларини минимумга келтириш кераклигига аниқ жавоб бериш учун СС2530 трансиверининг номинал энергия истеъмол қилишини кўриб чиқамиз [3], у битта кристалдаги қабул қилгич-узаткич ва микроконтроллердан (MCS-51 ядроси) иборат (1- жадвал).

1- жадвал

СС2530 трансиверининг турли режимлардаги номинал энергия истеъмол қилиши

Ишлаш режими	Эфирни эшитиш (Mode RX)	Маълумот жўнатиш (1 dBmга)	Микро-конт-роллер ишлаши	Ишлаш режими (4 мкс)	Кутиш режими
Истеъмол, МА	24	29	9	0,2	0,0004 дан 0,001 гача

Нейрон тармоқда кўп қўлланиладиган СС2652RB трансиверининг номинал энергия истеъмол эса 2- жадвалда келтирилган.

2- жадвал

СС2652RB трансиверининг турли режимлардаги номинал энергия истеъмол қилиши

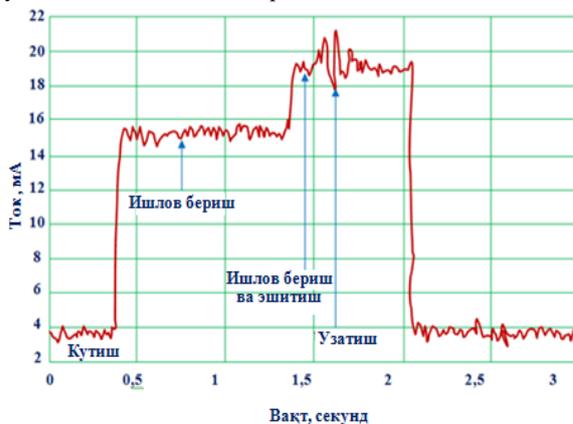
Ишлаш режими	Эфирни эшитиш (Mode RX)	Маълумот жўнатиш (1 dBmга)	Микро-конт-роллер ишлаши	Ишлаш режими (4 мкс)	Кутиш режими
Истеъмол, МА	20	24	7	0,14	0,0002 дан 0,0008 гача

4-расмда ССТ тугунида нейрон тармоғини қўллаган ҳолатда сенсор тугунини ток истеъмол қилиши осциллограммаси келтирилган.

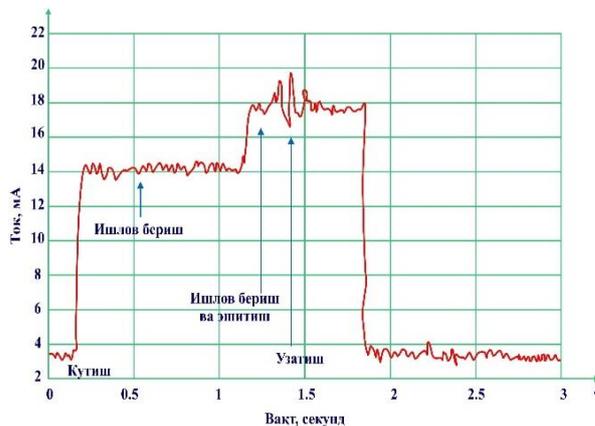
Қатта маълумотлар ҳажмларини узатишда бўлиши мумкин сенсор тугунининг ток истеъмол қилиши осциллограммаларига мисол 3- расмда келтирилган.

3- расмдан кўринадик, сўровни қайта ишлаш босқичига боғлиқ равишда сенсор тугунининг ток

истеъмоли узун вақт оралиғида нотеқис бўлади. Осциллограммадан кўрииб турибдики, ички қайта ишлаш вақтида тугун 15 МА атрофидаги токни истеъмол қилади. Эфирни текширишда истеъмол 20 МА гача, маълумотни узатишда эса 22 МА гача ортади.



3- расм. Сўровни қайта ишлаш босқичига боғлиқ равишда сенсор тугуни ток истеъмол қилиши осциллограммаларига мисол



4 – расм. Сенсор тугунида нейрон тармоғини қўллаган ҳолатда ток истеъмол қилиш ҳолати

4- расмдан кўрииб турибдики, сўровни қайта ишлаш босқичида сенсор тугунининг ток истеъмоли вақти аънавий сенсор тугунига қараганда нисбатан қисқароқ вақтда амалга оширилади. Нейрон тармоғининг қўйилган масалани бажариш тезлиги нисбатан юқорироқ бўлгани туфайли сўровни қайта ишлаш ва маълумотларни узатиш, қабул қилиш вақти аънавий сенсор тугуниникига нисбатан қисқароқ бўлиши кузатилади.

Тугуннинг битта циклдаги E_e энергия истеъмол қилишини келтирилган таҳлидан келиб чиқиш билан энергия истеъмоли йиғиндиси сифатида қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$E_e = E_{slep} + E_{MCCU} + E_{rev} + E_{tram} + E_{ather} \quad (1)$$

бу ерда E_{slep} – тугун кутиш режимда истеъмол қиладиган энергия;

E_{MCCU} – тугун микроконтроллер ёки у бўлмаганида қабул қилгич-узаткичнинг ҳисоблаш ядроси ишлайдиган вақтида истеъмол қиладиган энергия;

E_{rev} – тугун қабул қилиш режимда истеъмол қиладиган энергия;

E_{tram} – тугун узатиш режимда истеъмол қиладиган энергия;

E_{ather} – тугун бошқа режимларда истеъмол қиладиган

энергия.

Юқорида келтирилган (1) формулага асосланиб сенсор тугунининг энергия истеъмол қилишини E_e анъанавий ва нейрон тармоғини қўллаган ҳолат учун кўриб чиқамиз (5-расм).



5-расм. Сенсор тугуни энергия истеъмоли графиги

Симсиз сенсор тармоқ маршрутизаторининг энергияни истеъмол қилишини таҳлил қилиш

ССТ маршрутизаторининг энергияни истеъмол қилишини билиш учун, маршрутизатор сенсор тугундан нимаси билан фарқланишини аниқлаш зарур. Сенсор тармоқ маршрутизатори унга берилган R соҳа чегараларида “мини координатор” сифатида ишлайди (6- расм).

6-расмдан кўринадики, маршрутизатор тўғридан-тўғри ёки оралик тугунлар орқали маълумотларни тўплаши, шунингдек уларнинг узатилишини бошқариши мумкин.

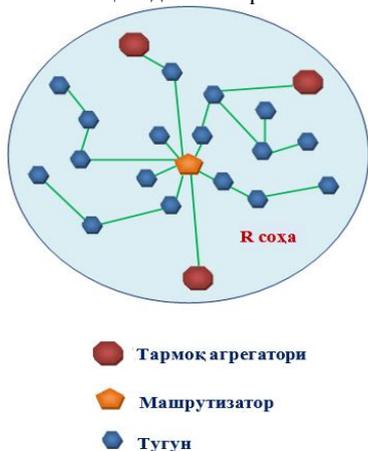
Маршрутизаторнинг битта цикл давомидаги энергия истеъмол қилишини (2) формуладан аниқлаш мумкин:

$$E_e = E_e^k + \sum_{m=1}^m E_m + \sum_{a=1}^a E_a \quad (2)$$

бу ерда E_e^k – маршрутизатор координатор билан алоқа қилиши учун истеъмол қиладиган энергия;

E_m – маршрутизатор унга бўйсунадиганги сонлисимсиз ССТ тугунлари билан алоқа қилиши учун истеъмол қиладиган энергия;

E_a – маршрутизатор тармоқ агрегатори билан алоқа қилиши учун истеъмол қиладиган энергия.



6 - расм. Маршрутизатор тармоқ тугунларининг ишлашини бошқаридиган R соҳаси

ССТда энергия истеъмол қилишни минималлаштириш учун маълумотларни агрегациялашдан фойдаланиш мумкин. 6 - расмдан кўриб турибдики, R соҳада маршрутизатор ва охириги тугунлардан ташқари, тармоқ агрегатори бўлиши мумкин. Координаторга

тармоқни қандайдир тугунининг интеграл характеристикасини аниқлаш талаб қилинса, бу ораликнинг тугунларидан бири тармоқ агрегатори сифатида тайинланади.

Агрегатор ораликнинг бошқа тугунларидан аниқланадиган характеристикаларнинг хусусий қийматларини тўплайди, агрегатлаш функциясини ҳисоблайди ва бу қийматни тармоқ координаторига узатади. Бунда маълумотларни узатишга умумий сарфлар агрегатор бўлмагандагидан сезиларли паст бўлади. 6 - расмдан кўриб турибдики, симсиз сенсор тармоқнинг айрим тугунларига хабарни ўз маршрутизаторига эмас, балки тармоқ агрегаторига узатиш янада оддий бўлади.

Тугунларнинг ўртача энергия истеъмолини ҳисоблаш ва уларнинг самардорлигини аниқлаш

Тармоқда тугунларнинг ўртача энергия истеъмол қилишини аниқлаш учун симсиз сенсор тармоқда бўладиган ишлаш цикллари аниқлаш зарур бўлади. Асосий ишлаш циклининг тузилиши 7 - расмда келтирилган.



7 - расм. Маълумотлар пакетини узатишда ССТ тугунининг асосий ишлаш цикли

Сенсор тармоқ тугунининг асосий ишлаш циклидан ташқари, қатор бошқа цикллари мавжуд, лекин амалий тадқиқотлардан [3] келиб чиқиш билан уларнинг бутун тармоқнинг энергия истеъмолига таъсирини эътиборга олмаслик мумкин. Маълумотларни тўплаш алгоритмларининг ва симсиз сенсор тармоқда ишлатиладиган маршрутлаштириш протоколларининг самардорлигини баҳолаш тугуннинг ва умуман бутун тармоқнинг хизмат кўрсатиш вақти ва энергияни истеъмол қилишини билиш талаб қилинади.

Энергияни истеъмол қилиш қиймати кўплаб омилларга боғлиқ бўлади, шунинг учун тармоқнинг ҳаёт вақтини баҳолаш учун тармоқнинг энергияни истеъмол қилишини реал тавсифлай оладиган энергияни истеъмол қилиш модели ишлатилади.

Бутун симсиз сенсор тармоқнинг энергияни истеъмол қилиши (3) формула орқали аниқланади:

$$E_{wsn} = \sum_{k=1}^k E_k + \sum_{r=1}^r E_r + \sum_{e=1}^e E_e \quad (3)$$

бу ерда E_k – симсиз сенсор тармоқ координатори истеъмол қиладиган энергия, $k=1$;

E_r – r маршрутизаторлар истеъмол қиладиган энергия;

r – тармоқдаги роутерлар сони;

E_e – охириги қурилмалар истеъмол қиладиган энергия;

e - тармоқдаги охириги қурилмалар сони.

(1) - (3) формулалар охириги қурилмалар, маршрутизаторлар ва бутун тармоқ таъминот манбаининг энергиясини нимага сарфлашини кўрсатади.

7 - расмни таҳлил қилишдан кўриб турибдики, тугунларнинг асосий ишлаш цикли такрорланади. 1-хабарнинг узатилиши тармоқ активлиги цикли вақтида битта циклда ўтади.

Активлик цикллари ва уларнинг ишлаш вақтини ҳисобга олиш билан тармоқнинг энергияни истеъмол қилишини аниқлаймиз:

$$E_{wsn.all} = \sum_{k=1}^k E_k \cdot T_k + a \cdot (\sum_{r=1}^r E_r \cdot T_r + \sum_{e=1}^e E_e \cdot T_e) \quad (4)$$

бу ерда T_a – тармоқнинг активлиги цикллари сони;

T_k – координаторнинг ишлашига сарфланган вақт;

T_r – активлик цикли вақтида r -нчи маршрутизаторнинг ишлашига сарфланган вақт;

T_e – активлик цикли вақтида e -нчи охириги тугуннинг ишлашига сарфланган вақт.

Одатда тармоқнинг хизмат кўрсатиш вақти биринчи ишдан чиқадиган курилмаларнинг хизмат кўрсатиш вақти орқали аниқланади. Тармоқнинг хизмат кўрсатиш вақтини ҳисоблаймиз, агар батарея E_{bat} зарядга эга бўлса, у ҳолда бутун тармоқнинг хизмат кўрсатиш вақти қуйидагига тенг бўлади:

$$T_{life} = \frac{E_{bat}}{E_{wsn}} \cdot T_a = \frac{E_{bat}}{E_{wsn.all}} \quad (5)$$

бу ерда T_a – тармоқ активлиги цикллари сони.

Тадқиқотлар натижаларининг синалиши

Нейрон тармоқда сенсор тугунининг энергияни истеъмол қилишини камайтириш механизмлари маълумотларни тўплаш моделига боғлиқ. Шунингдек тугуннинг энергия истеъмолига маълумотларни тўплаш модели бўйича қурилган тугуннинг ишлаш алгоритми ҳам таъсир қилади.

Тадқиқотлар натижалари тармоқнинг реал истеъмолини тавсифлаш нуктаи назаридан қизиқиш уйғотади. Иш учун экспериментал маълумотлар [3,5] манбалардан олинган.

Энергия истеъмоли қиймати кўплаб омилларга боғлиқ, шунинг учун тармоқнинг яшаш вақтини баҳолаш учун тармоқ истеъмолини реал тавсифлай оладиган энергия истеъмоли моделлари ишлатилади. Таклиф этилган ғоялар Castalia тизимида имитацион моделлаштириш ёрдамида мосликка текширилган]

Нейрон тармоғини қўллаган сенсор тугунларининг энергия истеъмолини таҳлил қилишга таклиф этилган ёндашуви ва имитацион моделлаштириш ёрдамида қиммат турадиган табиий моделлаштиришсиз тармоқ характеристикаларини баҳолашни олиш ва лойиҳаланадиган тармоқ учун турли ишлаб чиқарувчиларнинг модулларини қўлланиши мумкинлигини аниқлаш мумкин.

Хулоса

Энергия истеъмоли ССТнинг ишлаш сифати асосий параметрларидан бири ҳисобланади, шунинг учун бундай тизимларни яратишда уни ҳисоблаш ҳақидаги масала биринчи бўлиб вужудга келади. Мақолада симсиз сенсор тармоқлар тугунларининг энергия истеъмолини таҳлил қилиш ўтказилган. Охириги тугун ва маршрутизаторнинг энергия истеъмолини ҳисоблаш услуги келтирилган, шунингдек нейрон тармоқни қўллаган ҳолда ССТнинг яшаш вақтини ҳисоблаш берилган. Бу иш ССТни куриш учун аппаратлар таъминотини танлашда фойдали бўлади.

Адабиётлар

, Metod funkcionirovaniya sistem monitoringa parametrov ob'ektov s izmenyaemoy konfiguratsiey na baze diskretnix systems for monitoring the parameters of objects with a variable

c

o

n

(Determination of the perimeter of the coverage area of wireless sensor networks) 2010 - № 10, pp.25-30.

g

(Features of the implementation of wireless sensor networks based on ZigBee technology) Aktualne problemy

sovremennoy nauki - 2010". № 31, pp. 7-11. Energy Evaluation of Wireless Nodes in MeshLogic Networks) Besprovodnie tekhnologii. - 2010. - № 1, pp. 28-31.

s

Distributed Wireless Sensor Network Power Monitoring System) Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki. - 2011. - № 5

b

Chen, N. Nasser // Quality of service in heterogeneous wired/wireless networks QShine '06. - 2006. - Vol. 21. - P. 245-249. doi: 10.1145/1185373.1185401

d

n Эшмуродов Абдимурод Менгташевич- Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети, телекоммуникация инжиниринги кафедраси, доцент.

E-mail: a.eshmuradov@mail.ru

i

Хайтбаев Айбек Файзуллаевич- Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети, телекоммуникация инжиниринги кафедраси

катта ўқитувчиси

E-mail: akhaytaev@bk.ru

e

Музафаров Фаррух Адхамович-Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети, телекоммуникация инжиниринги кафедраси

катта ўқитувчиси

E-mail: farruhmuzafarov@gmail.com

f

g

A.M Eshmuradov., Xaytbayev A.F., Muzafarov F.A.

a

Energy analysis knots of wireless sensor networks

d

The issue of energy consumption and energy efficiency of the nodes of wireless sensor networks (WSN) is considered in the article. It is revealed that the main factor influencing the increase in the probability of a malfunction of sensor networks is the limited resources of the power node. The methodology of node energy.

The sensor node shows the current voltage oscillogram, depending on the processing stage of the request, as well as the use of the neural network on the sensor node. The energy consumption of the sensor node is considered separately using both conventional and neural networks.

Keywords: wireless sensor networks, energy consumption, router, activity cycle, life cycle, neuron network.

sv

o

b

k

a

z

o

b

k

m

a

t

pv

o

r

Нигматов Х., Умаров У.А.

Определение основных характеристик телекоммуникационной сети с разнотипными каналами связи и изменяющейся структурой

В статье рассматриваются задачи определения основных качественных показателей телекоммуникационной сети с разнотипными каналами связи и изменяющейся по времени структурой их функционирования для обеспечения заданной надежности, достоверности и времени доведения защищенных сообщений до потребителей информации. Основным методом решения данной задачи используются аналитические и методы имитационного моделирования на персональных компьютерах. Кроме этого приведены специфические особенности процесса моделирования обмена сообщениями в сети связи с разнотипными каналами и заданной структурой.

Ключевые слова: телекоммуникационной сети, разнотипные каналы связи, сети с изменяющейся структурой, алгоритмы имитационного моделирования

Введение. В мире настоящее время наблюдается интенсивное развитие и внедрение надежных и защищенных информационно - коммуникационных технологий для обмена данными между различными потребителями информации, особенно с бурным развитием высокоскоростных мобильных систем связи различных сотовых компаний. Построение таких систем, как правило, основывается на использовании существующей как проводной, так и беспроводной телекоммуникационной сети связи для организации обмена данными между различными абонентами разнородной сети.

Как всем известно, современная телекоммуникационная сеть связи является сложной системой с большим числом разнообразных пунктов и узлов, связанных многочисленными каналами различного типа, назначения и пропускной способности. По каналам связи проходят сложные мультимедийные потоки разнородной информации, предназначенной для обработки и доставки многочисленным потребителям. При этом режим работы сети непрерывно изменяется, отражая многообразные случайные или закономерные изменения современной деятельности, и такие изменения приводят к определенным трудностям при попытке обеспечить надежную достоверную связь для оптимального управления различными объектами, являющимися потребителями информации.

Создание научных основ исследования и построения безопасных защищенных телекоммуникационных сетей невозможно без разработки и использования моделей функционирования сетей с достаточной адекватностью отображающих основные структурные и функциональные отношения сетевых систем.

Существует большое количество работ, посвященных определению различных характеристик сетей телекоммуникации. Эти работы, в основном, ориентированы на исследование сети с проводными каналами связи [1,2, - 6].

Специфической особенностью построения современных комплексных информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) является разнотипность используемых каналов и динамичность (изменчивость) структуры сети, т.е. это относится к телекоммуникационным сетям с разнотипными каналами связи и изменяющейся структурой. Под этим понимаются использование проводных, волоконно-оптических, а также беспроводных мобильных сотовых радиоканалов связи [7, 8].

Дополнительными особенностями таких систем является необходимость учета приоритетов сообщений по

их важности и срочности, а также режимов передачи и приема, которые могут быть весьма различными.

Для определения основных качественных характеристик сетей связи с проводными и беспроводными каналами связи изменяющейся структурой и выявления эффективности их функционирования в качестве исследовательского инструментария могут применяться аналитические методы и методы статистического (имитационного) моделирования на персональных компьютерах (ПК). Как было сказано под изменяющейся структурой нами понимается мобильная (в частности, сотовая) или спутниковая связь, хотя базовые станции неподвижные, но абоненты могут находиться в движении, что и приводит к изменению структуры сети на данный момент времени.

Эффективность функционирования защищенной информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) с изменяющейся структурой зависит не только от качественных показателей компонентов, но и от алгоритмов управления и адаптации отдельных компонентов сети к существующей оперативной ситуации. Поэтому разработка методов и адаптивных алгоритмов управления сетями передачи данных с изменяющейся структурой важна в научном и практическом отношении [9, 10].

Как известно, обмен данными в современной информационно-коммуникационной технологии осуществляется на основе обычной телекоммуникационной телефонной и беспроводной мобильной (сотовой) сети связи.

Объектом исследования является телекоммуникационная сеть с проводными и беспроводными радиоканалами связи и изменяющейся во времени структурой, предназначенная для обеспечения надежной и безопасной связи между отправителями и получателями информации (ОПИ).

Эффективность функционирования сетей, их стоимость, пропускная способность, помехоустойчивость, надежность и другие параметры определяются выбором комплекса технических средств и структуры сети [11].

Обычно построение или развитие телекоммуникационных сетей начинается с предварительного анализа характеристик информации, циркулирующей в разрабатываемой системе и исследования свойств и взаимосвязи источников, и потребителей информации. Все это влияет на выбор структуры, топологии, процедур и состав компонентов телекоммуникационной сети. Преимуществами построения или развития телекоммуникационной сети с использованием центров коммутации по сравнению с сетями, структура которых повторяет структуру обслуживаемой системы управления, являются:

- значительное сокращение общего количества каналов связи и их протяженности вследствие того, что нет необходимости организации многочисленных прямых направлений между различными объектами или абонентами;

- высокая эффективность использования пропускной способности каналов связи, в связи с использованием одних и тех же каналов для передачи многих и различных видов информации между различными пользователями сети мобильной связи;

- использование одной комплексной телекоммуникационной сети для обмена информацией в интересах многих больших систем управления.

Основными параметрами, характеризующими сеть связи и обслуживаемую клиентуру, можно считать:

а) количество и тип каналов связи между узлами коммутации проводной сети или базовыми станциями мобильной связи;

б) интенсивность потоков поступающей нагрузки;

в) скорость передачи информации;

г) вероятность ошибок;

д) время задержки информации;

е) пропускная способность ветвей сети;

ж) защищенность передаваемой информации.

Между перечисленными переменными параметрами, характеризующими информационную сеть существует определенная взаимозависимость.

В качестве критерия оптимизации построения надежной защищенной сети телекоммуникации желательно использовать минимизацию суммы временных задержек, приводящих к запаздыванию доведения информации до получателя, вероятности ошибок на символ информации, а также капитальных и эксплуатационных затрат на повышения защищенности, надежности доведения, обеспечения заданной скорости доставки и времени доведения до потребителя информации [1]:

$$C_{\Sigma} = \min \Sigma t_{\text{зад общ}} + \min \Sigma P_{\text{ош}} + \min \Sigma C_{\text{зам}}$$

где:

$t_{\text{зад}}$ - время задержки доставки информации к получателю,

$P_{\text{ош}}$ - вероятность ошибки на символ переданной информации,

C_{Σ} - капитальные и эксплуатационные затраты (затраты на совершенствование системы, путем повышения помехоустойчивости, надежности системы, скорости передачи и уменьшения времени доставки сообщения и т.д.).

Как известно, снижение запаздывания информации можно добиться путем повышения скорости передачи информации по каналу связи и уменьшением времени ожидания в узлах связи, а снижения количество ошибок в каналах связи можно достичь повышением помехоустойчивости систем передачи данных, что возможно при введении информационной или процедурной избыточностей (приводящих к снижению скорости передачи), увеличении мощности и усложнении технических средств передачи данных, а также повышением стоимостных затрат на построения таких систем. Применение более мощных и более сложных технических средств для повышения помехоустойчивости приводит к дополнительным материальным затратам, которые определяются стоимостными оценками.

Применение вышеприведенного критерия при функционировании сети дает возможность учитывать технико-экономические показатели объектов, являющимися потребителями информации.

Учет этих факторов при функционировании сетей позволяет более объективно и реально определять режимы использования существующей сети телекоммуникации.

Предлагаемый подход для обеспечения информационной безопасности в сетях и системах телекоммуникации заключается в том, что при разработке и построении любых информационных систем и средств защиты информации необходимо учитывать запаздывания информации, с учетом их важности, определяемым получателем данного сообщения.

Важность информации определяется материальным эффектом от экономии обобщенных затрат труда объекто-получателя для достижения поставленной цели. В общем случае достижение цели описывается выражением

$$П = П_0 - C_{\text{зам}}$$

где: $П$ - показатель, характеризующий работу объединенной системы (прибыль, производительность, качество и количество продукции, степень выполнения поставленной задачи и т.п.); $П_0$ - показатель $П$, принимающий максимальные значения при абсолютно точном и надёжном функционировании информационной системы. $C_{\text{зам}}$ - стоимость затраты на совершенствования системы телекоммуникации. Достоинством этого выражения является тот факт, что $П$ синтезирует изменения стоимости не только для создания защищенной телекоммуникационной сети, но и общих затрат системы в целом.

В процессе проектирования или развития существующих сетей с разнотипными каналами и изменяющейся структурой приходится решать следующие задачи:

- задача анализа, когда задан набор внешних и внутренних параметров сети и требуется оценить качество (показатели) ее функционирования;

- задача оптимизации, которая заключается в определении внутренних параметров сети, обеспечивающих передачу заданных потоков информации с требуемым качеством (по заданному критерию).

В основном решение задач анализа и синтеза различных сетей телекоммуникации сводится к задачам оценки вероятностно-временных характеристик (ВВХ).

Для оценки ВВХ сети с разнотипными каналами предлагается комбинированное использование аналитических и статических моделей. При этом выбор метода и моделей для оценки ВВХ определяется характеристиками и параметрами потоков сообщений, передаваемых по сети, а также различными законами обслуживания сообщений.

Исследование структуры и законов распределения потоков сообщений является необходимым условием при оценке вероятностно - временных характеристик (ВВХ) и решении задач анализа и синтеза сетей с разнотипными каналами и изменяющейся структурой.

Сообщения каждого приоритета характеризуются:

- характером потока, определяемым функцией распределения (ФР) и функцией плотности (ФП) длин интервалов между сообщениями - $F(\tau)$, $f(\tau)$;

- интенсивностью или параметром потока - λ

- ФР и ФП емкостей длин сообщений - $F(l)$, $f(l)$,

- параметрами сообщений (средней длиной сообщения, иногда дисперсией длины) - \bar{l} , $D^2(l)$.

В ряде случаев необходимо знать величину нагрузки различного приоритета, характеристики неравномерности и др. Выбор метода оценки ВВХ определяется в основном, вероятностными характеристиками и структурой потоков

сообщений, методами передачи и алгоритмами обработки сообщений, структурой трактов передачи и др.

Одним из наиболее эффективных методов повышения качества функционирования сетей и систем телекоммуникации является организация приоритетного обслуживания сообщений, заключающегося в предоставлении преимуществ сообщениям с более высоким приоритетом или сообщениям, обладающим большими стоимостными потерями от запаздывания доведения. Вполне естественно ожидать, что: если в процессе передачи дать предпочтение обслуживанию быстро стареющим сообщениям, то увеличится общий поток своевременно доставленных сообщений, если же дать предпочтение наиболее ценным (ВЦХ) сообщениям, то увеличится суммарная ценность доставленных сообщений или уменьшится суммарная время задержки информации.

Оптимальная приоритетная система должна учитывать характеристики каждого отдельного сообщения. Однако реализация такой системы практически невозможна из-за технических трудностей и из-за того, что невозможно точно установить по единой шкале ценность каждого сообщения, особенно если учесть, что они могут отправляться разными абонентами. Поэтому обычно весь поток разбивается на несколько групп, и всем сообщениям одной группы дается преимущество обслуживания перед всеми сообщениями другой группы. Внутри одной группы сообщения считаются "равноправными".

Таким образом, общую задачу синтеза оптимальной приоритетной системы можно сформулировать следующим образом: разбить общий поток сообщений на n потоков и организовать такую их передачу, чтобы максимизировать величину:

$$W_3 = \frac{\sum_{k=1}^n L_k M_k Q_k}{\sum_{k=1}^n L_k M_k} \quad (1)$$

где:

- W_3 показатель эффективности сети, характеризующий ценность передаваемых сообщений;
- L_k относительная доля потока K -го приоритета;
- Q_k вероятность своевременной передачи сообщений K -го потока.

Чтобы оценить степень влияния каждого из параметров потоков сообщений, рассмотрим отдельно приоритетные системы по ценности или по времени старения сообщений.

Рассмотрим организацию приоритетов по ценности сообщений. Пусть общий поток сообщений характеризуется плотностью распределения ценности сообщений $f(C_0)$.

К первому приоритету будем относить сообщения, имеющие $C_0 \geq C_1$, ко второму - имеющие $C_2 \leq C_0 \leq C_1$, и т.д. Задача заключается в нахождении таких значений C_k ($k=1$,

$$L_k M_k(C_0) = \int_{C_k}^{C_{k-1}} C_0 f(C_0) d(C_0) = \frac{1}{C_{max}} \int_{C_k}^{C_{k-1}} C dC = \frac{C_{k-1}^2 - C_k^2}{2 C_{max}} = \frac{C_{max}}{2} (b_{k-1}^2 - b_k^2); \quad (14)$$

$$M(C) = \frac{C_{max}}{2} \sum_{k=1}^n Q_k (b_{k-1}^2 - b_k^2); \quad (15)$$

где с учетом (11)

$$Q_k = \frac{1 - \rho(1 - b_k)}{\delta \{1 + [\delta + \rho(1 - b_k)(1 - \prod_{i=1}^{k-1} \delta)]^{-1} \rho(b_{k-1} - b_k)\}}; \quad (16)$$

При равномерном законе распределения

$$W_3 = \sum_{k=1}^n \frac{1 - \rho(1 - b_k)(b_{k-1}^2 - b_k^2)}{\delta \{1 + [\delta + \rho(1 - b_k)(1 - \prod_{i=1}^{k-1} \delta)]^{-1} \rho(b_{k-1} - b_k)\}} \quad (17)$$

Очевидно, что максимум достигается при некоторых значениях W , которые не зависят от абсолютного значения W_3 . Следовательно, при равномерном законе распределения ценности сообщений можно при любом

$n=1$) при которых обеспечивается максимум значения W_3 . В данном случае удобнее пользоваться несколько другим выражением для W_3 (без нормировки ценностей сообщений):

$$W_3 = \frac{\sum_{k=1}^n L_k(C_0) Q_k}{\sum_{k=1}^n L_k M_k(C_0)} \quad (2)$$

Легко показать, что

$$L_1 M_1(C_0) = \int_{C_1}^{\infty} C_0 f(C_0) dC_0, \quad n \quad (3)$$

$$L_k M_k(C_0) = \int_{C_k}^{C_{k-1}} C_0 f(C_0) dC_0, \quad k = \overline{2, n} \quad (4)$$

$$\sum_{k=1}^n L_k M_k(C_0) = \int_0^{\infty} C_0 f(C_0) dC_0 = M(C_0); \quad (5)$$

$$Q_k = Q_{\infty} \frac{1 - \rho^{k+1} Q_{\infty}^{k+1}}{1 - \rho^{k+1} \rho} \quad (6)$$

Для нахождения Q_k воспользуемся выражением (6), чтобы исследовать влияние только ценности сообщений, положим, $\mu_k = \mu_1$,

$$v_k = v(k = \overline{1, n}).$$

Тогда можно записать:

$$Q_k = \frac{1 - \sum_{i=1}^k \rho_i}{v [\mu^{-1} + (v + \epsilon_{k-1} \prod_{i=1}^{k-1} \mu_i)^{-1}] - \rho_k}; \quad (7)$$

где:

$$\rho_i = \frac{\lambda_i}{\mu} = \frac{\lambda \cdot L_i}{\mu} = \rho L_i;$$

$$\prod_{k=1}^n \mu^{-1} = \sum_{i=1}^{k-1} \lambda_i \mu \epsilon_{k-1}^{-1} (v + \epsilon_{k-1} - \epsilon_{k-1} \prod_{i=1}^{k-1} v) + \mu)^{-1} \quad (8)$$

Разрешая (8) относительно $\prod_{k=1}^n v$ получим:

$$\prod_{k=1}^n v = \frac{v + \mu + \epsilon_{k-1}}{2 \epsilon_{k-1}} \pm \sqrt{\left(\frac{v + \mu + \epsilon_{k-1}}{2 \epsilon_{k-1}}\right)^2 - \frac{\mu}{\epsilon_{k-1}}} \quad (9)$$

Учитывая, что $\prod_{k=1}^n v$ должно быть меньше 1, и заменяя $\epsilon = \frac{v}{\mu}$ получим:

$$\prod_{k=1}^n (6) = \frac{1 + \delta + \rho \sum_{i=1}^{k-1} L_i}{2 \rho \sum_{i=1}^{k-1} L_i} - \sqrt{\left(\frac{1 + \delta + \rho \sum_{i=1}^{k-1} L_i}{2 \rho \sum_{i=1}^{k-1} L_i}\right)^2 - \frac{1}{\rho \sum_{i=1}^{k-1} L_i}};$$

$$Q_k = \frac{1 - \rho \sum_{i=1}^{k-1} L_i}{\delta \{1 + [\delta + \rho \sum_{i=1}^{k-1} L_i (1 - \prod_{i=1}^{k-1} \delta)]^{-1} - \rho L_k\}} \quad (10)$$

$$Q_k = \frac{1 - \rho \sum_{i=1}^{k-1} L_i}{\delta \left\{1 + \frac{1}{\delta + \rho \sum_{i=1}^{k-1} L_i (1 - \prod_{i=1}^{k-1} \delta)}\right\} - \rho L_k} \quad (11)$$

В качестве примера рассмотрим два простейших случая плотности распределения ценности сообщений $f(C_0)$.

I. Закон равномерной плотности:

$$f(C_0) = \begin{cases} \frac{1}{C_{max}} & 0 \leq C_0 \leq C_{max} \\ 0 & C_0 < 0, C_0 > C_{max} \end{cases} \quad (12)$$

В этом случае

$$L_k = \frac{C_{k-1} - C_k}{C_{max}} - b_{k-1} - b_k \quad (13)$$

где $b_k = \frac{C_k}{C_{max}}$, $k = \overline{1, n}$

В соответствии с (2):

заданном числе n приоритетов определить оптимальные значения b_k , обеспечивающие максимум W_3 .

При использовании аналитических моделей в каждом случае имеют место ограничения, накладываемые на характер потока и обслуживания, количество фаз, дисциплины обслуживания, систему приоритетов и др.

При исследовании телекоммуникационной сети в условиях, близких к реальным, для оценки основных качественных характеристик сети может быть использован метод имитационного моделирования на персональных компьютерах. Конечной целью исследования принципов построения и режимов функционирования многозвенных

приоритетных систем обмена данными является определение основных показателей качества функционирования многоуровневой иерархической сети с разнотипными каналами связи.

Проведение аналитического исследования предполагает наличие достаточно полного и точного аналитического описания системы в целом, создание которого большей частью затруднительно из-за сложности процессов, протекающих в сетях с разнотипными каналами.

Поэтому применение только аналитических методов оказывается возможным лишь при существенных упрощениях, что, как правило, приводит к получению вероятностных характеристик некоторой упрощенной модели сети.

Метод имитационного моделирования на ЭВМ является общим методом без каких-либо теоретических ограничений.

Моделирование процесса обмена сообщениями в сети связи с разнотипными каналами и заданной структурой имеет ряд специфических особенностей, основные из которых заключаются в следующем:

1. Для моделирования сети (точнее - процессов, протекающих в ней) требуется разработка программных генераторов или им соответствующих алгоритмов. Программы такого типа не только связаны с определенным типом моделирующей системы (в данном случае - сети), каждая такая программа основывается на определенной математической модели. Конечно, это сужает область их применения, однако наличие удачно заложенной в комплекс программ общей методологической концепции может существенно снизить трудоемкость и затраты времени на начальных стадиях программирования.

2. Важной проблемой при алгоритмическом и программном обеспечении разработки сети с проводными и беспроводными каналами связи является общая сложность всей моделируемой системы. В этом плане очевидна целесообразность разделения (декомпозиции) общей модели на частные подмодели и переход от них к общей.

3. Имея возможность непосредственного применения существующего ассортимента программ, нельзя обойтись без создания собственных программ, дополняющих стандартные программные средства. В самом благоприятном случае можно ограничиться модификацией стандартных программ, согласовав их с конкретными условиями применения и потребностями. Возможность применения существующих программ зависит от их адаптивности.

Для моделирования сложной многоуровневой радиально-узловой сети с изменяющейся во времени структурой и разнотипными каналами связи с целью определения её основных качественных характеристик функционирования удобно начать с рассмотрения общей структуры в виде подструктур различных конфигураций.

Определение требуемых оценок функционирования рассматриваемой структуры сводится к вычислению характеристик многофазной системы массового обслуживания.

Разработанные алгоритмы имитационного моделирования процесса передачи сообщений в различных режимах передачи позволяют получить следующие характеристики:

- зависимость среднего времени доведения сообщений t_g системе от интенсивности поступления λ при фиксированных значениях μ и законах распределения

параметра обслуживания при различных законах поступления сообщений;

- зависимость среднего времени ожидания сообщений в узел связи (УС) от интенсивности поступления сообщений λ при фиксированных значениях μ и заданных законах обслуживания и поступления сообщений;

- распределение времени доведения сообщений в системе;

- распределение времени ожидания сообщений в УС;

- вероятность своевременной доставки сообщений $P_g(t \leq t_g)$;

- зависимость вероятности своевременной доставки сообщений P_g от допустимого времени (задержки) доведения заявок в системе (t_g);

- количественные показатели обслуженных и не обслуженных сообщений в каждом узле сети телекоммуникации;

- количества повторных передач;

- количества сообщений, достигших до потребителя информации при первой передаче и одной, 2-х, 3-х и более повторных передачах;

- распределение объема памяти узлах сети, получателей информации и другие.

Полученные результаты моделирования показывают, что с помощью разработанной статистической модели могут быть получены различные вероятностно-временные характеристики и параметры телекоммуникационной сети заданной структуры. Сравнение полученных нами результатов моделирования с результатами аналитических моделей показало хорошее их совпадение.

Литература

1. Нигматов Х., Умаров У.А. Выбор критерия эффективности при защите информации в сетях телекоммуникации. МАТЕРИАЛЫ XXIII МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ 18–19 октября 2018 года г.Минск, Республика Беларусь.

2. Nigmatov Kh. To a technique of maintenance of information safety in networks and systems of telecommunication. Третья Международная Центрально-Азиатская конференция. На англ. языке ICI-2007 и ITRA-2007 г.Париж.

3. Rahman, M.S., Nicholson, A.E. & Haffari, G. Inferring Two-Level Hierarchical Gaussian Graphical Models to Discover Shared and Context-Specific Conditional Dependencies from High-Dimensional Heterogeneous Data. SN COMPUT. SCI. 1, 218 (2020). <https://doi.org/10.1007/s42979-020-00224-w>

4. Fang, J., Wang, M. & Wei, Z. A memory scheduling strategy for eliminating memory access interference in heterogeneous system. J Supercomput 76, 3129–3154 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11227-019-03135-7>

5. Horling, B., Lesser, V. Analyzing, modeling and predicting organizational effects in a distributed sensor network. J Braz Comp Soc 11, 9–26 (2005). <https://doi.org/10.1007/BF03192368>

6. Castellani, I., Dezani-Ciancaglini, M. & Pérez, J.A. Self-adaptation and secure information flow in multiparty communications. Form Asp Comp 28, 669–696 (2016). <https://doi.org/10.1007/s00165-016-0381-3>

7. Huang, Y., Tan, J. & Liang, Y. Wireless big data: transforming heterogeneous networks to smart networks. J. Commun. Inf. Netw. 2, 19–32 (2017). <https://doi.org/10.1007/s41650-017-0002-1>

8. Wu, H., Li, X. & Deng, Y. Deep learning-driven wireless communication for edge-cloud computing: opportunities and challenges. *J Cloud Comp* 9, 21 (2020). <https://doi.org/10.1186/s13677-020-00168-9>

9. Silva, T.W., Morais, D.C., Andrade, H.G. et al. Environment for integration of distributed heterogeneous computing systems. *J Internet Serv Appl* 9, 4 (2018). <https://doi.org/10.1186/s13174-017-0072-1>.

10. Sahu, G., Pawar, S.S. An Approach to Reduce Interference Using FFR in Heterogeneous Network. *SN COMPUT. SCI.* 1, 100 (2020). <https://doi.org/10.1007/s42979-020-0092-y>

11. Qian, L., Zhu, J. & Zhang, S. Survey of wireless big data. *J. Commun. Inf. Netw.* 2, 1–18 (2017). <https://doi.org/10.1007/s41650-017-0001-2>

Нигматов Хикматулла

Международная Исламская академия Узбекистана,

г. Ташкент, Узбекистан

E-mail: khikmatulla@mail.ru

Умаров Улугбек Агзамович

ТУИТ имени Махаммада ал-Хоразмий

E-mail: umarov_u.a@inbox.ru

Nigmatov H, Umarov U.

Definition of the main characteristics of a telecommunication network with heterogeneous communication channels and a changing structure

The article discusses the tasks of determining the main quality indicators of a telecommunication network with diverse communication channels and the time-varying structure of their functioning to ensure a given reliability, reliability and time to bring secure messages to information consumers. The main method for solving this problem uses analytical and simulation methods on personal computers. In addition, specific features of the process of modeling messaging in a communication network with heterogeneous channels and a given structure are given.

Keywords: telecommunication networks, heterogeneous communication channels, networks with a changing structure, simulation algorithms

УДК 621.396.41

Газиева В.А., Туляганова В.А.

Анализ нелинейностей элементов, контуров и разработка реверсивного ШИП постоянного тока с запирающимся тиристором

В данной статье рассматривается работа реверсивного широтно-импульсивного прерывателя ШИП постоянного тока с запирающимся тиристором, который применяется для питания частотно-управляемого электромагнитного вибровозбудителя (ЭМВВ), так же для регулирования величины постоянного тока в цепях обмоток якоря машин постоянного тока. Приводится анализ нелинейностей элементов и контуров. В результате делается вывод о том, что методика учета нелинейных характеристик элементов и разработанная схема широтно-импульсного преобразователя для питания частотно-управляемого реактивного однофазного ЭМВВ позволяет существенно сократить величину тока управляемого вентиля прерывателя, тем самым уменьшить установленную мощность преобразователя при прочих постоянных величинах нагрузки.

Ключевые слова: широтно-импульсный прерыватель, вибровозбудитель, якорь, обмотка, тиристор, вибрация, резонансный контур.

Интенсивное развитие экономики независимой Республики Узбекистан предусматривает модернизацию производственных процессов, широкое внедрение в производство современных технологий, обеспечивающих выпуск качественной и конкурентоспособной продукции с минимальными затратами энергетических ресурсов. В этом направлении законодательными органами принят целый ряд законов, регламентирующий эффективное использование электрической энергии.

Более широкому применению вибрационных машин (ВМ) с электромагнитными вибровозбудителями (ЭМВВ) в различных отраслях промышленности, в том числе, в испытательных вибрационных стендах для устройств и оборудовании телекоммуникации, в значительной степени препятствуют трудности, связанные с поддержанием на заданном уровне их производительность и эффективность. Эти факторы в основном зависят от возможностей настройки в резонансный режим, управления выходными величинами при обеспечении энергосберегающего режима работы ЭМВВ.

К настоящему времени предложены достаточно эффективные способы частотного управления выходными величинами ЭМВВ, позволяющие поддерживать максимальную (резонансную) амплитуду колебаний р.о. и производительность ВМ. Для решения вопросов:

- взаимного влияния нелинейных элементов преобразователя частоты (ПЧ) с нелинейными элементами механической колебательной системы и пульсирующей индуктивностью ЭМВВ;

- обеспечения сочетания производительных режимов работы электромагнитных колебательных контуров с эффективным энергосберегающим режимом механической колебательной системы «ЭМВВ-ВМ»;

- усовершенствования существующих и создания новых высокоэффективных энергосберегающих технических средств необходимо проведение теоретических и экспериментальных исследований, направленных на изучение взаимного влияния характеристик нелинейных элементов ЭМВВ и ПЧ.

ВМ, относятся к группе резонансных машин, в резонансной зоне: многократно увеличиваются амплитуда вибрации - перемещения, скорости и ускорения р.о., полезная механическая мощность и производительность; значительно уменьшаются удельные потери мощности. В технологических процессах с частыми изменениями массы вибрируемого изделия и р.о., изменяющие частоту свободных колебаний, появляется острая необходимость в настройке в резонансный режим изменением частоты вынужденных

колебаний с помощью однофазного преобразователя частоты (ОПИ).

Обеспечение гармонической формы токов и напряжений в элементах системы, позволяет получить энергосберегающий режим работы ЭМВВ с ОПИ, реактивные элементы которых образуют множество взаимосвязанных колебательных контуров с нелинейными элементами. Вопросы изучения взаимного влияния нелинейных характеристик элементов и путей устранения или уменьшения их негативных влияний на режимы работы ЭМВВ с ОПИ на сегодняшний день являются востребованными.

В данном контексте необходимо отметить, что изучению свойств управляемых ЭМВВ посвятили свои исследования научные коллективы под руководством профессоров Н.Х.Базарова, А.В.Баумана, И.И.Блейхмана, И.И.Быховского. Теоретическим исследованием нелинейных характеристик элементов ЭМВВ занимались М.Ибодуллаев, М.В.Хвингия, К.Ш.Ходжаев и многие другие авторы. Исследования и практическое использование регулируемых однофазных и двухфазных ЭМВВ проводятся сотрудниками ряда научных, учебных и производственных коллективов в различных странах СНГ и других, в частности, АЕГ (Германия), Locker (Англия), Syntron (США), Pik (Франция).

В последнее десятилетие современная наука и производство накопили достаточный опыт создания систем электрооборудования с использованием новейших полупроводниковых преобразователей частоты для трехфазных электроприводов. Это позволило создать теоретическую и промышленную основу для расширения диапазона применения трехфазных преобразователей в регулируемых электроприводах. Однако, эти успехи науки и производства нельзя отнести к разработке и внедрению однофазных преобразователей частоты, в частности, к источникам питания частотно-управляемых ЭМВВ.

Электропривод - энергосиловое устройство, приводящее в движение машину или механизм. Включает в себя источник энергии, передаточный механизм и аппаратуру управления. Современный этап развития привода характеризуется массовым переходом от нерегулируемого электропривода к регулируемому. Развитие и совершенствование современных систем электроприводов идет по пути внедрения статических полупроводниковых преобразовательных устройств. Одним из которых является широтно-импульсный преобразователь постоянного напряжения (ШИП). Применение полупроводниковых приборов позволяет создать импульсные преобразовательные устройства с высокой частотой и разнообразными законами коммутации

силовой цепи, обладающие высокими энергетическими показателями, малыми габаритами и весом, практической безынерционностью и хорошей перегрузочной способностью.

По точности и диапазону регулирования импульсные системы электропривода “полупроводниковый ШИП-двигатель постоянного тока”, не уступает лучшим системам непрерывного регулирования, а по экономичности, весогабаритным и динамическим показателям намного превосходит их.

Перспективы применения полупроводниковых ШИП в различных областях техники чрезвычайно широки. Транзисторные ШИП весьма эффективно используются как стабилизаторы и регуляторы напряжения приборных комплексов и для создания быстродействующих позиционных и тахометрических следящих систем на постоянном токе.

Широтно-импульсный модулятор формирует модулированные по длительности импульсы с постоянной частотой их следования. Длительность импульсов на выходе ШИМ однозначно определяется уровнем входного сигнала. Импульсный усилитель мощности используется для широтно-импульсного регулирования напряжения на нагрузке-якоре двигателя постоянного тока. Так как цепь якоря двигателя представляет собой активно-индуктивную нагрузку с противо-ЭДС, ИУМ будет обеспечивать протекание тока от источника питания в якорь, а также от якоря в источник или во вспомогательные цепи.

Оптимальная частота переключения для ШИП, работающего на якорь двигателя, выбирается из условия обеспечения минимума суммарных дополнительных потерь в цепи якоря и потерь в коммутирующих элементах ИУМ. В качестве коммутирующих элементов в ИУМ используются транзисторы. Устройство токоограничения обеспечивает ограничение тока якоря на

заданном уровне при перегрузках в переходных режимах. Скорость изменения тока якоря достаточно высока, и, следовательно, УТО должно обладать высоким быстродействием.

Управление транзисторными ключами групп вентилей моста может быть совместным или раздельным. При совместном управлении одновременно осуществляется управление ключами обеих групп вентилей. При раздельном управлении всегда осуществляется управление ключами только одной группы. Последовательное включение и выключение (переключения) транзисторных ключей определяется законом коммутации (переключения) вентилей. Для управления ШИП используются в основном три закона коммутации (переключения) вентилей:

- симметричный,
- несимметричный,
- поочередной,

Наиболее простым способом управления ШИП является симметричный. При симметричном способе управления в состоянии переключения находятся все четыре транзисторных ключа моста, а напряжение на выходе ШИП представляет собой знакопеременный импульсы, длительность которых регулируется входным сигналом. В ШИП с симметричным управлением среднее напряжение $U_{\text{я}}$ на выходе ШИП равно нулю, когда относительная продолжительность включения $\gamma=0,5$. Симметричный способ управления обычно используется в маломощных приводах постоянного тока. При несимметричном способе управления переключаются транзисторные ключи (ТК) фазной группы ТК3 и ТК4 (ключи ТК1 и ТК2 при противоположной полярности входного сигнала), транзисторный ключ открыт постоянно и насыщен, а ключ ТК2 постоянно закрыт. Тран-

зисторные ключи ТК3 и ТК4 переключаются в противофазе, обеспечивая протекание тока якоря от противо-ЭДС двигателя. При этом на выходе ШИП формируются знакопостоянные импульсы и среднее напряжение на выходе равно нулю, когда 8 относительная продолжительность включения одного из нижних транзисторов $\gamma=0$. При очередном управлении при любом знаке входного сигнала в состоянии переключения находятся все четыре транзисторных ключа моста, однако частота переключения каждого из них в два раза меньше частоты напряжения на выходе. Управляющие напряжения транзисторных ключей одной фазы моста ТК1, ТК2 и ТК3, ТК4 постоянно находятся в противофазе; при этом ключи переключаются через период выходного напряжения T . Этим достигаются одинаковые условия работы полупроводниковых приборов в мостовой схеме.

В данной работе освещаются результаты использования реверсивного широтно-импульсного преобразователя (ШИП) постоянного тока, применяемого для регулирования величины постоянного тока в цепях обмоток якоря машин постоянного тока, для питания частотно-управляемого ЭМВВ.

Схема такого преобразователя представлена на рис. 1.

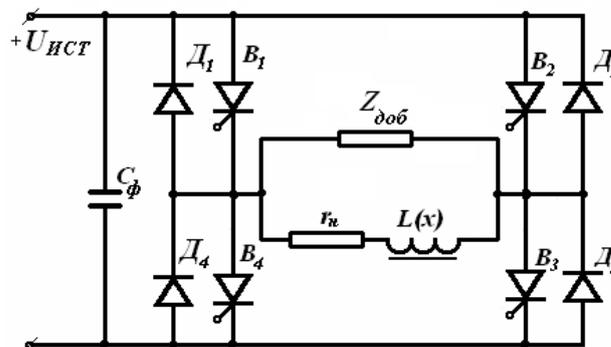


Рис. 1. Схема ШИП постоянного тока с запирающимся тиристором

В них поочередное отпирание и запираение двух пар тиристоров $B1-B3$ и $B2-B4$ позволяет получить знакопеременное напряжение прямоугольной формы (рис.2). Управление частотой напряжения обмотки ЭМВВ позволяет настроить ЭМВВ в резонансный режим, сдвигом фаз управляющих сигналов - изменять скважность формируемого напряжения, тем самым, управлять величиной постоянной составляющей тока в обмотке ЭМВВ, следовательно, управлять амплитудой колебаний рабочего органа вибромашины [1]

Если в момент времени t_1 (рис.2,а) включается пара тиристоров $B1-B3$ (рис.1), то через основную обмотку $r_{\text{н}} - L(x)$ ЭМВВ протекает ток нагрузки $i_{\text{н}}$. В момент времени t_2 (рис.2,а) запирающий сигнал закрывает пару тиристоров $B1-B3$ и обмотка ЭМВВ размыкается. Если в схеме отсутствует сопротивление $Z_{\text{доб}}$, необходимое для гашения запасенной магнитной энергии в нагрузке, то на зажимах индуктивности и пары тиристоров $B1-B3$ появляется Э.Д.С. значительно большей величины, что может привести к нежелательным явлениям – пробую тиристоров и изоляции обмотки [2]

В момент времени t_3 открывается другая пара тиристоров $B2-B4$ (рис.1), через обмотку $r_{\text{н}} - L(x)$ ЭМВВ начинает протекать ток нагрузки $i_{\text{н}}$ в противоположном направлении. Так процесс отпирания и запираения тиристоров периодически повторяется (рис.2,а и б).

Из-за возникновения перенапряжения, к установке предъявляются дополнительные требования: необходимо

выбирать управляемые вентили и изоляцию обмотки ЭМВВ повышенного класса по напряжению.

Для устранения перенапряжения на тиристорах и в обмотке ЭМВВ, необходимо наличие добавочного сопротивления $Z_{доб}$, которое приводит к дополнительным потерям и необоснованному завышению установленной мощности агрегата. Другим способом устранения перенапряжения является одновременное запираение предыдущей пары и отпирание следующей пары тиристоров. Третьим способом устранения перенапряжения является наличие обратных диодов, соединенных встречно-параллельно с управляемыми вентилями. В таком случае, запасенная в индуктивности энергия возвращается в источник или в При отпирании одной пары тиристоров электрическая энергия от источника постоянного напряжения с фильтрующим конденсатором C_ϕ поступает в параллельно включенные реактивные элементы $C_k - L(x)$ с активным сопротивлением r_H . Часть энергии преобразуется в полезную механическую мощность и передается в рабочий орган ВМ. Другая часть энергии расходуется в виде тепла в сердечнике электромагнита (потери в стали), в активном сопротивлении обмотки r_H и коммутирующем активном сопротивлении r_k .

Оставшаяся часть энергии возвращается (рекуперация энергии) в фильтрующий конденсатор через обратные диоды. При отпирании другой пары тиристоров процессы расхода и обмена энергии будет проходить аналогично [3]

Применение такой схемы для питания ЭМВВ с подмагничиванием позволяет одновременно настраивать

ЭМВВ в резонансный режим и управлять максимальной амплитудой вибрации рабочего органа. Это приводит к улучшению технико-экономические показатели вибромашины, установлению эффективных режимов работы, уменьшению потерь энергии, значительному улучшению весогабаритных показателей ЭМВВ путем совмещения протекания переменного и постоянного токов в одной обмотке – приводит к сокращению количества обмоток подмагничивания.

Анализ показывает, что только основная гармоническая составляющая тока в обмотке может быть преобразована в полезную мощность, остальные составляющие несинусоидального тока в обмотке ЭМВВ участвуют в создании потерь мощности. Однако наличие несинусоидального тока в обмотке ЭМВВ приводит к дополнительным потерям.

Таким образом, для создания энергосберегающей системы «Преобразователь частоты - ЭМВВ» необходимо обеспечение синусоидальной формы тока и напряжения ЭМВВ – сокращение потерь энергии в элементах этой системы от токов высших гармонических.

Попытки улучшения формы тока в обмотке, применив выходные фильтры, привели к ухудшению устойчивости работы схемы, срывам коммутации. Это объясняется сложными процессами, связанными с взаимным влиянием реактивных элементов преобразователя частоты с нелинейной индуктивностью ЭМВВ, образующих электромагнитные резонансные контуры и механическую колебательную (резонансную) систему.

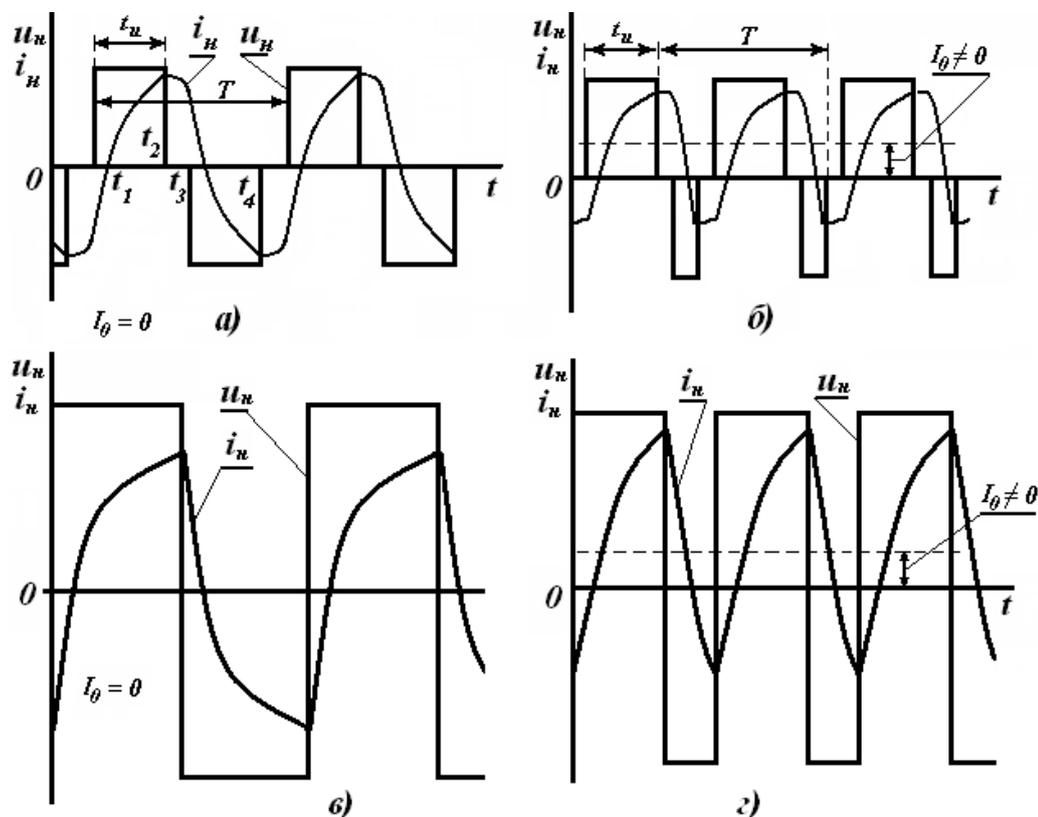


Рис.2 График токов и напряжений ШИП с запирающим тиристором

Предложенная методика учета нелинейных характеристик элементов и разработанная схема широтно-импульсного преобразователя для питания частотно-управляемого реактивного одноконтурного ЭМВВ позволяет

существенно сократить величину тока управляемого вентиля прерывателя, тем самым уменьшить установленную мощность преобразователя при прочих постоянных величинах нагрузки.

Результаты исследований режимов и характера нелинейных характеристик элементов реверсивного широтно-импульсного прерывателя постоянного тока, питающего частотно-управляемый ЭМВВ позволяют получить математическую модель установки, с помощью которой определяются рациональные величины токов в различных элементах и при режимах работы ЭМВВ.

Разработанный однофазный параллельный инвертор для питания частотно-управляемого электромагнитного вибровозбудителя позволяет установить формы напряжений и тока нагрузки близкими к синусоидальной.

Разработанная математическая модель частотно-управляемого электромагнитного вибровозбудителя с однофазным параллельным инвертором позволяет учитывать существенно нелинейные характеристики элементов системы «ОПИ-ЭМВВ» - насыщение магнитной системы, магнитные потоки выпучивания рабочего воздушного зазора, магнитные потоки рассеяния между стержнями электромагнита и повышать стабильность работы инвертора, установив рациональные режимы работы установки.

Литература

1. O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining PF-4947- son farmoni. Toshkent, 2017 yil 7 fevral. (On the strategy of action for the further development of the Republic of Uzbekistan. Presidential Decree No. P-4947 of the President of the Republic of Uzbekistan Tashkent, February 7, 2017).
2. Alimhodjaev K.T. CHastotno-upravlyaemye vibrodvigateли peremennogo toka. Diis. na soisk. uch. step. dokt. tehn. nauk.- Tashkent: 2004. -392 s.
3. Burmistrov A.A., Lavrov B.P. Dinamika elektromexanicheskix sistem vibracionnyh ustanovok. M.: «Elektrichestvo». 2000, N 1. 31-36 s.
4. Alimhodjaev K.T. Vzaimnoe vliyanie elektromagnitnx i mexanicheskix perexodnx protsessov v vibrodvigateleyax // Elektrotexnika. –M. 2003, №8. 20-24 s.
5. Aripov A.X., Abdullaev A.M, Alimova N.B. Elektronika. O'quv qo'llanma. - Tashkent: TATU, 2009. - 137 s.
6. Golubeva N. S., Mitroxin V. N. Osnovy radioelektroniki sverxvsokix chastot. Uchebnoe posobie. 2-e izd. - M.: Izd-vo MGTU im. N.E. Bauman, 2008. - 488 s.
7. Grechixin V.V, Yufanova Yu.V. Modelirovanie magnitnx poley razomknutx magnitnx sistem s malni vozdushnmi zazorami modifitsirovannm metodom integralnx uravneniy. Izv. vuzov. Elektromexanika. 2001, № 4-5, -s.5-8.
8. Yevdokimov G.A., Titenkov S.S. Yavleniya perexodnogo rezonansa v dvuxchastotnom rezonansnom konture. Energetika. -Moskva, 2002. №1. –s. 91-99.
9. Ibodullaev M., Tovboev A.N., Nuraliev A.K. Subgarmonicheskij rezonans v elektromagnitnx tsepyax i sistemax. //Vestnik TashGTU.–T., 2001. -№ 2. –s. 71-75.
10. Karimov A.S., Shoymatov B.X. Optimizatsiya protsessa preobrazovaniya elektroenergii v ferrozonansnx tsepyax. //Vestnik FerPI. –Fergana, 2000. -№ 3. –s. 83-86.
11. Kozlov V.A. Matematicheskoe modelirovanie elektro-mexanicheskix sistem s gisterezisom. //Elektrichestvo. -M. 2002,-№4. –s. 52
12. Gorelov S.A., Belov M.P., Novikov V. A. Komp'yuternye issledovaniya promyshlennyh elektromexanicheskix kompleksov. SPb.: Izvestiya SPb. TETU. «LETI», N 1, 2002. S.15-19

Газиева Вилюят Абдухалиловна

Ассистент кафедры электроника и радиотехника (Э и Р) Ташкентского университета информационных технологий (ТУИТ)

Эл. почта: vgazieva@icloud.com

Туляганова Восила Абдусатторовна

К.т.н., доцент кафедры электроника и радиотехника (Э и Р) Ташкентского университета информационных технологий (ТУИТ)

Эл. почта: vtulyaganova@mail.ru

Gazieva V.A., Tulyaganova V.A.

The analysis of nonlinearities of elements and circuits along with a creation/(engineering) of a reverse PWM with a lockable thyristor

The process implies the operation of a reverse pulse-width modulator (PWM), a circuit breaker of direct current with a lockable thyristor, which is applied to power a frequency adjustable electromagnetic vibration exciter (EVE), and to regulate the magnitude of the direct current in the armature winding circuits of DC machines. The analysis of nonlinearities of elements and circuits is provided. The analysis on the nonlinearity of elements and circuits is carried out. From the obtained results it can be inferred that the methodology of integration of nonlinearity properties of elements and the elaborated scheme of a pulse-width modulator (PWM) applied to power a frequency adaptable, reactive single-cycle EMW facilitate a significant reduction of current within a controlled circuit breaker valve thereby curtailing the fixed power of the converter at other constant current load levels.

Keywords: pulse-width chopper, vibration exciter, armature, winding, thyristor, vibration, resonant circuit.

Хамидов Х., Дусенов Э.

Мобильные сети 5G, задачи и технологии

Стандарт 5G - новый этап развития технологий, который обеспечит неограниченный доступ к сети пользователей и устройств. Возможности, которые открывают мобильные технологии сегодня, уже давно вышли за рамки голосовых услуг, создавая новые способы общения, обмена данными. В статье рассматриваются важные проблемы, влияющие на использование диапазона мм-волн для мобильной системы связи 5G. Высокая потеря пути, атмосферное затухание, дожди амортизация, и ограниченное представление прибора вероятно, основные препятствия для установления практических схем и системы на частотах миллиметровых волн.

Ключевые слова: 5G, миллиметровые волны связь, путь потери, формирование Луча, мелкая клетка макропомех (RMa) микропомех (UMi).

Сегодня телекоммуникационная отрасль в Узбекистане и во всем мире стоит на пороге внедрения нового, пятого поколения мобильной связи. Подобно предыдущим поколениям, 5G даст толчок развитию не только телекоммуникационной, но и другим отраслям экономики. Ожидаемые технологические инновации стандарта пятого поколения приведут к росту пропускной способности сетей мобильных операторов и скорости передачи данных, а также к появлению новых сценариев использования мобильной связи и развитию инновационных цифровых услуг. Это будет способствовать экономическому развитию за счет увеличения производительности, автоматизации и внедрения новых технологий в различных сферах экономики и деятельности человека.

Огромный рост скорости передачи данных был преодолен системой мобильной связи 5-го поколения (5G), которая обеспечила скорость передачи данных 10 Гбит/с и задержку около 1мс. По мере того, как спрос на сотовые данные растет, фактическая полоса спектра 3 ГГц становится такой переполненной. Это приводит к поиску новых выделенных частотных полос мобильной связи, которые могут предложить большое количество широкополосного спектра.

В мобильной системе 5G будет принят спектр сверхширокополосной миллиметровой волны. Диапазон частот миллиметровой волны от 30 ГГц до 300 ГГц составляет существенную часть неиспользованного частотного спектра, что является важным ресурсом для будущих беспроводных систем связи с целью удовлетворения экспоненциальной потребности в емкости.

В данной статье мы предоставляем обзор общих характеристик полосы частот миллиметровой волны и ее основных проблем, а также указываем необходимые технологии, которые были бы необходимы для создания 5G системы в качестве реального и эффективного решения [1] Наиболее сильно метеорологические явления влияют на условия распространения радиоволн в верхней части миллиметрового диапазона длин волн, в области высот тропосферы Земли (на высотах менее 10 км). В следующем разделе приведены проблемы распространения миллиметровых волн.

Проблемы распространения миллиметровых волн

Наиболее важные проблемы, влияющие на использование диапазона мм-волн для мобильной системы связи 5G, были показаны на рис. 1, и их можно резюмировать следующим образом:



Рис. 1: Основные проблемы распространения в мм-волнах.

Потеря пути распространения

Потеря пути для мм-волн значительна и может ограничивать распространение. В данном разделе были проиллюстрированы три типа моделей потерь пути; первый из них - модель потерь пути свободного пространства, модель потерь пути сельских макропомех (RMa) и модель потерь пути городских микропомех (UMi) в больших масштабах.

Модель потерь пути свободного пространства

Например, потеря свободного космического пути (FSPL) между двумя общающимися изотропными антеннами, разделенными расстоянием d в километрах (км) и работающими на частоте f в МГц, дается посредством следующей формулы [3]

$$FSPL_{ab} = 32.4 + 20 \log f_c + 20 \log d \quad (1)$$

Уравнение (1) может быть сформулировано как:

$$FSPL_{ab} = 92.4 + 20 \log f_c + 20 \log d \quad (2)$$

где $FSPL$ - потеря свободного пространства в дБ, f_c - несущая частота в ГГц; d - расстояние LOS между передатчиком и приемником в км. Это означает высокую потерю пространства FSPL, поскольку несущая частота входит в частную полосу миллиметровой волны, в сравнении с полосой Sub-3 ГГц. Потеря свободного пространства между передающей и принимающей антенной возрастает с увеличением несущей частоты f_c . Всенаправленная потеря пути примерно на 20 дБ выше в мм-волнах по сравнению с текущими подвижными частотами на расстояниях, имеющих отношение к малым ячейкам, как показано здесь на Рис.2, используя (2) для случая 30 ГГц и 3 ГГц соответственно. Однако, из-за уменьшения длины волны, эти потери могут быть полностью компенсированы пропорциональным увеличением усиления антенны без увеличения физического

размера антенны, что может быть достигнуто при использовании решетчатой антенны и техники формирования луча.

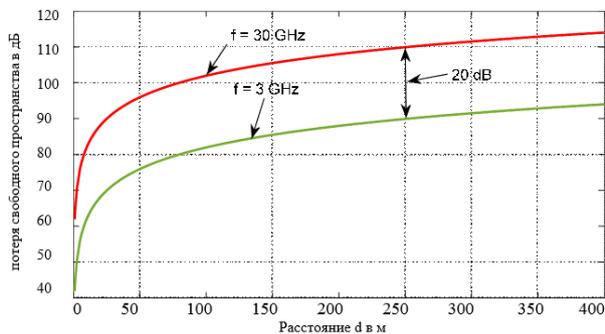


Рис.2: Потеря свободного пространства

Модель потери пути сельских макропомех

Общая формула пути потери модели близкого опорного расстояния (CI) выражается следующим образом:

$$PL^{CI}(f_c, d) [dB] = FSPL(f_c, d_0) [dB] + 10n \log_{10}(d/d_0) + x_\sigma \quad (3)$$

где $d \geq d_0$, PL – это потеря пути, измеренная в дБ, которая является функцией разделения T - R расстояния d в метрах между TX и RX ,

$FSPL$ - потеря свободного пространства в дБ на расстоянии d_0 , f_c - несущая частота в ГГц, а d_0 - близкое опорное расстояние в свободном пространстве в метрах. Для расстояния d между TX и RX могут быть использованы 2D или 3D расстояния, n представляет собой экспоненту потерь пути (PLE), а x_σ обозначает затухание тени, которое является нулевой случайной величиной Гаусса со стандартным отклонением σ в дБ.

Модель потери пути сельских макроэлементов близкого опорного расстояния для среды LOS и NLOS может быть записана как:

$$PC_{LOS}^{CI}(f_c, d)[dB] = 32.4 + 21.6 \log_{10}(d) + 20 \log_{10}(f_c) + x_{\sigma_{LOS}} \quad (4)$$

где $d \geq 1$ м и $\sigma_{LOS} = 1.7$ дБ

$$PC_{LOS}^{CI}(f_c, d)[dB] = 32.4 + 21.6 \log_{10}(d) + 20 \log_{10}(f_c) + x_{\sigma_{NLOS}} \quad (5)$$

где $d \geq 1$ м и $\sigma_{NLOS} = 6.7$ дБ

где затухающие стандартные отклонения теней σ_{LOS} и σ_{NLOS} составляют 1,7 дБ и 6,7 дБ, соответственно, в соответствии с измеренными данными. Потери пути сельских макроэлементов действительны для расстояний от 1 м до 11 км и частот от 500 МГц до 100 ГГц.

Модель потерь пути городских макропомех в больших масштабах

Общая модель потери пути городской микропомехи учитывает частотную зависимость потери пути при использовании опорного расстояния близкого расстояния по закону Фрииса.

$$PL^{CI}(f_c, d_{3D})[dB] = FSPL(f_c, 1m) + 10n \log_{10}(d_{3D}) + x_\sigma^{CI} \quad (6)$$

где x_σ^{CI} – затухание теней (SF), которое моделируется как Гауссовская случайная величина со средним нулевым и стандартным отклонением в дБ, n - это экспонент потерь пути (PLE), найденный путем минимизации погрешности измеренных данных до (2), $d > 1$ м, $FSPL(f_c, 1m)$ - это потеря свободного пространства ($FSPL$) на частоте f_c в ГГц на 1 м и рассчитывается по ней:

$$FSPL(f_c, 1m) = 20 \log_{10} \left(\frac{4\pi f_c \times 10^9}{c} \right) = 32.4 + 20 \log_{10}(f_c) [dB] \quad (7)$$

где c – скорость света, 3×10^8 м/с.

Используя (7), становится ясно, что (6) можно представить, как указано в (8) и (9) ниже, чтобы представить модель потери пути городских макропомех для наружного и уличного ущелья для LOS и NLOS соответственно. Эти уравнения действительны для частотного диапазона от 6 ГГц до 100 ГГц [T. S. Rappaport, et al., "Overview of millimeter wave communications for fifthgeneration (5G) wireless networks—with a focus on propagation models," *IEEE (Институт инженеров электротехники и электроники) Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 65, pp. 6213-6230, 2017.]

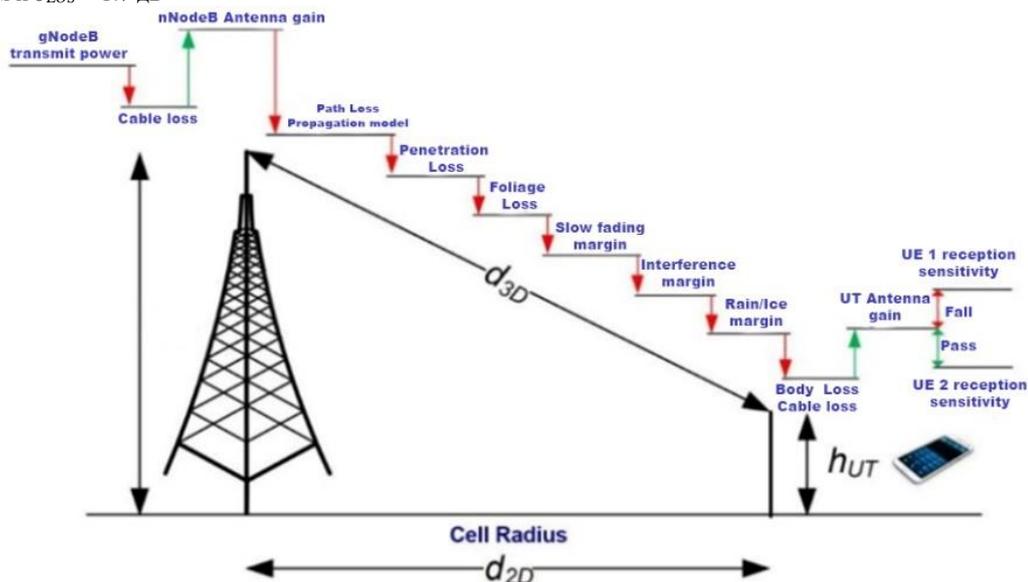


Рис.3: Передача на расстояниях для распространения модели городских макропомех

$$PL_{LOS} = 32.4 + 21 \log_{10}(d_{3D}) + 20 \log_{10}(f_c) + x_\sigma \quad (8)$$

$$PL_{NLOS} = 32.4 + 31.7 \log_{10}(d_{3D}) + 20 \log_{10}(f_c) + x_\sigma \quad (9)$$

где f_c – несущая частота в ГГц ($6 < f_c < 100$ ГГц), d_{3D} – это расстояние от верхней части UE до верхней части BS в метрах, как показано на Рис.3.

Коэффициент затухания теней представлен как χ_σ и является Гауссовской переменной со средним нулевым и стандартным отклонением $\sigma = 3.76$ и $\sigma = 8$ для LOS и NLOS соответственно.

Вышеприведенная модель CI связывает потери пути на любой частоте с потерями пути в физическом свободном пространстве на расстоянии 1 м в соответствии с уравнением свободного пространства Фрииса, и было показано, что она точна в различных случаях.

Затухание осадков

При проливном дожде передача мм-волн может сильно затухать, так как капли дождя близки к размеру длин волн (в миллиметрах) и, следовательно, приводят к рассеянию. При очень сильных осадках 25 мм/час затухание осадков на частоте 28 ГГц составляет 6 дБ/км, как показано на Рис.4. [4]

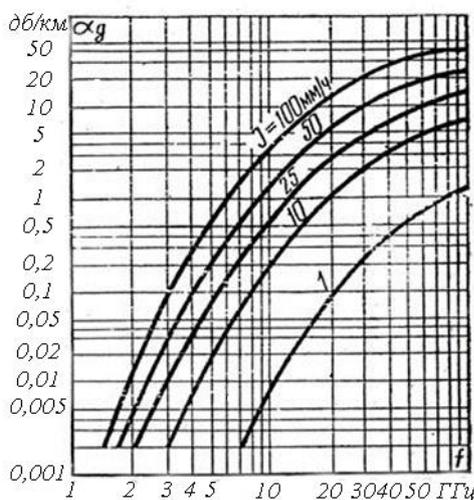


Рис.4: Характеристики затухания дождя при распространении мм-волны в дБ/км

Однако затухание дождя уменьшится примерно до $(6/1000) \times 200 = 1,2$ дБ, если площадь покрытия соты составляет в радиусе 200 м. Очевидно, что затухание дождя может оказать незначительное влияние на распространение мм-волн на частоте от 28 ГГц до 38 ГГц для малых ячеек.

Атмосферное поглощение

Известно, что кислород и водяной пар (H2O) оказывают влияние на атмосферу. На Рис.5 представлены характеристики атмосферного поглощения по частоте для распространения волн в дБ/км. Затухание, связанное с атмосферным поглощением, составляет 0,012 дБ, более 200 м при 28 ГГц и 0,016 дБ, более 200 м при 38 ГГц. Затухание, связанное с атмосферным поглощением, составляет 0,012 дБ, более 200 м при 28 ГГц и 0,016 дБ, более 200 м при 38 ГГц. У 70-100 ГГц и 125-160 ГГц также есть небольшие потери.

В связи со значительным затуханием атмосферы (20 дБ/км), соглашение о диапазоне 60 ГГц будет назначено для применения внутри помещений на коротких расстояниях (несколько метров).

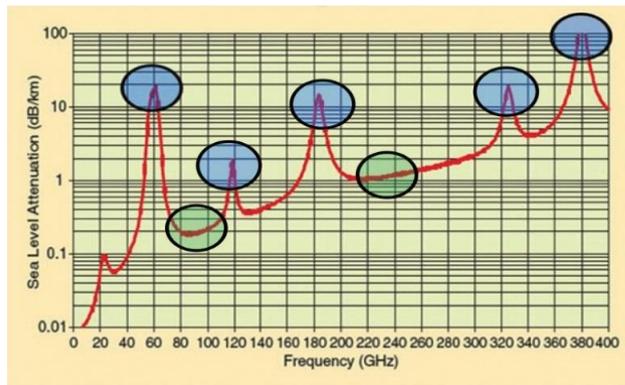


Рис.5: Поглощение электромагнитных волн в атмосфере на уровне моря.

Наиболее важные выделенные частоты в полосе частот мм-волн приведены в Табл.1.

Табл. 1.

5G Распределение частот

Частота (ГГц)	Тип полосы	Приложения
28, 38 и 73	Лицензированный	Мобильная сотовая система
60, 120, 183, 325 и 380	Нелицензированный	Shor rang (в помещении)
77 и 240	Нелицензированный	Промышленные, научные и медицинские (ПНМ)

Часть этого дополнительного объема спектра будет обеспечена за счет полос частот выше 24 ГГц, что сопряжено со значительными трудностями. Первая проблема касается характеристик распространения, присущих диапазону миллиметровых волн. Эти радиоволны распространяются на гораздо меньшие расстояния, чем волны в диапазоне средних (1–6 ГГц) и низких (ниже 1 ГГц) частот.

Затухание листьев

Наличие растительности между передатчиком и приемником создает дополнительное затухание сигнала, что может серьезно повлиять на качество обслуживания системы мобильной связи.

На Рис. 6 показано затухание листьев, вызванное наличием нескольких деревьев, где толщина показанных линий представляет собой мощность сигнала.

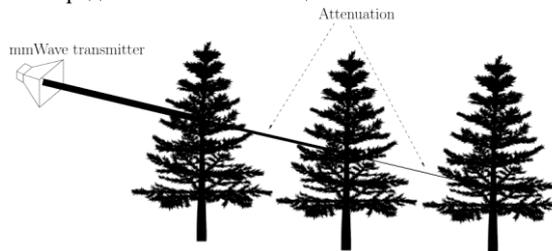


Рис. 6: Иллюстрация затухания листьев.

Человеческая блокада

Миллиметровые волновые системы связи могут обеспечить высокую скорость передачи данных порядка нескольких Гбит/с по сравнению с СВЧ, связь в сетях мм-волн, как ожидается, будет работать на более коротких расстояниях и в переполненных городских средах. Быстрое затухание каналов, вызванное пешеходами в плотной городской среде, окажет значительное влияние на системы связи с миллиметровыми волнами (мм-волны), которые используют электрически-устойчивые и узко-лучевые антенные решетки.

Поскольку высота передатчика базовой станции 5G может быть значительно ниже, чем высота традиционных базовых станций (BS), люди, окружающие приемник, могут выступать в роли блокираторов распространения сигнала. Кроме того, присутствие человека между передатчиком и приемником сильно ослабляет принимаемый сигнал (Рис.7). Человеческое тело может уменьшить уровень сигнала порядка 20 дБ [5]

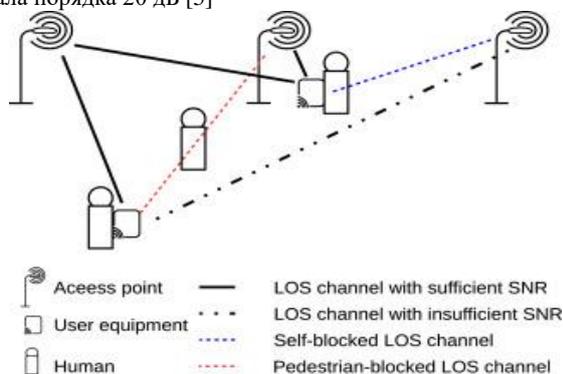


Рис. 7. Случай блокировки человеком.

Миллиметровая (мм-Вт) связь была принята в качестве технологии для мобильных систем 5G. Эта технология обеспечивает скорость передачи данных в нескольких гигабитах в секунду диапазон частот от 30ГГц до 300ГГц.

Мы приходим к выводу, что, хотя *mm-W* системы имеет всенаправленную потерю пути, которая составляет 20 дБ хуже, чем фактические частоты ниже 3 ГГц, то использование малых размеров ячеек в городских условиях на порядок 200м в сочетании с антенной решеткой техника формирования луча способна полностью компенсировать потери, поэтому мобильная система 5G будет работать.

Литература

[1] S. V. K. Kumar and T. V. Poornima, "A Study of Wireless Mobile Technology," International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, vol. 4, pp. 470-474, 2018.

[2] G. Andrews, *et al.*, "What will 5G be?," *IEEE journal on selected areas in communications*, vol. 32, pp. 1065-1082, 2018.

[3] I. A. Hemadeh, *et al.*, "Millimeter-wave communications: physical channel models, design considerations, antenna constructions, and link-budget," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 20, pp. 870-913, 2018.

[4] T. S. Rappaport, *et al.*, "Millimeter wave mobile communications for 5G cellular: It will work!," *IEEE Access*, vol. 1, pp. 335-349, 2013.

[5] I. K. Jain, *et al.*, "Limited by Capacity or Blockage? A Millimeter Wave Blockage Analysis," *arXiv preprint arXiv:1808.01228*, 2018.

Хамидов Хасан Абдумуталович

Ведущий инженер службы анализа электромагнитной совместимости ГУП «UNICON.UZ»

Email: harry@mail.ru

Дусенов Эльдор Абдикаримович

Инженер 1 категории службы анализа электромагнитной совместимости ГУП «UNICON.UZ»

Email: e.dusenov@unicon.uz

Khamidov H. A, Dusenov E. A.

5G Mobile systems, Challenges and Technologies

The 5G standard is a new stage in the development of technologies that will provide unlimited access to the network of users and devices. The opportunities that mobile technologies offer today have long gone beyond voice services, creating new ways to communicate and exchange data.

The article discusses important issues affecting the use of the mm wave range for a 5G mobile communication system. High path loss, atmospheric attenuation, rain damping, and limited instrument representation are probably the main obstacles to establishing a practical circuit and system at millimeter wave frequencies.

Keywords: 5G, millimeter wave coupling, loss path, Beam formation, small cell of macro-interference (RMa) micro-interference (UMi).

УДК 621.317

Амиров С.Ф., Жумабоев С.Х.

Выявление несимметричности фаз электромагнитными преобразователями тока на магнитомодуляционном эффекте

В статье рассматриваются современное состояние электромагнитных преобразователей больших токов бесконтактного типа на различных физических эффектах и их тенденции развития, предложена конструкция электромагнитного преобразователя тока на магнитомодуляционном эффекте для выявления несимметричности токов в трехфазной системе постоянного и переменного токов, изложен принцип его работы. Показано, что выполнение магнитопровода трехконтурным и введение прямоугольных вырезов с модулирующими и выходными обмотками на трех смежных стержнях магнитопровода позволяет измерять несимметричность токов в трехфазных цепях.

Ключевые слова: трехфазный ток, несимметричность фазных токов, электромагнитный магнитомодуляционный преобразователь, модулирующая обмотка, выходная обмотка, схемы соединения выходных обмоток.

Введение

С целью обеспечения мероприятий по экономии и рациональному использованию энергоресурсов за последние несколько лет на тяговых подстанциях электрифицированных железных дорог Республики Узбекистан установлены счетчики электроэнергии и создана глобальная информационная сеть, способная соединить всех потребителей электрической энергии и счетчики в автоматизированную систему коммерческого учета энергоресурсов (АСКУЭ), а на вновь строящихся системах тягового электроснабжения для установления оптимальных режимов работы устройств и ведения технологических процессов внедряется СКАДА-система [1,2]

В работах [13] предложены новые конструкции преобразователей больших токов на трансформаторном эффекте для различных объектов, но с одним назначением - для измерения тока и показаны потенциалы их развития.

В монографии [14] авторы в процессе изучения современного состояния проблемы измерения больших токов установили, что принципы преобразования больших токов основаны на физических законах Ома, Джоуля-Ленца, полного тока и электромагнитной индукции, а также на силовом воздействии измеряемого тока со вспомогательными магнитными полями и ферромагнитными массами, которые в свою очередь могут быть положены в основу построения новых принципов действия электромагнитных преобразователей токов с улучшенными основными характеристиками и целью выявления несимметричности токов в трехфазных системах переменного тока.

Постановка задачи. В современных системах тягового и нетягового электроснабжения широкое применение нашли трехфазные электрические сети с тремя проводниками, в которых при несимметрии трехфазной системы токов (напряжений) появляются токи обратной и нулевой последовательностей. Это приводит к изменениям значений фазных и межфазных напряжений, смещению нейтральной точки трехфазной системы [3] Как следствие, растут потери активной мощности, ускоряется старение изоляции, возникают опасные вибрации из-за знакопеременных вращающих моментов, увеличиваются пульсации выпрямленного напряжения, возрастает вероятность ошибок релейной защиты и погрешность электросчетчиков и т. д., следовательно, повышение и улучшение качества показателей электрической энергии в электрических сетях, их контроль и выявления несимметричности токов фаз являются актуальной задачей [4]

Анализ современного состояния схем систем контроля и управления режимами работы тяговых

трансформаторов, выпрямительно-преобразовательных установок и тяговых электродвигателей показал, что измерительные преобразователи тока (ИПТ) весьма востребованы для контроля и управления, а также для выявления несимметричности токов фаз в различных областях электроэнергетики [5,6]

В большинстве электромагнитных преобразователей тока используются эффект Холла [8], что обеспечивает их основные преимущества: гальваническую развязку первичной (силовой) и вторичной (измерительной) цепей, высокую чувствительность и др. Низкая цена, малые габариты и в то же время высокая надежность работы способствуют тому, что их начинают применять в электроприводах многих устройств, в том числе в устройствах электрического транспорта.

Но применительно к высоковольтным цепям их основное достоинство – сверхминиатюрность – исчезает: магнитный концентратор, в воздушный зазор которого помещается измерительный преобразователь напряженности магнитного поля, созданного измеряемым током, должен иметь большой диаметр, чтобы обеспечивать необходимое расстояние концентратора от высоковольтного проводника с измеряемым током. Вторым недостатком ИПТ на основе эффекта Холла – это необходимость подключения к указанному измерительному преобразователю стабильного источника постоянного тока [7, 8, 9]

Сравнительный анализ основных характеристик существующих ИПТ показал, что благодаря возможности применения в высоковольтных линиях, значительной выходной мощности и низкому порогу чувствительности с успехом могут быть применены в системах контроля и управления для измерения тока несимметричности токов в силовых трехфазных цепях ИПТ магнитомодуляционного принципа действия.

Одним из работ, посвященной выявлению несимметричности токов в параллельных ветвях трехфазных систем, является устройство для преобразования постоянного тока в переменный, содержащее магнитопровод с тремя параллельными стержнями и с прямоугольным вырезом на среднем стержне, на котором намотаны модулирующая и выходная обмотки, токоведущие шины, проходящие через окна магнитопровода [10]

Однако известное устройство имеет ограниченные функциональные возможности: их практически невозможно применять в цепях трехфазного тока для определения неравномерности токовой нагрузки трех параллельных ветвей до или после выпрямительно-преобразовательных установок.

Авторы предлагают конструкцию электромагнитного ИПТ на магнитомодуляционном эффекте, содержащем токоведущие шины, магнитопровод с воздушными зазорами и с прямоугольным вырезом, на котором намотаны модулирующая и выходная обмотки, магнитопровод выполнен трехконтурным, через окна которых проходят соответствующие токоведущие шины, прямоугольный вырез с модулирующими и выходными обмотками, выполнен на трех смежных стержнях магнитопровода, а выходные обмотки соединены между собой по схеме открытого треугольника[11]

Благодаря выполнению магнитопровода трехконтурным и прямоугольных вырезов с модулирующими и выходными обмотками на трех смежных стержнях магнитопровода обеспечивается возможность определения неравномерности токовой нагрузки трех параллельных ветвей до или после выпрямительно-преобразовательных установок.

Общий вид конструкции электромагнитного преобразователя тока на магнитомодуляционном эффекте представлена на рис.1; на рис. 2 – схема расположения модулирующей и выходной обмоток; на рис. 3 – схема соединения выходных обмоток по схеме открытого треугольника.

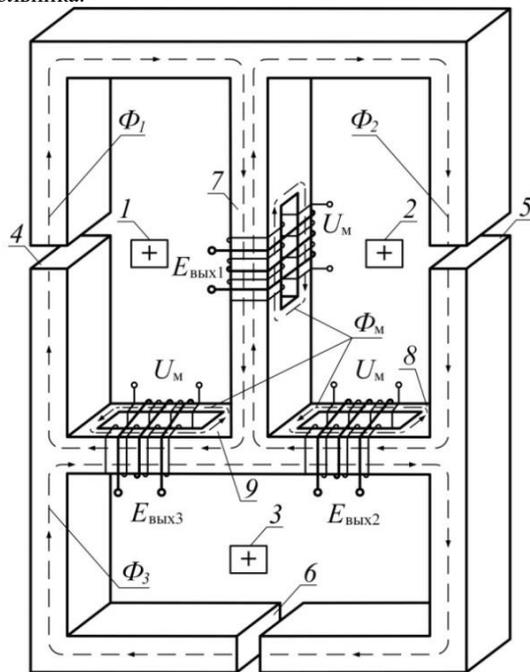


Рис. 1. Конструкция электромагнитного преобразователя тока на магнитомодуляционном эффекте

Электромагнитный преобразователь тока на магнитомодуляционном эффекте содержит три токоведущие шины 1, 2, 3, проходящие через соответствующих окон трехконтурного магнитопровода, состоящего из несмежных стержней 4, 5, 6 с соответствующими воздушными зазорами и смежных стержней 7, 8, 9, выполненными прямоугольными вырезами, на параллельных ветвях которых расположены модулирующие обмотки 10, 11, 12 и выходные обмотки 13, 14, 15, охватывающие каждый стержень вместе с вырезом и соединенные между собой по схеме открытого треугольника.

Электромагнитный преобразователь тока на магнитомодуляционном эффекте работает следующим образом.

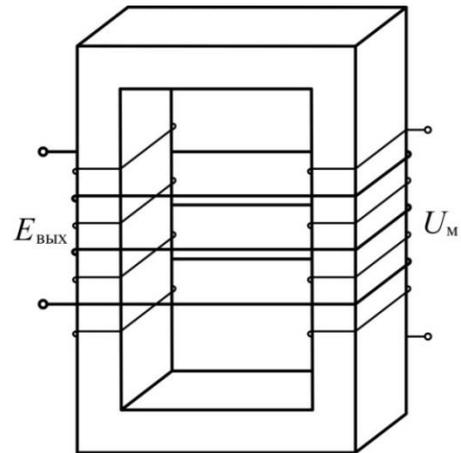


Рис. 2. Схема расположения модулирующей и выходной обмоток

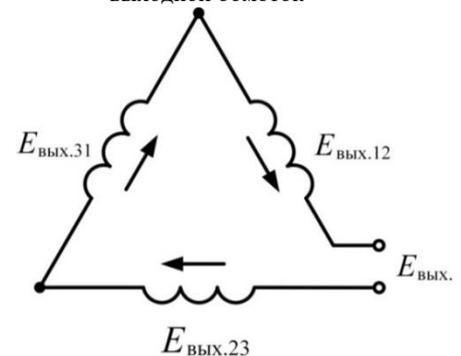


Рис. 3. Схема соединения обмоток по схеме открытого треугольника

При определении неравномерности токовой нагрузки параллельных ветвей выпрямительно-преобразовательных установок по шинам 1, 2, 3 проходят постоянные токи I_1 , I_2 , и I_3 в одном направлении. Эти токи в несмежных стержнях 4, 5, 6 трехконтурного магнитопровода создают постоянные магнитные потоки Φ_1 , Φ_2 , и Φ_3 , а в смежных стержнях 7, 8, 9 – разность магнитных потоков $\Delta\Phi_{12} = \Phi_1 - \Phi_2$, $\Delta\Phi_{23} = \Phi_2 - \Phi_3$, и $\Delta\Phi_{31} = \Phi_3 - \Phi_1$. При подключении модулирующих обмоток 10, 11, 12 к источнику переменного напряжения U_m по ветвям каждого прямоугольного выреза замыкается модулирующий переменный магнитный поток Φ_m . От магнитного потока Φ_m в соответствующих выходных обмотках 13, 14, 15 ЭДС не возникает. Это объясняется тем, что силовые линии магнитного потока Φ_m не охватывают витки выходных обмоток. Когда токи I_1 , I_2 , и I_3 равны между собой, то равны их магнитные потоки Φ_1 , Φ_2 , и Φ_3 , а разностные магнитные потоки равны нулю, т.е. $\Delta\Phi_{12} = 0$, $\Delta\Phi_{23} = 0$, и $\Delta\Phi_{31} = 0$.

Поэтому ЭДС $E_{\text{вых}12} = 0$, $E_{\text{вых}23} = 0$, $E_{\text{вых}31} = 0$ на концах выходных обмоток 13, 14, 15 также равны нулю.

Если токи в токоведущих шинах 1, 2, 3 (или хотя бы в одной из шин) отличаются по величине, то соответствующие разностные магнитные потоки не равны нулю и, согласно закону электромагнитной индукции, на концах соответствующих выходных обмотках появляются ЭДС, пропорциональная величине соответствующего разностного магнитного потока и, следовательно, разностного тока в смежных шинах [12]

При установке предлагаемого преобразователя в трехфазных цепях переменного тока модулирующие обмотки отключаются от источника. В этом случае, напряжение на выходных зажимах открытого треугольника будет пропорционально несимметричности токов в трехфазных цепях. При симметричном режиме трехфазной цепи напряжение на выходе будет равно нулю.

Заключение

Таким образом, положительный эффект достигается за счет выполнения магнитопровода трехконтурным и введением прямоугольных вырезов с модулирующими и выходными обмотками на трех смежных стержнях магнитопровода, в результате чего обеспечивается возможность определения неравномерности токовой нагрузки трех параллельных ветвей до (в трехфазных цепях переменного тока) или после выпрямительно-преобразовательных установок (в цепях постоянного тока), следовательно, расширяются функциональные возможности устройства для преобразования тока в напряжение.

Список литературы

- [1] Postanovlenie kabineta ministrov respubliki Uzbekistan ot 17.09.2015 g. n 269 «O dopolnitelnykh merax po realizatsii projekta "Stroitelstvo elektrifitsirovannoy jeleznodorozhnoy linii "Angren - Pap" s elektrifikatsiyey uchastka "Pap - Kokand - Andijan"».
- [2] Amirov S.F., Safarov A.M. Sovremennoe sostoyanie i perspektivi razvitiya elektromagnitnix preobrazovateley bolshix tokov // Problemi polucheniya, obrabotki i peredachi izmeritelnoy informatsii: materialy II Mejdunarodnoy nauchno-texnicheskoy konferensii. – 2019. – S. 122-127.
- [3] Zayavka na patent RUz (UZ) № IAP 20190064. Ustroystv dlya preobrazovaniya toka v napryajenie/ Amirov S.F., Safarov A.M., Jumaboev S.X., Muxsimov S.H.S. – Zayavleno: 20.02.2019 g.
- [4] Jejelenko I. V. Pokazateli kachestva elektroenergii i ix kontrol na promyshlennix predpriyatiyax. M.: Energoatomizdat, 1986. – 172 s.
- [5] Shidlovskiy A.K., Kuznetsov V.G. Povishenie kachestva elektricheskoy energii v elektricheskix setyax. Kiev: Naukova dumka, 1985. – 258 s.
- [6] Bolotin O., Portnoy G., Razumovskiy K. Sovremennye datchiki dlya izmereniya toka i napryajeniya // «ISUP», № 1(61) 2016.

[7] Danilov A. Sovremennye promyshlennye datchiki toka // Sovremennaya elektronika. 2004. № 10.

[8] Gilardi M. Novye gorizonti texnologii datchikov toka na effekte Xolla // Silovaya elektronika. 2013. № 3.

[9] M. Stanbury, "Modelling of current transformer saturation for power system protection applications," presented at the South East Asia Protect. Autom. Conf., Brisbane, Queensland, Australia, Mar. 2013.

[10] Lj. A. Kojovic, "Impact of Current Transformers Saturation on Overcurrent Protection Operation," Power Engineering Society Summer Meeting, 2002 IEEE, Volume: 3, pp. 1078-1083, July 2002.

[11] A.s. №1019503 (SU). Ustroystva dlya preobrazovaniya postoyannogo toka v peremenniy / Zaripov M.F., Safarov A.M., Petrova I.YU. // Opublikovano "Byulleten izobreteniy" – 1983, №19

[12] Jumaboev S.X., Muxsimov Sh.S. Elektromagnitniy preobrazovatel nesimmetrichnosti trexfaznogo toka // Problemy polucheniya, obrabotki i peredachi izmeritelnoy informatsii: materialy II Mejdunarodnoy nauchno-texnicheskoy konferensii. – 2019. – S. 144-148.

[13] Plaxtiev A.M. Beskontaktnye ferromagnitnye preobrazovateli s raspredelennimi magnitnimi parametrami dlya sistem kontrolya i upravleniya.: Avtoref. dis. ... dokt. texn. nauk. – Tashkent: TashGTU, 2009. – 46 s.

[14] Amirov S.F., Safarov A.M., Rustamov D.SH., Ataullaev N. O. Elektromagnitnye preobrazovateli bolshix tokov dlya sistem tyagovogo elektroobzabjeniya. Tashkent, 2018. – 358 s.

Амиров Султон Файзуллаевич – доктор технических наук, профессор Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта

Жумабоев Сарварбек Хамраевич - докторант PhD Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта

Detection of asymmetry of the phases of the electromagnetic current transformers for magnetovariational effect

The article discusses the current state of electromagnetic converters high current non-contact type on different physical effects and their development trends, the proposed design of the electromagnetic transducer current magnetovariational effect to identify the symmetry currents in three-phase system DC and AC current, sets out the principle of its work. It is shown that the three-circuit design of the magnetic circuit and the introduction of rectangular cutouts with modulating and output windings on three adjacent rods of the magnetic circuit allows to measure the asymmetry of currents in three-phase circuits.

Keywords: three-phase current, phase current asymmetry, electromagnetic magnetomodulation Converter, modulating winding, output winding, connection diagrams of output windings.

Рахимов Т.Г., Муталова Ш.А.

Кўп сонли объектлар тоифаларига эга бўлган тасвирларни таснифлаш алгоритмлари

Ушбу мақолада кўп сонли объектлар тоифаларига эга бўлган тасвирларни таснифлаш бўйича бир нечта масала кўриб чиқилади. Объектларнинг семантик иерархиясини ҳисобга оладиган ечимлар дарахтлари ва уларнинг ансамбллари асосланган таснифлаш алгоритмларининг модификациялари тақлиф этилади. Бундан ташқари қатор маълумотлар тўпламларидаги энг яхши башоратлаш аниқлигини намоиш этадиган ҳисоблаш экспериментларининг натижалари келтирилади.

Калит сўзлар: компьютерда кўриш, машинали ўргатиш, тасвирларни таснифлаш, ечимлар дарахти, тасодифий ўрмон, семантик иерархия.

Кириш. Тасвирларни кўп сонли объектлар тоифаларига таснифлаш масаласи катта амалий аҳамиятга эга. Бу турдаги муаммолар турли соҳаларда юзага келади: масалан, калит сўзлар бўйича тасвирларни излаш, робототехника учун объектларни тўғри ажратиш ва бошқалар. Яқин вақтларгача бу масалани ечиш алгоритмлари, шу жумладан ҳисоблаш мураккаблиги туфайли жуда кам тадқиқ қилинган.

Бу турдаги Caltech-101 [1] ва ImageNet [2] тасвирлар асосида ўтказилган дастлабки ҳисоблаш экспериментларидан биринчилари кўрсатдики, ҳозирги вақтда тан олинган алгоритмларнинг қўлланиши кўп сонли объектларни аниқлигини бермайди. Бу турдаги вазифалар учун энг яхши натижаларни алгоритмларнинг иккита классификатори кўрсатди.

Улардан биринчиси тасвирларни таснифлаш учун Фишер векторларидан [3] фойдаланишга ва таянч векторларнинг чизикли машинасини [4] классификатор сифатида ишлатишга асосланган. Алгоритмларнинг иккинчи синфи тасвирларни таснифлаш учун тўғридан-тўғри пикселларнинг интенсивлигини ишлатади, классификатор сифатида эса конволюцион нейрон тармоқларини ишлатади [5].

Ажратиш аниқлигини оширишга муккобил ёндашув объектлар тоифалари орасидаги муносабатларнинг тузилмаси тўғрисидаги маълумотлардан фойдаланиш ҳисобланади. [6, 7] ишларда таснифлаш алгоритмлари сифатининг бу алгоритмлар қаралаётган тоифалар орасидаги семантик боғлиқликларни қанчалик ҳисобга олишига боғлиқлиги ғояси илгари сурилган ва экспериментал синондан ўтказилган.

Бу ишда WordNet маълумотлар омборида объектларнинг семантик иерархиясини ҳисобга оладиган ечимлар дарахтлари ва уларнинг ансамбллари асосида тасвирларни таснифлаш алгоритмларини модификациялаш тақлиф қилинади [8].

Иш қуйидагича тузилган. 1-бўлимда ўқитувчи томонидан ишлатиладиган "тасодифий ўрмон" ва "таянч вектори машинаси" билан ўргатиш алгоритмлари таснифлаш келтирилади. 2-бўлимда объектлар тоифаларининг семантик иерархиясини ҳисобга олган ҳолда, тасвирларни кўпсонли тоифаларга ажратиш учун ишлаб чиқилган усуллар таснифланган. Ҳисоблаш экспериментининг натижалари ва уларни таҳлил қилиш 2-бўлимда келтирилган.

1. Назарий асослар

1.1. "Тасодифий ўрмон" ўқитувчиси билан ўргатиш алгоритми

Тасодифий ўрмон (random forest) [9] ҳам таснифлаш масалалари учун, ҳам регрессияни қайта тиклаш масалалари учун қўлланиладиган энг универсал ва самарали ўқитувчи ўргатиш алгоритмларидан бири ҳисобланади. Усулнинг ғояси параллел ўргатиладиган мустақил ечимлар

дарахтлари ансамблини қуришдан иборат [10]. Объектни яқуний таснифлаш ансамбль таркибига киритилган барча дарахтларнинг овоз бериши йўли билан амалга оширилади.

Алгоритмнинг афзалликлари орасида башоратлашнинг юқори сифати, кўп сонли тоифалар ва белгиларга эга бўлган маълумотларга самарали ишлов бериш қобилияти, моделнинг умумлаштириш қобилиятига ички баҳолаш, юқори параллеллик ва масштабланувчанлиги каби хусусиятларни ажратиш кўрсатиш мумкин. Бу усул, шунингдек, ечимлар дарахтларнинг барча афзалликлари, шу жумладан кириш маълумотларига дастлабки ишлов бериш ваҳам моддий, ҳам тоифавий белгиларга ишлов бериш, мавжуд бўлмаган қийматлар билан ишлашни қўллаш заруратининг йўқлигига эга.

CART ечимлар дарахтини қуришнинг алгоритми [10] белгилар маконини кесилмайдиган соҳаларда рекурсив бўлиш йўли билан уни бўлишда қурилади. Дарҳақиқат, дарахтнинг ҳар бир тугунига белгилар маконининг маълум соҳаси ва уни киз баландликларга тайинланган иккита бўлиш амалга ошириладиган қоида мос келади.

Ўргатувчи танланманнинг ўлчамларига берилган чеклашларда унинг хатолигини минималлаштирадиган оптимал дарахтни қуриш масаласи NP-қийин масала ҳисобланади [11], бу моделни ўргатиш учун $I(D)$ маълумотларнинг бир жинслимаслигини таснифлайдиган функцияни максимал қамайтириш очкўз стратегияси ишлатилади, бу ерда D маълум бир тугунга мос келадиган белгилар маконида соҳа ҳисобланади.

Объектларнинг тоифалари сони $U = \{1, \dots, K\}$, бу ерда K – объектлар тоифалари сони ва D соҳа ўргатиш танланмасидан M объектларга эга бўлсин. Дарахтни бу тугунидаги нисбий тоифалар частотасини k билан белгилаймиз:

$$\hat{p}_k = \frac{1}{M} \sum_{x_i \in D} I(y_i = k) \quad (1)$$

бу ерда I – дарахт индикатор функцияси.

Энг юқори нисбий частотага эга бўлган тоифа бу тугунга қирадиган барча объектлар учун башорат қилинадиган жавобга мос келади. Тугунда маълумотларнинг $I(D)$ бир жинслимаслигини таснифлайдиган функция сифатида одатда қуйидагилар қаралади [9]:

Таснифлаш хатолиги:

$$\frac{1}{M} \sum_{x_i \in D} I(y_i \neq \tilde{k}) = 1 - \hat{p}_k \quad (2)$$

Жинс индекси:

$$\sum_{k \neq \tilde{k}} \hat{p}_k \cdot \hat{p}_{\tilde{k}} = \sum_{k=1}^K \hat{p}_k (1 - \hat{p}_k) \quad (3)$$

кросс-энтропия:

$$\sum_{k=1}^K \hat{p}_k \log \hat{p}_k \quad (4)$$

Тасодифий ўрмон моделини ўргатиш куйидаги процедура бўйича маълум дарахтлар сонини мустақил куришдан иборат:

- ўргатувчи танланмадан тасодифий кичик танланмани генерациялаш (бу кичик танланманинг ўлчами одатда бутун ўргатувчи танланманинг ҳажмидан 50-70% ни ташкил қилади)

- бу кичик танланма бўйича ечимлар дарахтини куриш (бинобарин, дарахтни ҳар бир янги тугунида бўлиш учун ўзгарувчи барча белгилардан эмас, балки уларнинг унча катта бўлмаган қувватли тасодифий танланган ним тўпламидан танланади).

1.2. "Машина-таянч векторлари" ўқитувчили ўргатиш алгоритми

Таянч векторлар усули [4] амалга энг машхур ва кенг ишлатиладиган ўқитувчили ўргатиш алгоритмларига кирди. Дастлаб бу усулик килик таснифлаш масалалари учун мўлжалланган эди, аммо уни кўп сонли синфларга эга бўлган таснифлаш масалаларига, шунингдек, регрессияни қайта тиклаш масалаларига осонликча умумлаштирилади.

Ўргатишнинг боришида куйидаги чизикли бўсағавий классификатор курилади:

$$\text{sgn}(\sum_{j=1}^n w_j x_j - w_0) \quad (5)$$

Бу ерда $(w, x) = w_0$ тенглама синфларни ажратиш турадиган гипер текисликни тавсифлайди.

Агар танланма чизикли ажратилади деб фараз қилсак, унда аёнки, ажратувчи гипер текислик ягона эмас, чунки танланманинг ўша бир бўлинишини бажарадиган бошқа ҳолатлар ҳам мавжуд.

Усулнинг гоёси w ва w_0 қийматларни маълум мезон нуқтаи назаридан оптимал усулда танлашдан иборат. Ажратадиган гипер текислик унга энг яқин бўлган ҳар иккала синфлар объектларидан иложи борича узоқроқ бўлиши талаб қилиниши мумкин.

Дастлаб, бу таснифлаш принципи эвристик мулоҳазалардан келиб чикди: синфлар орасидаги масофани (margin) максималлаштириш ишончли таснифлашга ёрдам беради деб тахмин қилиш табиий. Кейинчалик бу принцип кучли назарий асослашни олди.

Ажратадиган гипер текислик танланма нуқталардан иложи борича узоқроқ туриши учун полосанинг кенглиги максимал бўлиши керак. Кўрсатиш қийин эмаски, w векторининг нормалиминимал бўлса, полосанинг кенглиги максимал бўлади. Шундай қилиб, танланма чизикли бўлинадиган бўлса, мулоҳазалар куйидаги масалага олиб келадиган оддий геометрик мулоҳазалар етарли бўлади: маълум чеклашларда w векторининг нормали минимал бўладиган w ва w_0 параметрларининг қийматларини топиш керак. Шундай қилиб, дастлабки иккилик таснифлаш масаласик ва драстик дастурлаш масаласига келтирилади.

Алгоритми чизикли ажратилмайдиган маълумотларлар бўлганда (одатда амалда шундай бўлади) ўргатиш танланмаси объектларидаги хатоликларга жарима оптималлаштириладиган функциясига кўшиш билан осонликча умумлаштирилади. Бу масалани ечишда яна бир ёндашув мавжуд: бу X объектларининг тавсифлаш дастлабки маконидан N янги майдонга (тўғрилайдиган дейиладигани) маълум ψ тўзгартириш - $X \rightarrow N$ ёрдамида ўтиш ҳисобланади. Агар N макони етарлича юқори ўлчамлиликка эга бўлса, у ҳолда унда танланма чизикли ажратилиши мумкинлигига умид қилиш мумкин (кўрсатиш осонки, агар танланма зид бўлмаса, у ҳолда ҳар доиму чизикли ажратиладиган чеклли ўлчамлиликка эга бўлган макон топилди).

$K > 2$ синфлар сонига эга бўлган таснифлаш масаласи учун таянч векторлар усулидан фойдаланиш учун куйидаги иккита стратегиялар бўлиши мумкин:

1. "Ҳар бир ҳар бирга қарши": иккилик таснифлашнинг барча бўлиши мумкин кичик масалаларида $K(K-1)/2$ турли хил моделларни ўргатиш. Янги объект барча курилган моделлар бўйича таснифланади, ундан кейин устун синф танланади.

2. "Бир барчага қарши": K моделларни "бир синф барча қоган синфларга қарши" шаклидаги иккилик таснифлаш масалалари бўйича ўргатиш. Янги объект синфи margin максимал қиймати билан танланади.

2. Тоифаларнинг семантик иерархиясини ҳисобга оладиган тасвирларни таснифлаш алгоритми

Бу бўлимда объектлар тоифаларининг семантик иерархиясини ҳисобга оладиган таклиф этиладиган иккита тасодифий ўрмон куриш алгоритмлари тавсифланган. Улардан биринчиси модификацияланган жарима матрицасидан фойдаланади. Иккинчиси масалани иерархик таснифлашга келтиради.

2.1. WordNet маълумотлар омборининг тавсифланиши. WordNet [8] бу ҳар бири маълум бир мазмунга мос келадиган синонимлар тўпламларига гуруҳланган инглиз тилидаги отлар, феъллар, сифатлар ва атамаларнинг катта маълумотлар омбори ҳисобланади. Бу тўпламлар орасидаги уларнинг семантик ва лексик алоқаларини акс эттирадиган муносабатлар аниқланган.

Бу алоқа турлари орасидан кўпроқ умумий тушунчаларни (масалан, "мебел") янада батафсилроқ (масалан, "кабинет") тушунчаларни боғлайдиган улиниш муносабатларини ажратиш мумкин. Иккинчиси, ўз навбатида, "китоб шкафи" ва бошқалар тушунчаси билан боғланиши мумкин (равшанки, бу муносабатлар транзитивлик хусусиятига эга).

Умумий тузилмани йўналтирилган ацикллиграф шаклида тасвирлаш мумкин, унинг баландликларига тушунчалар, кирраларига эса бу тушунчалар орасидаги муносабатлар мос келади. Курилган графда бошқа барча баландликлар учун умумий авлод бўлган "мазмун" тушунчасига мос келадиган илдиз баландлигини ажратиш мумкин.

2.2. Модификацияланган жарима матрицаси ёрдамида тасодифий ўрмонни куриш. Ечимлар дарахтлар иансамблини ўргатишда объектларнинг семантик иерархиясидан фойдаланишнинг мумкин бўлган усулларида бири бир жинслимаслик функцияларини модификациялаш (Жини индекси) йўли билан ҳар бир алоҳида дарахтни куришдаунинг қўлланиши ҳисобланади.

Бу модификациялашнинг асосий мақсади семантик иерархияда бир-бирларидан жуда олисда бўлган тоифаларга эга объектлар тугунида бўлишга "жарима" ни оширишдан иборат. Шундай тарзда ҳисобланган Жини индексини куйидагича ёзиш мумкин:

$$\sum_{k \neq \bar{k}} w_{k\bar{k}} \cdot \hat{r}_k \cdot \hat{r}_{\bar{k}} \quad (6)$$

бу ерда w_{ij} вазнлар куйидаги алгоритм ёрдамида ҳисобланади.

Кириш: N – Word Net маълумотлар омборидаги тушунчалар тузилмасини тавсифлайдиган граф, h – дарахт баландлиги; $\{C_1, \dots, C_k\}$ – вазнларни ҳисоблаш керак бўлган объектларнинг тоифалари.

Барча $i = 1, \dots, K$ учун

a) $w_{ii} = 0$;

b) барча $j = i+1, \dots, K$ учун

i. N графда C_i ва C_j тоифалар учун умумий авлод ҳисобланадиган $h(i, j)$ – тугуннинг максимал чуқурлигини ҳисоблаш.

ii. $w_{ij} = h - h(i, j)$, $w_{ji} = w_{ij}$.

Барча $i = 1, \dots, K$ учун

$$\sum_{j=1}^K w_{ij} \quad (7)$$

бўладиган тарзда нормировать w_{ij} кийматни метёрлаштириш керак.

2.3. Иерархик таснифлаш. Кўп сонли тоифаларга эга бўлган объектларни таснифлаш масаласини ечишда энг машхур ёндашувлардан бири иерархик таснифлашдан фойдаланишдан иборат [12] Бу ёндашувнинг асосий ғояси ҳар бир тугунга тегишли тоифалар ҳар бири битта тугун-авлодга мос келадиган маълум кластерлар сонига бўлинадиган тарзда дарахт кўринишида ташкил этилган объектлар тоифаларининг иерархиясини куришдан иборат.

Жараён дарахтнинг ҳар бир терминал тугунида биттадан тоифага эга бўлмагунча давом этади. Дарахтнинг ҳар бир тугунида авлод тугунларига кираган тоифалар кластерларини таснифлаш моделини ўргатадиган классификатор (одатда иккилик) қурилади. Янги объектни таснифлаш учун дарахтнинг илдизидан у ёки бу синфга мос келадиган терминал тугунига олиб борувчи классификаторлар занжири ишлатилади.

Word Net маълумотлар омборида объектлар иерархиясини тавсифлайдиган дарахтни куриш учун қуйидаги алгоритм ишлаб чиқилган:

Кириш: H - WordNet маълумотлар базасидаги тушунчаларнинг тузилмасини тавсифлайдиган граф; $\{C_{i1}, \dots, C_{im}\}$ – бўлишни куриш зарур бўлган объектларнинг тоифалари.

1. Агар $m = 1$ бўлса, унда ТЎХТАШ.

2. H графдаги барча C_{i1}, \dots, C_{im} тоифалар учун умумий авлод ҳисобланадиган $h(i_1, \dots, i_m)$ – тугуннинг минимал чуқурлигини ҳисоблаш.

3. Барча $i = i_1, \dots, i_m$ учун $C(i) = h(i_1, \dots, i_m) + 1$ чуқурликдаги тугуннинг авлодини ҳисоблаш.

4. $\{C_{ij}, \dots, C_{im}\}$ тўпламини $CG_1 \dots CG_k$ ним тўплагма бўлиш, бу ерда $CG_k = \{C_{j1}, C_{jk}\}$, $C(j_1) = C(j_2) = \dots = C(j_k)$.

5. Барча CG_1, \dots, CG_k учун (1) - (4) кадамларни бажариш.

Шундай қилиб, бу алгоритмнинг чиқиши тоифалар иерархиясини тавсифлайдиган бўлиши мумкин тоифалар сонига тенг бўлган терминаллар тугунлари сонили T дарахт ҳисобланади. Бу дарахтнинг ҳар бир тугунида алоҳида классификатор (таснифлагич) (тасодифий ўрмон) қурилган, бу классификаторларнинг бирлаштириш иерархик классификаторни ташкил қилади. Куриш алгоритмини қуйидагича тавсифлаш мумкин:

Кириш: $D = \{(x^i, y^i), i = 1, \dots, n\}$ – ўргатувчи танланма; T – объектлар тоифаларининг иерархиясини тавсифлайдиган дарахт

1. Ҳар бир нотерминал тугун учун $t \in T$

а) бу тугунга мос келадиган $\{C_{i1}, \dots, C_{im}\}$ тоифалар рўйхатини олиш;

б) \bar{D} дан барча объектлар учун тоифалар белгилари $\{C_{i1}, \dots, C_{im}\}$ тўплагмага тегишли бўладиган тарзда $\bar{D} \subseteq D$ ўргатувчи танланмадан ним тўплагма танлаш;

с) $t: \{t_1, \dots, t_k\}$ тугунлар авлодлари рўйхати ва уларга мос келадиган тоифалар CG_1, \dots, CG_k тўплагмаларини олиш;

д) \bar{x}^i белгилар векторлари \bar{D} дан белгилар тўплагмага, тоифалар эса $\bar{y}^i = \{1, \dots, K\}$ га мос келадиган \bar{D} маълумотлар тўплагма классификаторини ўргатиш (\bar{y}^i қайси CG_1, \dots, CG_k тоифаларлар тўплагмага киришига боғлиқ равишда).

2.4. Ҳисоблаш тажрибаси. Ишлатиладиган маълумотлар ва алгоритмларни тавсифлаш. Ҳисоблаш экспериментини ўтказиш учун Caltech-101 [1], Caltech-256 [1] ва ILSVRC2010 [13] маълумотлар тўплагмаларидан фойдаланилган. Caltech-101 маълумотлар омборида 101 та турли тоифаларга кирадиган 9144 та тасвирларга (300 га 200 пикселгача ўлчамларли) эга, ҳар бир тоифага тасвирлар

сони 31 дан 800 гача ўзгаради (ҳар бир тоифа учун ўртача 50 та тасвирлар тўғри келади).

Caltech-256 бу Caltech-101 омборнинг кенгайтмаси (тоифалар сони - 256; тасвирларнинг умумий сони - 30608) ҳисобланади; битта тоифага кирадиган тасвирларнинг минимал сони 80 тага, максимал сони 827 тага ошди; ҳар бир категория учун тасвирларнинг ўртача сони 100 тагача). ILSVRC 2010 маълумотларомборибу ImageNet маълумотларомборитўпламибўлиб, 1000 та тоифаларни ўзичига олади (тасвирларнинг умумий сони – 1200000 та, тасвирнинг максимал ҳажми - 500 пиксел).

Тасвирларнинг белгилари тавсифлашни куриш учун bag-of-words ёндашувидан фойдаланилган [14] Дастлаб ҳар бир тасвир максимал ўлчамлилик 300 пикселлардан ошмайдиган тарзда масштабланган.

Бундай тарзда масштабланган тасвирдан SIFT белгилари ажратиб олинган (ҳисоблашларни тезлаштириш учун dense SIFT модификациялаш [15] ишлатилган, дескрипторлар 10 пикселлар қадами олинган 20×20 пикселлар ўлчамидаги қопланмайдиган патчлардан ажратиб олинган).

Олинган дескрипторлардан танланмалар тасодифий тарзда шакллантирилган (танланма ҳажми: Caltech-101 маълумотлар тўплами учун 105 та объектлар, Caltech-256 учун маълумотлар тўплами учун 106 та объектлар, ILSVRC 2010 маълумотлар тўплами учун 107 та объектлар).

Олинган танланмалар "K means" кластерлаштириш алгоритмининг киришига берилган, қурилган кластерларнинг марказлари "визуал сўзлар"га мос келди (Caltech-101 ва Caltech-256 маълумотлар тўплагмалари учун кластерлар сони 1000 та, ILSVRC 2010 маълумотлар тўплагма учун 2000 та қабул қилинди).

Тасвирни яқиний белгилари тавсифлаш бу тасвир учун асосий нуқталар дескриптори тўплагмага "визуал сўзларни" киритиш частотасини тавсифлайдиган гистограмма ҳисобланади.

Бу ерда таклиф қилинган усулдан фойдаланган ҳолда қуйидаги алгоритмларни таққослаш ўтказилди:

– модификацияланган жарима матричасига (RF_COST_MATRIX) эга бўлган тасодифий ўрмон;

– тасодифий ўрмон (RF_HIERARCHICAL) асосида тасвирларни таснифлаш иерархик алгоритми;

– таянч векторлар машинаси (SVM_NEIRARCHICAL) асосида тасвирларни таснифлаш алгоритми;

– "классик" тасодифий ўрмон (RF) алгоритмлари

– "битта барчага қарши" ечимларни қабул қилиш схемаси (SVM_ONE_VS_ALL) "таянч векторлар машина"си.

Таянч векторлар машинасидан фойдаланадиган алгоритмлар учун юқори ҳисоблаш мураккаблиги туфайли фақат чизикли ядролар ишлатилган (оптималлаштирилган LIBLINEAR кутубхонаси ишлатилган [16]).

Ҳисоблаш экспериментининг натижалари. 1-жадвалда юқоридаги тавсифланган алгоритмлар учун алгоритмларнинг ишлаш натижалари (беғона тоифага киритиш хатоликлари) келтирилган.

Кўрииб турибдики, тасодифий ўрмонга асосланган тасвирларни иерархик таснифлаш алгоритми Caltech-101 ва Caltech-256 маълумотлар тўплагмаларида энг яхши башорат қилиш аниқлигини таъминлайди. Таянч векторлар машинаси ILSVRC-2010 маълумотлар тўплагмада унча катта бўлмаган устунликни намойиш этади.

ILSVRC-2010 даги тоифалар сонига боғлиқ равишда таснифлаш хатоликлари қандай ўзгаришини кўриб чиқамиз, бунинг учун бу маълумотлар тўплагмадаги тоифалар ним тўплагма тасодифий танлаймиз (бу

тўпламнинг қувватини 100 га тенг кадам билан 100 дан 1000 гача ўзгартириш билан) ва теслаш т танланмасидаги таснифлаш хатоликларининг тоифалар сонига боғлиқлигини қурамиз (1-расмга қаранг).

1-жадвал

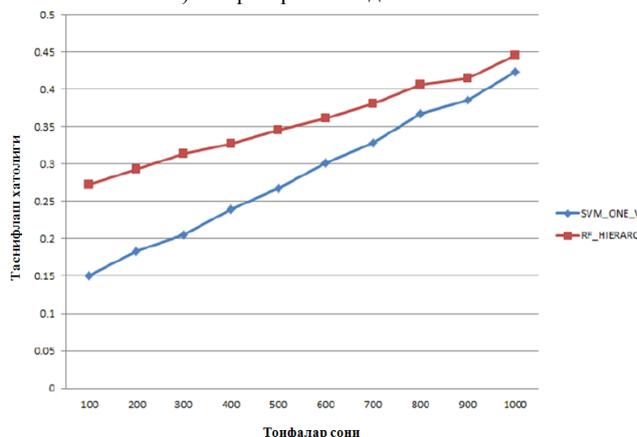
Теслаш танламасидаги таснифлаш хатоликлари

	ILSVRC 100 RANDOM	ILSVRC 100 HIERARCHICAL
RF	0.312	0.271
RF_COST_MATRIX	0.287	0.225
RF_HIERARCHICAL	0.275	0.151
SVM_HIERARCHICAL	0.271	0.163
SVM_ONE_VS_ALL	0.151	0.149

Графикадан келиб чиқадики, тоифалар сонининг ортиши билан RF_HIERARCHICAL ва SVM_ONE_VS_ALL орасидаги башоратлашлар аниқлигидаги фарқ камаяди, тоифалар сонининг кейинги ортиши билан (масалан, агар ImageNet маълумотлар тўпламининг тўлиқ версияси олинса), бу алгоритмларнинг бир хил башоратлаш аниқлигини кутиш керак бўлади.

Шунингдек, ишда башоратлаш хатолигининг қаралаётган маълумотлар тузилмасига боғлиқлиги тадқиқ қилинган. Экспериментни ўтказиш учун иккита турли усулларда 100 тоифаларга эга бўлган ILSVRC 2010 ним тўплами танланди:

- 1) тасодифий тарзда(ILSVRC_100_RANDOM);
- 2) Word Net омборининг тўртта юқори даражали тушунчаларига қирадиган (ILSVRC_100_HIERARCHICAL) тоифалар танланди.



1-расм. Маълумотлар тўпламида теслаш хатолигининг объектлар тоифаларига боғлиқлиги

2-жадвалда келтирилган экспериментал натижалардан кўриниб турибдики, иерархик ёндашувлардан фойдаланиш Word Net семантик тузилмасига мувофиқ ташкил этилган тоифаларда сезиларли яхшиланишларни берди.

2-жадвал

Таснифлаш хатоликларини маълумотлар тузилмасига боғлиқлиги

	Caltech-101	Caltech-256	ILSVRC2010
RF	0.181	0.325	0.497
RF_COST_MATRIX	0.172	0.317	0.523
RF_HIERARCHICAL	0.154	0.265	0.445
SVM_HIERARCHICAL	0.171	0.281	0.482
SVM_ONE_VS_ALL	0.191	0.331	0.423

Хулоса

Ҳисоблаш экспериментининг натижалари шуни кўрсатадики, тақлиф қилинган алгоритмлар айрим

маълумотлар тўпламларида башоратлашнинг энг яхши аниқлигини намойиш этади. Келгусида тақсимланган маълумотларга эга бўлган ечимлар дарахтлари асосидаги модификацияланган алгоритмларни ишлаб чиқиш режалаштирилмоқда, бу белгилар маконининг катгарок ўлчамлиликлари билан ишлашга ва башоратлаш сифатини яхшилашга имкон бериши мумкин.

Адабиётлар рўйхати

1. CaltechDatasets. URL: <http://www.vision.caltech.edu/html-files/archive.html> (дата обращения 01.03.2013).
2. Deng J., Dong W., Socher R., et al. ImageNet: A large-scale hierarchical image database // Proc. of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2009. P. 248–255.
3. Perronnin F., Liu Y., Sanchez J., Poirier H. LargeScale Image Retrieval with Compressed Fisher Vectors // Proc. of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2010. P. 3384–3391
4. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning. Springer, 2008.
5. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G. ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks // Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS). 2012. P. 1106–1114.
6. Deng J., Berg A., Fei-Fei L. Hierarchical Semantic Indexing for Large Scale Image Retrieval // Proc. of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2011.
7. Deng J., Berg A., Li K., Fei-Fei L. What does classifying more than 10,000 image categories tell us? // Proc. Of the 12th European Conference of Computer Vision. 2010. P. 71–84.
8. Fellbaum C. WordNet: An Electronic Lexical Database. MIT Press, 1998.
9. Breiman L. Random Forests // Machine Learning. 2001. V. 45. № 1. P. 5–32.
10. Breiman L., Friedman J.H., Olshen R.A., Stone C.J. Classification and Regression Trees. Wadsworth&Brooks, 1984.
11. Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. М.: Мир, 1982.
12. Griffin G., Perona P. Learning and using taxonomies for fast visual categorization // Proc. of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2008. P. 1–8.
13. Large Scale Visual Recognition Challenge 2010 (ILSVRC2010). URL: <http://www.image-net.org/challenges/LSVRC/2010/index> (дата обращения 01.03.2013).

Рахимов Т.Г. - т.ф.н. доцент. Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги ТАТУ ТРЭТ кафедраси.

Мугалова Ш.А - Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги ТАТУ ТРЭТ кафедраси стажёр-ўқитувчиси

Classification algorithms for a large number of object categories

The problem of classifying images with a large number of categories is considered. Modifications of classification algorithms based on decision trees and their ensembles are proposed that take into account the semantic hierarchy of objects. The results of computational experiments showing the best accuracy of prediction on a number of data sets are presented.

Keywords: computer vision, machine learning, image classification, decision tree, random forest, semantic hierarchy.

Рахимов Б.Н., Ҳотамов А., Рахимов Т.Г.

Ўлчов антенналари асосида индустриал радиохалақитлар характеристикаларини аниқлаш

Мақолада асосан, радиоэлектрон воситаларнинг сони ошиши билан бирга улар бажарадиган вазифалар ҳам сезиларлича даражада мураккаблашганлиги, кўрсатадиган хизматлари турлари ҳам кўпайганлиги қайд этилган. Радиоэлектрон воситалар асосан, ягона ёки бир қатор хизматларни кўрсатиш учун биргаликда ишлашига тўғри келади. Шунга кўра радиомагнит нурланишнинг радио қабулида халақитлар радио қабул қилгичнинг занжирига таъсир этувчи сигнални тўғри қабул қилишга тўсқинлик қилади, шунингдек, радио тўлқинларни тарқатишда сигналларнинг бузилишига олиб келадиган масалар қайд этилган.

Калит сўзлар: электромагнит ҳолат, электромагнит мослашув, Радиоэлектрон воситалар, база станциялари

Ҳар қандай ҳудудда, барча турдаги ва мақсаддаги радиотармоқни қуришда, шу жумладан сотали алоқа база станциясини қуришдан олдин лойиҳалаш ишларини ўша ҳудуддаги электромагнит ҳолатни ўрганишдан бошлаш лозим. Лойиҳачилар учун сотали системанинг энг муҳим характеристикаси бу системанинг қопланишидир. Демак системада буюртмачининг истагини – мантиқий жиҳатдан белгиланган хизмат кўрсатиш зонасини яхши қопланишга эришиш зарур. Одатда сотали компания эгалари частоталардан қайта фойдаланишда ҳам ва айниқса кичик шаҳарларда яхши қопланишда ҳам маанфатдор бўладилар. Шунинг учун ҳам базавий станцияларнинг энг яхши ўрнатиш жойини танлаб олиш заруратдир. Кўпинча лойиҳанинг ана шу қисмига етарлича эътибор бўлмаслиги оқибатида, база станция ўрнатиш ҳудудидаги электромагнит ҳолатнинг етарлича таъминланмаганлиги натижасида система ишининг сифати паст бўлади.

Маълумки радиотўлқинларнинг тарқалиши табиат қонунарига мувофиқ бўлади шунинг учун янги база станциясини лойиҳалашда туман ёки шаҳар ҳудудидаги бинолар ишлаб чиқариш объектлари металл конструкцияга эга бинолар мавжудлиги ҳам ҳисобга олинishi зарур.

Шу тарика, электромагнит ҳолат характеристика белгилаш ва техник воситани эксплуатация қилишнинг турли шартларига нисбатан электромагнит халақитлар интенсивлигини даражаларини белгилашда дастлабки кадам ҳисобланади.

Ҳозирги вақтда радиочастота спектридан фойдаланувчилар сони кенг кўламда ўсиб бориши билан бирга турли радиохизматлар ҳамда турли хизматлар ўртасида радиоэлектрон воситалар электромагнит ҳолати муаммолари тобора кенг аҳамиятга эга бўлиб бормоқда.

Бу муаммони мувоффақиятли ечимини топиш учун олдиндан умумфойдаланиш радиотармоқлар сизимини ошириувчи янги спектрал самарали радиотехнологиялардан фойдаланишга боғлаш зарур.

Бу замонавий алоқа тармоғида радиомаълумотларни узатиш, уларни қайта ишлаш жараёнидаги барча маммолар ечимини топишда аҳамиятга эгадир.

Радиоэлектрон воситаларнинг электромагнит мослашувига унинг ҳар қандай шароитда ўзига бириктирилган вазифани яъни маълумотларни узатиш ва қабул қилиш қобилиятига айтилади. Бошқача қилиб айтганда радиоэлектрон воситанинг бошқа воситаларга халақит қилмай ўзига юклатилган вазифани бажара олиш қобилияти деб тушунилади.

Радиоэлектрон воситалар(РЭВ) электромагнит мослашувини баҳолаш умумий вазифа ҳисобланиб, РЭВ ишлаш жараёнини шароитларини келишиш учун ажралмас қисм ҳисобланади.

РЭВни электромагнит ҳолатини баҳолашда Электромагнит мослашув(ЭММ) критерия шартларни қониқтирувчи шароитлар яратилади.

Бу шартлар станцияни жойлаштиришда ҳудудий чекланиш, халақит манбаси, РЭВ ишига халақит қилувчи сигналлар, химоя полосалари, частотавий чеклов ва РЭВни жойлашувини ўзгартириш ва антенна нурланиш йўналишларини ўзгартиришдир.

Радиоэлектрон воситанинг электромагнит мослашув муаммолари ечимини топиш учун ташкилий ва техник усуллар қўлланади.

Электромагнит мослашувни техник таъминлаш усули деб РЭВни техник таснифини ўзгартиришга масалан: полосадан ташқари ҳамда ёндош нурланишларни сатҳини камайтириш ва танлаш қобилиятини кўтариш деб тушуниш мумкин. Шу билан бирга узатувчи антенналардан тарқалаётган йўналтирилган нулланиш диаграммалар ён барглари (боковых лепестков)камайтириш йўли билан ҳам. Бу усуллар жуда самарали бўлиб янги технологияларни қўллашда ўз самарасини беради.

Фойдаланишда бўлган РЭВни электромагнит мослашувини таъминлашда энг самарали усуллардан бири ташкилий усулларни қўллашдан иборатдир.

Бу хизматга РЭВга частотавий ҳудудий, вақтинчалик ва чекланган бўшлиқ ресурсларни юкланиши ҳамда ҳудудий частоталанишни қўллаш баробарида мобил алоқадан радиочастота спектридан самарали фойдаланиш қиради.

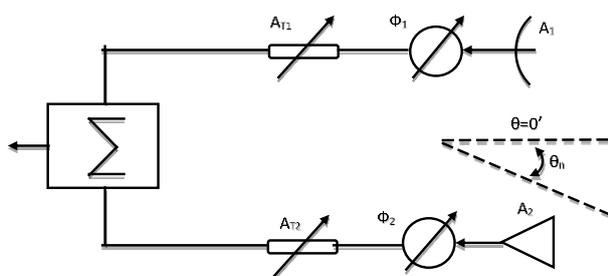
РЭВ ЭММни таҳлил қилишда асосий ташқи омиллар ҳисобланган радиотўлқинлар узатилишда радиохалақитлар ҳисобига йўқотишлар олиб келадиган омилларни ҳисоблаш зарур.

Пассив радиомониторинг тизимида, радионурланиш манбаларининг координаталарини аниқлайдиган узоқ ўлчовли тарқатма усули кенг қўлланилади, бунда ушбу усулнинг нуқсони тақсимланган тизимни ҳар бир қабул қилиш пунктида сигналнинг келишини турлича вақтининг аниқ ўлчашга боғлиқ. Сигналнинг келиш вақтининг турлича ўлчов аниқлигини ошириш усулларидан бири – бу қабул қилинадиган шовқин/сигнал муносабатининг кўпайиши.

Радиомониторингнинг шу каби тизимларида маълум бўлмаган кутбланиш билан радионурланиш манбаи координатини аниқлаш вазифаси вужудга келади. Ўхшаш манбаларнинг муваффақиятли топилиши учун ортогонал кутбланиш бўйича икки киришли антеннали тизимли сигналлари алоҳида қабули қўлланилади. Шундай қилиб, сигнал/шовқинга максимал муносабатни таъминлаш мақсади билан қабул қилинган сигналларни ҳамкорликда ишлаб чиқиш талаб қилинади. Сигналларни қабул қиладиган электромагнит майдонининг кутбланиши қабул қилувчи антенна йўналиши диаграммаси билан мос келмаслиги мумкин. Бунинг сабаби шундаки кутбланиш олдиндан маълум бўлмаслиги мумкин, шунингдек тарқатишда акс этиш сабабли тасодифий характерга эга бўлган ноқутбланиш самараси натижасида ўзгариши

мумкин. Бир қутбланишда қабул олиб борилаётган ҳодиса учун сигналнинг келиш вақти фарқини аниқлаш усули мақоласида тасвирланган. Икки ортогонал қутбланишда икки киришли антеннали тизими ёрдами билан сигналларни қабул қилиш олиб борилади, қабул қилинган сигналлар ҳамкорликда ишлаб чиқишни талаб қилади. Ундай бўлса, икки киришли антенна чиқишлари билан ҳар бир қабул қилиш пунктида иккитадан сигнал мавжуд. Бизнинг ҳолатимизда ҳар бир космик кичик апаратида (ККА) ортогонал қутбланиш бўйича шартли равишда горизонтал ва вертикал қутбланиш дейилади. Шундай қилиб, тизим сигналларини иккита қабул қилиш пункти учун ҳар бир пунктида иккитадан жами тўртта сигнал қабул қилинади.

Радиолокацион маълумотларга қўйиладиган бир қанча талабларда тақдим этилган, айримлари эса (ρ - θ) навигацион бир йўналишларнинг қўпчилиги учун улар кирилиши мумкин эмас. Координатларнинг юқори даражадаги аниқлик билан аниқланиши кузатувнинг қўп томонлама тизими ёрдамида эришилиши мумкин. Ўзгарадиган номаълум сигналларни ўлчаб аниқлаланганда, тенгламалар сони ўзгарувчилар сонидан кам бўлмаслиги керак. Тенгламалар (ўлчовлар) сони ва мақсадли маълумотлар сони балан оралик фарқи шартлар сони деб аталади.



1- расм. Икки акс этувчи антенна намунаси

Бу билан шундай хулосага келинадики, бизга керак бўлган радиотўлқин радиохалакит бардошлиги таъминланади.

Радиомагнит нурланишнинг радио қабулида халакитлар радио қабул қилгичнинг занжирига таъсир этувчи сигнални тўғри қабул қилишга тўсқинлик қилади ва маълум бўлган функционал боғлиқлик бу сигнал билан боғлиқ бўлмаган, шунингдек, радио тўлқинларни тарқатишда сигналларнинг бузилишига олиб келади. Радио тўлқинларни қабул қилишда радиохалакитлар табиий ва техник бўлиши, телеграмм матнларини қабул қилишда, телевизор экранида акс этиш шакллари бузилишида, радиоэшиттиришда рухсат берилмаган товушларни (қўзда тугтилмаган) бузилишларида кузатилади.

Маълум берилган йўналишда нолли даражадаги нурланиш олишни икки аксли антенна мисолида қўриш мумкин. У бирида антенна, бошқарилувчи фаза ўзгартиргич ва аттенюатор жойлашган икки каналдан иборат. Иккала каналнинг чиқишлари бирлаштирилган икки аксли антенна намунаси (1-расм). АТ1 ва АТ2 аттенюаторларни созлаш орқали, 1 ва 2 каналларда θ_n йўналиш орқали келаётган радиохалакит даражасини тўғрилаш, фаза ўзгартиргичлар билан улар орасида 180° га тенг фаза силжишини ҳосил қилиш мумкин.

Қўрилаётган мониторинг ҳолат тизимига ўлчовнинг камида учта пункти кириши керак. Улардан бири марказий (бош) деб ҳисобланади. Марказий пункт қизиқтираётган сигнални топиш ва қабул қилишни, периферия пунктларидаги (ПП) маълумотларни тўплаш ва ишлаш, радионурланиш манбаи (РНМ) координатлари ҳисобини амалга оширади. Мониторинг ҳолати амалга ошириладиган сигналларни қабул қилиш, ПП ташқари, хизмат маълумотларини узатиш ва ретрансляция қилиш учун марказий пункт билан икки томонлама алоқани таъминлаш керак. Ўлчовнинг барча пунктлари шахсий координатлар ва соатларнинг синхронизацияси учун навигация тизими билан ишлашни таъминлаш керак. Ушбу тизимнинг структуравий чизмаси 2-расмда келтирилган.

Қўриб чиқилаётган мониторинг ҳолат тизимига қуйидаги талаблар қўйилади:

- кўчириладиган универсал модул базасида қўрилиши керак;
- жуда юқори частота, ультра юқори частоталар диапазонида ишлаётган тизим радионурланиш манбаининг мониторинг ҳолатни таъминлаш керак;
- марказий пункт ва РНМдан 4 км масофадаги пунктларни максимал узоклаштиради;
- бир вақтнинг ўзида тизим 80 МГц гача бўлган частоталар полосасида ишлаши керак;
- ПП периферия пунктлар аппаратураси автоматик равишда ишлаши керак;
- аппаратура ПП - универсал модули;
- марказий пунктнинг аппаратураси-универсал модул, планшет қўринишида қўшимча ҳисоблаш воситалари билан тўлдирилади;
- ён-атрофдаги ҳолатга минимал талаблар билан ерда аппаратнинг яширин жойлашуви таъминланиши керак.

Ушбу тизимнинг ишлаши принципи шундаки, приёмник сигнални аниқлаши ва қабул қилиши керак бўлади. Ундан сўнг сигнал қайд қилинади, чунки корреляцион функцияда «қотиб қолган» сигнал бўйича қўриш керак. Ундан сўнг, абонентлар орасида кечикишлар ҳисоблаб чиқилади ва масофа қайтадан ҳисобланади. Шундай қилиб, радионурланиш манбаининг жойлашган ўрни аниқланади.



2- расм. РНМ ўрнини аниқлаш узок ўлчовли таркатма структурали схемаси

Жойларда РЭВ ўрнатилган ҳудудларда электромагнит ҳолатни таъминловчи энг асосий талабардан асосий РЭВ радиоблокларини ва антенна иншоатларини тегишли лаборатория синовларидан ерга уланиш тизимини бўлиши. Шу билан бирга фойдаланилаётган барча турдаги радиоэлектрон воситалар радиочастота органлари томонидан рухсат этилган параметрларига риоя этиш билан жойлардаги электромагнит ҳолатни таъминланишига ва радиотармок олдига қўйилган асосий вазифа узатилаётган маълумотларни сифатли узатилишига сабаб бўлади.

Хулоса: Мақолада асосан радиоэлектрон воситаларда электромагнит мослашувни таҳлил қилишда асосий ташқи омиллар ҳисобланган радиотўлкинлар узатилишда радиохалақитлар ҳисобига йўқотишлар олиб келадиган омилларни ҳисоблаш зарурлиги ёритилган.

Бугунги кунда бутун дунё миқёсида булаётганидек, Ўзбекистон Республика ҳудудида ҳам электромагнит мослашув муаммолари ҳамон тўлалигича ҳал этилмай келинмоқда. Табиий ва индустриал радиохалақитлар бугунги кунда фаолият кўрсатаётган телекўрсатувлар, радиоэшиттиришлар, уяли алоқа телефонлари ва шу каби бир қанча симсиз ва симлик алоқа воситаларига ўз таъсини ўтказиб келмоқда.

Ушбу мақола мазмунан шунда муаммоларни ҳал этишга ҳисса қўшишга қаратилган.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Абдуазизов А., Давронбеков Д. Радиоузатиш ва қабул қилиш қурилмалари. Ўқув қўлланма. Т.: "Fan va technology", 2011, 272 бет.
2. Бузов А.Л., Казанский Л.С., и др. Антенно-фидерные устройства систем сухопутной подвижной связи. - М.: Радио и связь, 1998 г.
3. Ерохин Г.А., Чернышев О.В., Козырев Н.Д., Кочержевский В.Г. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. - М.: Радио и связь, 1996 г.
4. Айзенберг Г.З. и др. Коротковолновые антенны. М.: Радио и связь, 1985 г.
5. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ. - М.: Высшая школа, 1988 г.
6. У.Х.Арипова. Радиотўлкинларнинг тарқалиши ва

антенна-фидер қурилмалари. 2- қисм. Ўқув қўлланма. -Т: ТАТУ, 2010,-98 б

Рахимов Бахтиёржон Нематович. т.ф.д. доцент.

Ахборот-коммуникация технологиялари ва алоқа харбий институти бошлиқ ўринбосари.

Абдугафур Ҳотамов, PhD.

ТАТУ Самарқанд филиали доценти, abdugafur

hotamov@mail.ru

Рахимов Т.Г. т.ф.н., доцент. ТАТУ

Телерадиоэшиттириш тизимлари кафедраси профессори.

Raximov B.N., Hotamov A., Raximov T.G. Determination of the characteristics of industrial radio interference on the basis of measuring antennas

The articles notes that with an increase in the number of electronic devices, the tasks they perform are much more complicated, and the range of services they provide increases. Radio electronics basically needs to work together to provide one or a number of services. Accordingly, the interference in the radio reception of the electromagnetic radiation interferes with the correct reception of the signal affecting the circuit of the radio receiver, and also lead to distortion of signals during propagation of radio waves which cause distortion of the signal during propagation of radio waves.

Keywords: electromagnetic environment, electromagnetic compatibility, electronic equipment, base stations

U

Beknazarova S.S., Kurbanov S.K.

K

478.812.35

Binolarni rekonstruksiya qilishning lazerli skanerlash usulidan foydalanishda yuzaga keladigan muammolar

Insoniyat ma'lumotlarni qayd etib borishda papirus, pergament va ipak kabi materiallardan foydalanishni boshlagan vaqtdan buyon, biz 3D dunyosini 2D ko'rinishida tasvirlashga harakat qildik. Lekin dunyo yaralibdik, biz 2D olamda emas, aynan 3D olamda yashaymiz. 2D ko'rinishda tasvirlash uchun ko'plab texnologiyalar, shu jumladan bo'yash va xaritalar tuzish texnologiyalari ixtiro qilingan. Axborot davri kelguniga qadar biz 3D dunyosi ma'lumotlarini osongina saqlashimiz, boshqarishimiz va ulardan foydalanishimiz mumkin edi. Biroq hozirgi kunda insoniyat uchun 3D olamni aynan 3D ko'rinishida tasvirlash juda muhim jihat hisoblanib qoldi. Sababi, ko'pgina ma'lumotlarni tasvirlashda 2D ko'rinishdan ko'ra 3D ko'rinishdan foydalanish ko'proq samara bermoqda. Masalan, raqamli 3D texnologiyasi toshqin xavfni boshqarish, infratuzilmani qurish va boshqarish, suv ta'minoti va sifati, tabiat resurslarini saqlash, geologik resurslarni baholash va xavflarni kamaytirish, navigatsiya va boshqa sohalarida muhim rol o'ynaydi [1] Aniq va to'g'ridan-to'g'ri 3D ma'lumotni taqdim etish imkoniyatiga ega LiDAR (Light Detection And Ranging) texnologiyasi bizga aniq 3D ma'lumotlarni to'plash imkonini beradi. LiDARning moslashuvchanligi shundaki, bu texnologiya sun'iy yo'ldoshdan olingan tasvirlar, yer ustini lazer skanerlash ma'lumotlariga asoslangan holda ko'p qirrali va ko'p masofali aniq o'lchovlarni taqdim etishi mumkin. So'nggi 10 yil ichida lazerli skanerlar jadal rivojlanmoqda, bu yuqori zichlik, yuqori aniqlik va to'lqin shaklining to'liq ma'lumotlarini beradi.

Kalit so'zlar: LiDAR, lazerli skanerlash, segmentatsiya, topografik xarita, rekonstruksiya.

Hozirgi kunda LiDAR asosida ma'lumotlarni qayta ishlash va 3D xaritalarni qayta qurish algoritmlari mavjud, biroq ma'lumotlarni olish texnologiyasi uchun texnik vositalarni rivojlantirish borasida rivojlanish deyarli mavjud emas. Binolar shaharlarning asosiy qismi bo'lganligi sababli ularni rekonstruksiya qilish fotogrammetriya va axborot texnologiyalari sohalarini tadqiqotchilarining e'tiborini tortdi. Garchi ko'plab olimlar ushbu yo'nalish bo'yicha izlanishlar olib borgan va so'nggi yigirma yil ichida ancha salmoqli natijalarga erishgan bo'lishsa-da, biroq ular hali ham nisbatan oddiroq shakldagi binolar bilan cheklangan. Ko'plab murakkab binolar qo'lda rekonstruksiya qilinmoqda. Umumiy va nisbatan sodda binolar so'nggi texnologiyalar yordamida avtomatik ravishda qayta rekonstruksiya qilinishi mumkin. Shunga qaramay, hozirgi kunda murakkab tuzilishga ega yoki to'liq bo'lmagan ma'lumotlarga ega bo'lgan me'morchilikni qayta qurish va bu sohada ilmiy tadqiqotlar olib borish dolzarb masala bo'lib hisoblanmoqda. Ushbu murakkab binolarning ulushi yuqori bo'lganligi sababli, katta shaharni modellashtirish hozir ham qimmat va ko'p vaqt talab etadi.

Bino shakllari muntazam, ammo har xil. Tabiiy obyektlarni taqqoslaganimizda, masalan daraxtlar, binolar inson qo'li bilan yaratilgan obyektlar bo'lib, o'ziga xos shakl qonuniyatlariga ega. Ammo boshqa obyektlarni o'zaro taqqoslanganda, masalan, chiroq, svetofor bunday takroriy naqshlar deyarli ko'zga tashlanmaydi. Ushbu shakl qonuniyatlarini bizga binolarni izohlashda va qayta qurishimizda yordam beradi. Bilimlarga asoslangan algoritmlar 3D binoni avtomatik qayta qurish uchun eng yaxshi yechimdir. Insonlar binolar va shahar atrof-muhitlari to'g'risida boy ma'lumotga egadirlar. Ushbu bilim va tajriba geometriya topologiyasi, semantik ma'lumotlarni o'z ichiga oladi. Inson miyasi ushbu bilimlarni ma'lumotlarni qayta ishlashning turli bosqichlarida birlashtirishi va hatto binolar haqida yangi kashf etilgan ma'lumotlarni qo'shib bilimlar bazasini rivojlantirishi mumkin. Izohlash jarayonida inson tomonidan o'rganilgan obyektlar uning miyasida shu paytgacha saqlangan modellar va ortirilgan bilimlarga mos keladi. Qayta qurish va izohlash jarayonining intellektual tizimda o'zaro ta'siri tufayli, 3D modelni egallash bo'yicha bilimlardan foydalanish nafaqat 3D arxitektura modelini qayta qurishni yaxshilaydi, balki inson aqlini tushunishni chuqurlashtiradi.

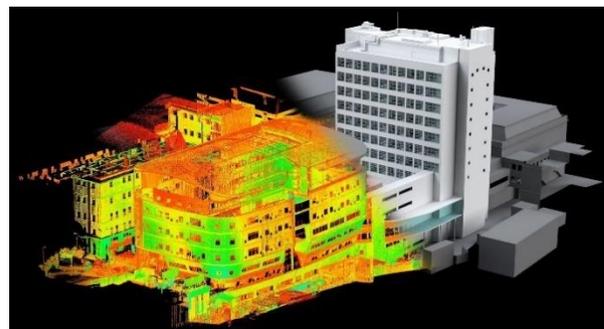
Shu o'rinda binolarni lazerli skanerlash bu - lazer nuri chizig'idan foydalangan holda binolarning shaklini raqamli

ma'lumotga, ya'ni uch o'lchovli ko'rinishga aylantirish texnologiyasidir. 3D lazerli skanerlar obyekt yuzasidan ma'lumotlarning sirt qismini yaratadi. Boshqacha aytganda, 3D lazerli skanerlash bu fizik jihatdan mavjud obyektning aniq hajmi va shaklini raqamli olamning raqamli o'lchovli vakili sifatida kompyuter dunyosiga tushirish usulidir.

So'nggi paytlarda qurilishni qayta tiklash texnikasini rivojlantirish borasida sezilarli darajada izlanishlar olib borilgan bo'lasada [2-6], ammo ko'p muammolar haligacha o'z yechimini kutmoqda. Ushbu muammolar lazerli skanerlash ma'lumotlari xususiyatlariga, shuningdek binolar va atrof-muhit tuzilishining murakkabligiga bog'liq. Keyingi izlanishlarni aniqlash uchun muammolar va ularning omillarini aniqlab tahlil qilgan maqsadga muvofiqdir.

Murakkab sahna

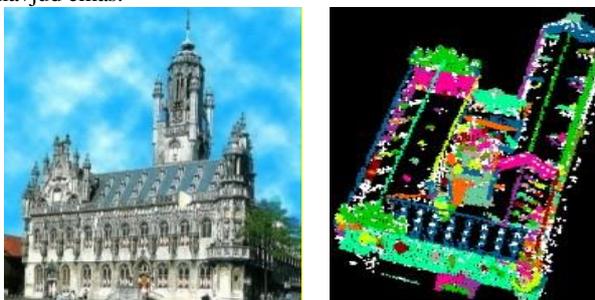
Butun bir shaharni modellashtirish jarayonida shahar sahnasida turli xil obyektlar mavjud. Ular orasida transport vositalari, piyodalar, daraxtlar, ko'cha chiroqlari va boshqalar shular jumlasidan, binoni rekonstruksiya qilishning birinchi bosqichi - qurilish nuqtalarini boshqa nuqtalardan ajratib olish. Ushbu vazifani bajarish uchun 2D topografik xaritasi juda foydali. Biroq, topografik xaritalar har doim ham mavjud emas. Ko'p holatlarda biz binoning rekonstruksiyasini xaritasiz amalga oshirishimiz kerak. Boshqa tomondan, binolarga yaqin obyektlar binolarni tasniflash va qurilish modelini qurish uchun ishlatilishi mumkin bo'lgan muhim kontekst ma'lumotidir. Masalan, binoning o'lchamlarini aniqlash uchun yer usti sathidan foydalanish mumkin [7]



1-rasm. Shahar holatida kerakli binoni boshqa binodan ajratib olib skanerlash jarayoni

Ma'lumotlarning yetishmasligi

Lazerli skanerlash usulida olingan ma'lumotlar ko'p hollarda bino uchun optimal hisoblanmaydi, sababi bino sirtining materiali va uning atrof-muhiti turli xil ko'rinishda bo'ladi. Lazerli skaner akslanmaydigan materiallar bilan qoplangan tomlar va devorlardan ma'lumotlarni qabul qila olmaydi. Obyektlar turli xil materialdan tashkil topganligi sababli ularga nisbatan lazerli skanerlash usuli qo'llanganda turli xil natijaga erishish mumkin [8] Masalan, lazer nuri oynali obyektlarni kesib o'tadi, shifer va suv yuzasiga singib ketadi va faqat silliq yuzalar bilan qoplangan obyektlarda akslanadi. Bundan tashqari, ba'zi yuzalar tik qiyaliklarga ega yoki boshqa obyektlar bilan to'silgan. Shuning uchun ham ularni lazerli skaner orqali skanerlash deyarli imkonsiz yoki skanerlash ma'lumotlari har doim ham yetarli emas. Qolaversa, vertikal holatda joylashgan devorlarning katta qismi qisman skanerdan o'tkaziladi, shuning uchun ushbu bino devorlarini rekonstruksiya qilish 2D xaritalariga bog'liqdir. Masalan, 2-rasmda ko'rsatilgan binolarning ba'zi joylarida signal nuqtalar mavjud emas.



2-rasm. Binolarni lazerli skanerlashda signal nuqtalar joylashuvi

Murakkab shakldagi binolar

Ko'pgina binolar murakkab shaklga ega bo'lib, ularni topologik ma'lumotlar bazasiga kiritish qiyin.

Binolarning bir qismi egri yuzalar bilan qurilgan, masalan ko'pgina klassik ko'rinishda qurilgan binolarda umumiy tashqi devorlar va tom qismi ko'p qirrali shakllardan iborat (3-rasm). Shu sababli ushbu turdagi binolar ko'rinishi haqida ma'lumot olish qiyinchilik tug'diradi.



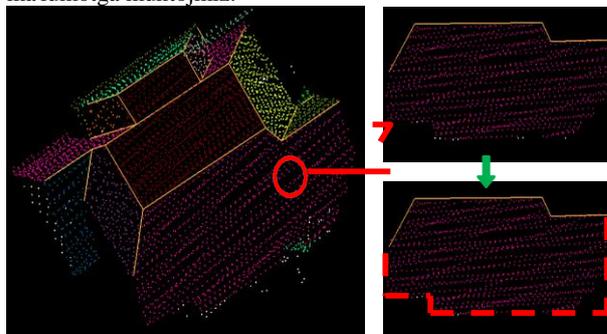
3-rasm



3-rasm. Murakkab shaklga ega bo'lgan binolar

Murakkab chegaralar

Ikki tomonlama bog'langan qirralarni aniqlash oson va sodda. Ularning parametrlari ikkita qo'shni tomonlarni kesish orqali o'rnatiladi. Shunga qaramay, bino chekka qismlaridagi o'ziga xos shakldagi chegaralarni aniqlash murakkab jarayon hisoblanadi. Lazer skanerining ishlash prinsipiga ko'ra binoning chegaralarini aniqlashda lazer tekshiruv chegara nuqtalari beqarorlashadi. Oldingi xato filtrlash va segmentatsiya kabi ma'lumotlar shovqini bundan mustasno, ishlov berish qopqoq nuqtalari tomonidan chegara tavsifining yomonlashishiga olib keladi. 4-rasmlardan ko'rinib turibdiki, chegara shaklini aniqlash va binafsha nuqtalar bilan belgilangan segment uchun mos keladigan chegaralarni aniqlash qiyin. Natijada, tomoning yuz chegaralarini aniqlashga yordam beradigan tashqi qirralarning geometriyasi haqida qo'shimcha ma'lumotga muhtojmiz.



4-rasm. Murakkab chegaralarning mavjudligi

Skanerlash jarayonida texnik vositalar imkoniyatlari

Skanerlash jarayonida skaner kamerasini to'g'ri nuqtaga o'rnatish va kamera xususiyati kabi parametrlar skaner qilina-yotgan obyektning modeli sifatli chiqishiga sabab bo'luvchi omillardan hisoblanadi. Skaner qilish uchun kamera o'rnatilgan nuqtadan to' obyektgacha masofani R deb belgilab olsak, bu masofa quyidagi formulalar orqali hisoblanadi:

$$R = \frac{\delta f}{k d_{x,y}}, \quad (1)$$

bu yerda:

δ - yer tasviri o'lchami;

$d_{x,y}$ - kameradagi analog-integral mikrosxema o'lchami (ПЗС-матрица);

f - raqamli kamera fokus masofasi;

k-rasmda mavjud eng kichik obyekt o'lchamining qabul qilish koeffitsenti. [8] uning hisoblashicha, vizual tasvirni tanib olishda k koeffitsent ixcham obyektlarda 3,5 va chiziqli obyektlarda esa 1,5 ga teng.

Yerda turgan holda lazerli skanerlash usulidan foydalanganda raqamli kameralarni obyektgacha bo'lgan masofalari hisob-kitoblari 1-jadvalda keltirilgan. Ishlab chiqarish materiallar tarkibini tahlil qilish natijasida shuni xulosa qilishimiz mumkinki, skaner ma'lumotlar aniqligini oshirish muammosi faqat ekspert va yuqori aniqlikdagi vazifalarni hal qilish jarayonida yuzaga keladi. Jadvaldan ko'rinib turibdiki, faqatgina uzoq fokusli raqamli kameralardan foydalanilganda aniqlik yaxshilanadi. Ushbu turdagi kameralarning o'ziga xos xususiyati shundaki, skaner ko'rish maydonini to'liq raqamli tasvirlash uchun ko'p sonli tasvirlar talab etiladi. Skanerlash maydonini to'liq qamrab olish uchun talab etiladigan rasmlar soni raqamli kamerani ko'rish maydonining gorizontal va vertikal burchaklariga bog'liq. Bu burchaklarni formulalar yordamida hisoblash mumkin:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_{RK} &= 2 \arctg \frac{l_x \cdot d_{x,y}}{2f} \\ \theta_{RK} &= 2 \arctg \frac{l_y \cdot d_{x,y}}{2f} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Bu yerda $\varphi_{RK}, \theta_{RK}$ - raqamli kamerani ko'rish maydonining gorizontal va vertikal burchaklari; l_x, l_y - mikrosxema o'lchami (ПЗС-матрица).

2-jadvalda 2-formulaga asoslanib mikrosxema o'lchamiga mos ravishda $\varphi_{RK}, \theta_{RK}$ burchaklarining qiymatlari va kameralarning fokus masofasi berilgan.

Shundan so'ng aniq skanerlash uchun tasvirlar sonini hisoblab chiqish talab etiladi, bunda quyidagi formulalardan foydalaniladi:

$$\left. \begin{aligned} n_x &= \frac{\varphi_{SK}}{\varphi_{RK(100-q)}} \cdot 100\% + 2 \\ n_y &= \frac{\theta_{SK}}{\theta_{RK(100-q)}} \cdot 100\% + 2 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

bu yerda n_x, n_y - gorizontal va vertikal bo'yicha tasvirlar soni;

$\varphi_{SK}, \theta_{SK}$ - skaner ko'rish maydonining gorizontal va vertikal burchaklari;

q - rasmlarning o'zaro to'qnashuvi soni.

Riegl LMS Z 420i skaneri uchun skanerlash maydonini belgilash uchun 3-formulaga asoslanib hisoblaydigan bo'lsak, skanerni gorizontal 360° va vertikal 80° , rasmlarning o'zaro to'qnashuvi sonini esa 56 qilib belgilab olinadi. Natijada, 3-jadvaldagi qiymatlar hosil qilinadi.

3-jadvaldan ko'rinib turibdiki, uzoq fokusli kameralardan foydalanilganda tasvirlar soni oshib boradi. Bu esa tasvirlarga va yerdagi lazerli skanerlash ma'lumotlariga ishlov berish jarayonini qiyinlashtiradi, bundan tashqari ish sur'atini pasaytiradi, lekin skaner va obyekt orasidagi masofaning uzoqligiga qaramay juda yuqori aniqlikdagi tasvirlarga ega bo'lish imkoniyati paydo bo'ladi.

Yuqorida skanerlash qurilmalari tahlilidan kelib chiqib, tavsiya etilayotgan imkoniyatlar faqat ideal skanerlash apparatlarigagina xosligi aniqlanmoqda. Bu esa katta ehtimol bilan skanerlash ma'lumotlarining aniqligini oshirish raqamli tasvirlarga bog'liq emas.

Raqamli kameralar yordamida skaner ma'lumotlari aniqligini oshirish usuli maqsadsiz, sababi raqamli kameralar uchun obyektivlarni tayyorlash o'zining deyarli eng yuqori nuqtasiga yetib keldi. [12-14]

Shu sababli, agar tasvirlarga dasturiy ta'minot yordamida qayta ishlov berilsa, shundagina raqamli tasvirlardan maqsadli ravishda foydalanishi mumkin.

1-jadval

Parametrlar	Skanerdan tasvirga olinadigan obyektgacha bo'lgan masofa, m														
Kamera modeli, piksellar soni, elementlar o'lchami	Rollei, 22 Mpix, 9 mkm			Nikon D200, 10 Mpix, 6 mkm			Nikon D200, 12,3 Mpix, 5,5 mkm			Nikon D3X, 24,5 Mpix, 3,5 mkm			Canon 1D Mark IV, 16 Mpix, 3,2 mkm		
Aniqligi	Fokus masofasi, mm														
	40	80	150	20	35	85	20	35	85	20	35	85	20	35	85
Yuqori aniqlik (aniqlik 1 mm dan kam)	1,3 ga-cha	2,5 ga-cha	4,8 ga-cha	1,0 ga-cha	1,7 ga-cha	4,0 ga-cha	1,0 ga-cha	1,8 ga-cha	4,4 ga-cha	1,6 ga-cha	2,9 ga-cha	6,9 ga-cha	1,8 ga-cha	3,1 ga-cha	7,6 ga-cha
Ekspert yoki aniq (aniqligi 1 mm gacha)	12,7 ga-cha	25,4 ga-cha	47,6 ga-cha	9,5 ga-cha	16,7 ga-cha	40,5 ga-cha	10,4 ga-cha	18,2 ga-cha	44,2 ga-cha	16,3 ga-cha	28,6 ga-cha	69,4 ga-cha	17,9 ga-cha	31,3 ga-cha	75,9 ga-cha
Arxitektura-qurilish uchun (aniqlik 1 sm gacha)	63,5 ga-cha	127,0 ga-cha	238,1 ga-cha	47,6 ga-cha	83,3 ga-cha	202,4 ga-cha	51,9 ga-cha	90,9 ga-cha	220,8 ga-cha	81,6 ga-cha	142,9 ga-cha	346,9 ga-cha	89,3 ga-cha	156,3 ga-cha	379,5 ga-cha
Loyihalashtirish uchun (aniqlik 5 sm gacha)	127,0 ga-cha	254,0 ga-cha	476,2 ga-cha	95,2 ga-cha	166,7 ga-cha	404,8 ga-cha	103,9 ga-cha	181,8 ga-cha	441,6 ga-cha	163,3 ga-cha	285,7 ga-cha		178,6 ga-cha	312,5 ga-cha	
Topografik (aniqlik 10 sm gacha)	254,0 ga-cha	507,9 ga-cha		190,5 ga-cha	333,3 ga-cha		207,8 ga-cha	363,6 ga-cha		326,5 ga-cha	571,4 ga-cha		357,1 ga-cha		

2-jadval

Raqamli kamera modeli	f , mm	Gorizonttal burchak	Vertikal burchak
Nikon D200	20	59° 59' 24,2"	42° 27' 27,6"
	35	36° 42' 44,8"	25° 03' 39,2"
	85	15° 34' 15,9"	10° 27' 33,3"
Nikon D300	20	60° 43' 09,7"	42° 44' 03,8"
	35	37° 13' 44,5"	25° 14' 07,8"
	85	15° 48' 14,5"	10° 32' 03,0"
Nikon D3X	20	72° 27' 46,0"	52° 35' 02,6"
	35	46° 02' 51,5"	31° 37' 39,9"
	85	19° 53' 19,8"	13° 18' 33,2"
Rollei (22)	40	62° 32' 42,8"	49° 12' 55,9"
	80	34° 01' 38,3"	25° 51' 34,8"
	150	18° 32' 47,3"	13° 57' 48,5"
Canon 1D Mark IV	20	42° 44' 32,2"	29° 16' 29,9"
	35	25° 14' 25,8"	16° 59' 52,3"
	85	10° 32' 10,7"	07° 02' 06,8"

3-jadval

Raqamli kamera	f , mm	Tasvirlar soni		Umumiy tasvirlar soni
		Gorizonttal burchak	Vertikal burchak	
Nikon D200	20	16	3	48
	35	26	5	130
	85	62	11	682
Canon 1D Mark IV	20	23	4	92
	35	38	7	266
	85	91	16	1456

Xulosa

Ushbu tahliliy izlanish 3D texnologiyalari va lazerli skanerlash usuli yordamida binolarni rekonstruksiya qilish jarayonida yuzaga keladigan muammolarni qisman o'rganish va tahlil qilishga bag'ishlandi. Binoning 3D-modelini olish uchun lazerli skanerlash usulidan foydalangan taqdirda yuzaga keladigan qiyinchiliklarni bartaraf etish uchun ilmiy izlanish olib borish talab etiladi. Ilmiy izlanish quyidagi vazifalarni o'z ichiga olishi maqsadga muvofiqdir:

- Rekonstruksiya jarayonida murakkab binolarni aks eta oladigan ixcham, ammo moslashuvchan qurilish ashyolari to'plamidan foydalanishni tavsiya etish;
- Lazerli skanerlash usulidan foydalangan taqdirda tasvirlarni hosil qilishda ko'rinmas chegaralarni iloji boricha kamroq xatolik bilan o'zi avtomatik hosil qiluvchi, tasvirlardagi noaniqliklarni bartaraf etish uchun mo'ljallangan dasturiy mahsulotdan foydalanish;
- Murakkab shaklga ega bino modellarini to'g'irlashi mumkin bo'lgan avtomatik usulni ishlab chiqish va amalga oshirish;
- Qayta tiklangan modellarda xatolarni tuzatish uchun samarali vositalar to'plamini taqdim etish.

Binolarni lazerli skanerlash usulidan foydalangan holda binolarni rekonstruksiya qilish bu zamonaviy fan-texnologiyasining so'nggi yutuqlaridan biri hisoblanadi. Biroq yuqoridagi vazifalarga amal qilgan holda jarayon amalga oshirilsa, bu usulning foydalilik darajasi yanada oshgan bo'ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

- [1]. Snyder, G.I. [2012] The 3D Elevation Program--Summary of Program Direction: U.S. Geological Survey Fact Sheet. <http://pubs.usgs.gov/fs/2012/3089/>, accessed in 2012.
- [2]. Brenner, C. and Von Goesseln, G. [2004] Tools and Workflow for the Rapid Acquisition of 3-D City Models. Proceedings of 24th Urban Data Management Symposium, Chioggia, Italy, pp. 11.

[3]. Haala, N. and Kada, M. [2010] An update on automatic 3D building reconstruction. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, vol. 65, no. 6, pp. 570-580.

[4]. Hu, J., You, S. and Neumann, U. [2003] Approaches to large-scale urban modeling. IEEE Computer Graphics and Applications, vol. 23, no. 6, pp. 62-69.

[5]. Vosselman, G. [2002] Fusion of laser scanning data, maps, and aerial photographs for building reconstruction. IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS'02, Toronto, Canada, 24-28 June, pp. 4.

[6]. Wang, R. [2013] 3D building modeling using images and LiDAR: a review. International Journal of Image and Data Fusion, vol. 4, no.4, pp. 273-292.

[7]. Kolbe, T. [2009] Representing and Exchanging 3D City Models with CityGML. In: J. Lee and S. Zlatanova (Editors), 3D Geo- Information Sciences. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Springer Berlin Heidelberg, pp. 15-31.

[8]. Lafarge, F. [2013] A Hybrid Multiview Stereo Algorithm for Modeling Urban Scenes. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 35, no. 1, pp. 5-17.

[9]. Merrell, P., Schkufza, E. and Koltun, V. [2010] Computer-generated residential building layouts. ACM Transactions on Graphics (TOG), vol. 29, no. 6, pp.1-12.

[10]. Huber, D., Akinci, B., Adan, A., Anil, E., Okorn, B. and Xiong, X. [2011] Methods for automatically modeling and representing as-built building information models. NSF Engineering Research and Innovation Conference, Atlanta.

T.f.d., dotsent Audiovizual texnologiyalari kafedrası, Muxammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

El. pochta: saida.beknazarova@gmail.com

Kurbanov Sultanboy Kazakbaevich

Audiovizual texnologiyalari kafedrası assistenti,
Muxammad al-Xorazmi nomidagi Toshkent axborot
texnologiyalari universiteti

El. pochta: abstrakt88@gmail.com

Beknazarova S.S., Kurbanov S.K.

PROBLEMS IN USING LASER SCANNING DURING THE RECONSTRUCTION OF BUILDINGS

Ever since humanity began to use materials such as papyrus, parchment and silk to record data, we have tried to portray 3D in 3D. But the world was created, we live in a 3D universe, not in a 2D universe. Numerous technologies have been invented for 2D visualization, including painting and mapping. Until the information age came, we could easily store, manage and use 3D 3D data. However, it is now very important for humankind to portray the 3D world in 3D. This is because the use

of 3D imaging is much more efficient than 2D visibility in most data visualization. For example, digital 3D technology plays an important role in flood risk management, infrastructure construction and management, water supply and quality, conservation of natural resources, geological resource assessment and risk reduction, navigation and other areas [1] LiDAR (Light Detection And Ranging) technology, capable of providing accurate and direct 3D information, enables us to collect accurate 3D data. LiDAR's flexibility is that this technology can provide multi-dimensional and long-range precision measurements based on satellite images, laser scanning data. Laser scanners have been advancing rapidly in the last 10 years, providing complete data on high intensity, high precision and waveforms.

Keywords: LiDAR, laser scanning, segmentation, topographic map, reconstruction.

УДК 330.59; 004.382

**Писецкий Ю.В., Цырельчук И.Н., Вотинов К.А., Талипов А.Р., Маматова Н.М.,
Абдурашидов А.А., Собитов С.К.**

Программные методы контроля автоматических систем

Практически все современные автоматические системы работают с помощью программ, заложенных в памяти их устройств. В свою очередь программы являются специфической формой записи алгоритмов, по которым производятся необходимые операции в работе системы. При этом возникает задача комплексной проверки функционирования системы с программным обеспечением в целом или ее отдельных элементов, средств или устройств. В данной статье рассмотрены программные методы контроля, позволяющие обеспечить контроль функционирования совокупности блоков, трактов и подсистем автоматизированной системы, а также проанализированы операции оценки технического состояния машин. Для контроля разветвляющихся участков программ представлена блок-схема разветвляющейся программы с двумя ветвями.

Ключевые слова: Системы автоконтроля, техническое диагностирование, последовательный функциональный анализ, контроль разветвляющихся участков программ.

Технический контроль и диагностика машин осуществляются органами чувств и мышления человека, ручными, автоматизированными и автоматическими, механическими и электронными средствами. Все эти операции оценки технического состояния можно разделить на два основных метода технического контроля и диагностирования.

Общий процесс технического диагностирования включает в себя: обеспечение функционирования объекта на заданных режимах или тестовое воздействие на объект; улавливание и преобразование с помощью датчиков сигналов, выражающих значения диагностических параметров; их измерение; постановку диагноза на основании логической обработки полученной информации путем сопоставления с нормативами.

Диагностирование осуществляется либо в процессе работы самой машины на заданных нагрузочных, скоростных и тепловых режимах (функциональное диагностирование), либо при использовании внешних приводных устройств (стендов с беговыми барабанами, подкатных и переносных приспособлений), с помощью которых на нее подаются тестовые воздействия (тестовое диагностирование). Эти воздействия должны обеспечивать получение максимальной информации о техническом состоянии машины при оптимальных трудовых и материальных затратах.

Например, мощностные показатели проверяются на режиме максимального крутящего момента, экономические показатели — на режиме, соответствующем реализации контрольного расхода топлива, и т.д.

Системы автоконтроля устанавливают соответствие между состоянием объекта контроля и заданной нормой без непосредственного участия человека. Необходимым условием осуществления автоконтроля в любом его применении является знание установленной нормы. Норма может быть выражена в количественной и качественной форме.

Системы автоконтроля представляют собой комплекс устройств, осуществляющих автоматический контроль одной или большого количества величин, требующие значительной обработки информации для суждения об отклонениях от установленной нормы. Например, оценки технического состояния в результате статистической обработки результатов контроля параметров.

К автоконтролю относится автоматический поиск и локализация неисправностей. При этом устанавливается соответствие между состоянием объекта контроля и заданной нормой, то есть только факт работоспособного и неработоспособного состояния (параметры в норме или за границами нормы).

В ряде случаев при автоконтроле в отличие от автоматических измерений нет необходимости знать численные значения контролируемых величин. Достаточно установить значение абсолютного или относительного допуска на отклонение от нормы, например не более чем на 5, 10, 20 % или 10... 15 %. Отклонение за пределы установленной нормы вызывает предупредительный, аварийный или другие сигналы. Формирование таких сигналов является одной из главных функций автоконтроля.

В подавляющем большинстве случаев системы автоконтроля совмещают функции контроля и измерений, такими являются контрольно-измерительные системы. Они выполняют функции контроля, а в случае необходимости расширить информацию о контролируемом параметре осуществляют процесс измерения. Так, в системах контроля технического состояния объектов диагностирования допустимые значения контролируемого параметра разбивают на классы: «хорошо», «допустимо», «требует принятия мер», «недопустимо». В таких случаях текущие значения (измерения) параметра могут качественно и количественно определять техническое состояние объекта.

Системы автоматического контроля, в которых имеются два устройства сравнения типа «больше — меньше», называются системами допускового контроля.

В подобных системах возможно изменение зоны (уставки) в процессе контроля, при этом создается представление о степени близости контролируемой величины к интересующему состоянию. Такие системы принято называть системами спорадического контроля.

В системах технической диагностики ставится более сложная задача: не только установление факта работоспособности, но и нахождение местоположения отказа и локализация неисправностей. Это достигается специальными методами и способами поиска неисправностей, реализующимися алгоритмами диагностики. Восстановление отказавшей системы или устройства в результате нахождения места повреждений достигается в современной аппаратуре заменой отказавшего модуля работоспособным. Разделение на типовые модули упрощает поиск неисправностей и эксплуатацию аппаратуры.

Общее число возможных состояний объекта контроля при разделении его на $7V$ функциональных элементов для принятых условий поиска:

$$S = 2N - 1,$$

Определение такого большого числа состояний даже при $N > 1$ связано с техническими трудностями. Поэтому ограничиваются предположением, что отказал только один из N функциональных элементов, то есть ограничиваются одиночными отказами, число которых:

$$S_0 = C_N^1 = N,$$

Функциональные модели являются удобной формой представления объекта контроля для поиска неисправностей во многих аналоговых и дискретных устройствах, за исключением, например, резервированных систем. В последнем случае применяется логическая модель объекта контроля, которая строится также на основе структурной схемы. Отличие заключается в том, что входные и выходные сигналы рассматриваются как логические переменные, принимающие только два возможных значения: 0 и 1.

Состояния объекта контроля определяются путем формального применения алгебры логики. Для поиска неисправностей применяются методы: последовательный, комбинационный и различные сочетания последовательно-комбинационного метода, в соответствии с которыми разрабатывается программа поиска.

Последовательный метод. Последовательный метод заключается в таком построении процедуры поиска неисправностей, при котором информация о состоянии отдельных функциональных элементов вводится и логически обрабатывается последовательно. Реализация метода заключается в основном в определении очередности контроля выходных параметров функциональных элементов. Программа поиска при этом может быть жесткой или гибкой. По жесткой программе контроль выходных параметров функциональных элементов осуществляется в заранее определенной последовательности. В отличие от этого по гибкой программе содержание и порядок последующего контроля зависят от предыдущих результатов. Такая программа требует более сложной логической обработки результатов контроля и применяется в комплексе с более производительными ЭВМ.

Системы для автоматического поиска неисправностей относят к отдельному классу систем технической диагностики, то есть они отличаются более сложной логической частью, реализующей способы поиска неисправностей. Включение датчиков и структура системы технической диагностики в остальном существенно не отличаются от систем автоконтроля или от измерительных систем.

Прежде всего, для автоматического поиска неисправностей системы или устройства должны обладать следующими свойствами (условиями для поиска):

- могут находиться только в двух взаимоисключающих различных состояниях: работоспособном и неработоспособном (1 или 0);
- могут быть разделены на отдельные функциональные элементы, каждый из которых может одновременно находиться только в работоспособном или неработоспособном состоянии (1 или 0).

В связи с неограниченным разнообразием подлежащих диагностике устройств задачи автоматического поиска неисправностей можно решить только путем составления их упрощенных моделей и разработки методов диагностики на модели. Наиболее часто устройства представляют в виде функциональной или функционально-логической модели. Функциональная модель объекта контроля может отличаться от структурной схемы выбором функциональных узлов и элементов. Так, при построении обычной структурной схемы исходят из закономерностей процессов, описывающих работу устройства. При построении функциональной модели для поиска неисправностей выбор функциональных элементов (узлов) определяется точноностью локализации неисправностей (например, с точностью до одного модуля).

Функциональная модель строится при определенных предположениях, которые в основном сводятся к тому, что

для каждого функционального элемента заданы номинальные значения входных и выходных сигналов, их функциональная зависимость и способ контроля. Функциональный элемент считается неисправным, если при его номинальных входных сигналах выходные сигналы отличаются от номинальных.

Комбинационный метод. Данный метод требует более сложной обработки, так как вначале вводятся все результаты контроля параметров, а затем они логически обрабатываются. Для реальных систем возможно большое разнообразие программ поиска неисправностей, требуются большой объем исходной информации о состоянии объектов контроля и сложная логическая обработка результатов контроля. Поэтому разработаны приближенные способы построения оптимальных программ поиска неисправностей. Эти программы в основном представляют собой многошаговый процесс поиска с выбором на каждом шаге лучшего варианта по экстремуму заданной функции предпочтения.

Перечислим некоторые распространенные способы построения программ поиска неисправностей:

- способ последовательного функционального анализа;
- половинного разбиения;
- «время — вероятность»;
- с применением комбинационного контроля;
- построения программ методом ветвей и границ;
- построения программы поиска по иерархическому принципу;
- инженерный.

Способ последовательного функционального анализа был одним из первых способов построения программ поиска неисправностей. Прежде всего, при этом способе определяются основные функции: генерирования сигналов на выходе устройства; приема и преобразования сигналов; отображения сигналов; управления; электропитания и др. Выполнение этих функций позволяет считать, что и все устройство выполняет поставленные перед ним задачи.

Контроль работоспособности всего устройства зависит от контроля над выполнением всех перечисленных функций. Для этого выбирают и контролируют параметры, от которых зависит выполнение основных функций. И если одна из перечисленных функций не выполняется по одному из контролируемых параметров, возникает задача поиска неисправностей. При этом параметр, вышедший за границы допусков, рассматривается как функция других аргументов. Схему поиска неисправностей называют деревом функций.

Автоматический поиск неисправностей в сложных системах относится к интересным и быстроразвивающимся направлениям в науке и технике.

Защита информации в автоматизированных системах является особо важной задачей, в рамках которой необходимо обеспечить ее достоверность, сохранность и конфиденциальность [1] Можно сказать, что без соблюдения этих правил невозможно нормальное функционирование ни одной системы.

Под достоверностью информации понимается ее правильность и точность. Для достижения необходимого уровня достоверности в автоматизированной системе используются специальные методы повышения достоверности обработки информации. Они основаны на введении одного из трех видов избыточности: информационной (добавление контрольных разрядов и дополнительных операций при различных видах обработки информации, направленных на выявление и устранение ошибок), временной (повторение в течение нескольких раз процедур контроля) или

структурной (добавление дополнительных элементов, например, резервирования или схемного контроля).

Вообще же все методы повышения достоверности обработки информации в автоматизированных системах имеют следующую классификацию:

1) Организационные:

Системные:

- Повышение надежности аппаратных и программных средств системы для противодействия случайным сбоям и отказам, а также систематическим ошибкам, допущенным при разработке программных средств;

- Дублирование данных для исправления возможных ошибок из-за определенных действий или сбоев;

- Организация и разграничение доступа к данным и ресурсам системы, чтобы ограничить возможности отдельных пользователей по изменению информации системы;

- Структурная оптимизация обработки информации, которая заключается в выборе наиболее правильной или улучшении существующей схемы переработки информации;

Административные:

- Работа с пользователями и обслуживающим персоналом системы в сфере оптимизации их взаимодействия, обучения, стимулирования и улучшения условий труда и его научная организация, которая включает в себя оборудование рабочих мест, оптимальный режим труда и отдыха, а также дружественный интерфейс системы [1];

2) Аппаратно-программные:

Программные:

- Контроль всех операций изменения информации и защита данных при их обработке;

- Контроль и защита данных при их передаче в сети автоматизированной системы;

Аппаратные:

- Применение дополнительных контрольно-технических средств для выполнения функций программных методов и обнаружения ошибок, недоступных для обнаружения программными методами.

Как было сказано выше, еще одной не менее важной, чем обеспечении достоверности данных, задачей является обеспечение сохранности этой информации в автоматизированных системах. Под сохранностью информации понимается недопущение уничтожения или потери данных, которые могут быть вызваны, например, сбоями системы электропитания или диверсионными действиями злоумышленников.

Для достижения необходимого уровня сохранности информации в автоматизированной системе используются специальные методы, которые в зависимости от вида их реализации имеют следующую классификацию:

1) Организационные:

- Использование оптимальной технологии хранения и использования данных;

- Проведение мер по предотвращению снижению ущерба от стихийных бедствий, аварий и условий окружающей среды;

- Контроль состояния техники и правильности ее применения;

- Проведение мероприятий с пользователями и обслуживающим персоналом автоматизированной системы и контроль их работы;

2) Аппаратно-программные:

- Дублирование информации или ее резервирование, которое подразделяется на оперативное (создание резервных копий наборов данных, используемых в работе, в режиме реального времени), восстановительное (создание

резервных копий наборов данных, необходимых для восстановления информации) и долгосрочное (создание на длительный срок больших дампов системы);

- Блокировка ошибочных операций, которая чаще всего применяется для предотвращения ошибок пользователей и обслуживающего персонала автоматизированной системы;

- Защита от вредительских программ (существует, как известно, четыре их вида [1]: «логические бомбы», «черви», «тройнянские кони» и «компьютерные вирусы»), для выполнения которой проводится сканирование, обнаружение изменений, анализ, использование специальных компонентов, проверка целостности программ и применение антивирусных средств.

Особую роль также занимает и обеспечение конфиденциальности данных, ведь данные помимо уничтожения могут быть еще и перехвачены, и использованы в противоречивых действиях.

Конфиденциальность данных, в основном, достигается за счет работы по следующим направлениям:

1) Шифрование данных, получившее бурное развитие

в последние несколько десятков лет [2] Заключается оно в представлении информации некотором зашифрованном (обычно с помощью ключа шифрования) виде, определить по которому как на самом деле выглядит информация невозможно, не зная ключа шифрования.

2) Недопущение утечки по техническим каналам. Допущение утечки по техническим каналам. Достигается оно в основном в обеспечении недопущения физического доступа к данным, проведением специальных мероприятий, а также борьбой с электронными средствами перехвата информации.

3) Введение аутентификации и системы контроля доступа. Аутентификация — это процедура определения возможности предоставления пользователю доступа к системе. Аутентификация может быть как простой, например, парольной, так и сложной — с использованием биометрических средств. Контроль же доступа предполагает, что либо каждый пользователь имеет доступ лишь к некоторым наборам данных (избирательная схема управления доступом), либо имеет некоторый уровень допуска на работу с определенными наборами данных (мандатная схема управления доступом) [3]

Таким образом, обеспечение защиты информации в автоматизированных системах — это целый комплекс мероприятий, направленных на обеспечение ее достоверности, сохранности и конфиденциальности. Хотя, к сожалению, и нельзя абсолютно защитить информацию, но выполнение вышеперечисленных мер серьезно снижает риск порчи, уничтожения или перехвата информации, что уже является хорошим гарантом безопасности [4]

Практически все современные автоматические системы работают с помощью программ, заложенных в памяти их устройств. В свою очередь программы являются специфической формой записи алгоритмов, по которым производятся необходимые операции в работе системы. Поэтому проверка правильности работы системы или устройства при выполнении программы весьма необходима

При этом возникает задача комплексной проверки функционирования системы с программным обеспечением в целом или ее отдельных элементов, средств или устройств. Программные методы контроля позволяют обеспечить контроль функционирования совокупности блоков, трактов и подсистем в сочетании, характерном для конкретной автоматизированной системы.

Программные методы контроля характеризуются следующими специфическими показателями [1]:

1) длиной участка, охваченного контролем L ; величина L численно может быть выражена либо числом команд, имеющихся в участке, либо временем выполнения участка;

2) вероятностью обнаружения ошибки, возникшей в результате отказа, P_0 ;

3) вероятностью обнаружения ошибки, возникшей в результате сбоя, P_c ;

4) относительным увеличением участка программы, охваченного контролем

=

где L – число команд участка программы, охваченного контролем; L_0 – число команд этого же участка программы при отсутствии контроля;

5) коэффициентом снижения производительности

=

где T_0 – затрата времени на реализацию программы (участка) при отсутствии контроля; T – фактическая затрата времени на реализацию программы (участка).

Контроль хода программ опирается на общие принципы их построения и заключается в проверке правильности выполнения линейных и циклических участков программ, разветвлений, правильности обращения к стандартным подпрограммам и т.д.

Современные программы, предназначенные для решения задач управления, строятся по модульному принципу [1] Каждый модуль независим от других модулей и характеризуется функциональной завершенностью. В своем составе модули содержат линейные, разветвляющиеся и циклические участки. Правильность выполнения отдельных модулей и их участков может контролироваться различными программными методами.

В основном, методы контроля сводятся к различным вариантам дублирования и проверке искусственно созданных контрольных соотношений.

Контроль линейных участков программ состоит в проверке факта выполнения данного участка. Он может быть организован следующим образом: каждому линейному участку программы присваивается определенное кодовое слово (ключ участка), этот ключ записывается в выбранную ячейку оперативной памяти перед началом выполнения участка, одна из последних команд участка проверяет наличие «своего» ключа. Если проверка показала, что кодовое слово не соответствует участку, то фиксируется факт ошибки. Данный метод контроля целесообразно использовать в тех случаях, когда длина участка достаточно велика

Контроль разветвляющихся участков программ включает в себя контроль правильности работы узла разветвления и проверку факта реализации только одной ветви. В правильности работы узла разветвления можно убедиться, если внутри ветви вторично проверить условия разветвления. Совпадение результатов двух проверок будет свидетельствовать о правильности работы узла.

На рисунке (Рис. 1.) представлена блок-схема разветвляющейся программы с двумя ветвями [2] Блок 1 является узлом разветвления, который проверяет некоторое условие $x < 0$. Если разветвление произведено правильно, то вначале выполняется один из линейных участков (либо блок 2, либо блок 3). Если разветвление в блоке 1 произошло правильно, и выполнялась первая ветвь, то условие $x < 0$, проверяемое в блоке 4, будет выполнено и произойдет переход к блоку 6. Аналогичным образом при выполнении второй ветви в блоке 5 при правильном разветвлении должно выполняться условие $x < 0$. Невыполнение условий в блоках 4 и 5 свидетельствует о наличии ошибки, и происходит передача управления блоку 7 анализа причин ошибки.

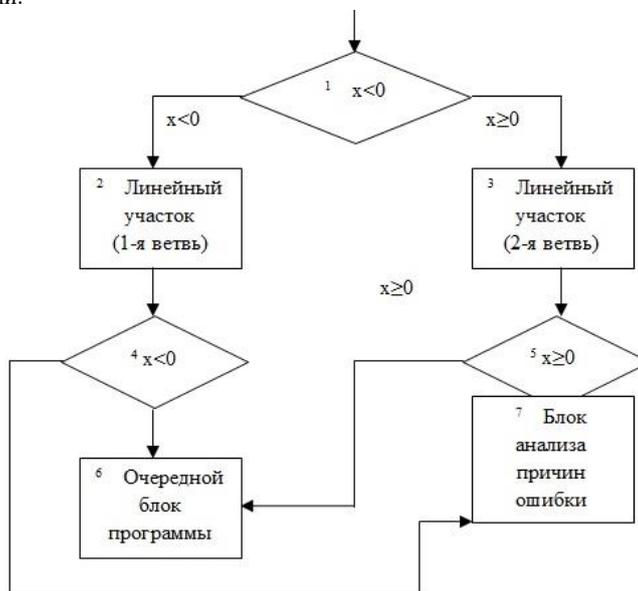


Рис. 1. Блок-схема разветвляющегося участка программы с контролем.

Методы контроля правильности выполнения разветвляющихся участков программ целесообразно применять, когда отдельные ветви содержат достаточно большое число команд, иначе контрольные операции существенно увеличат объем программы и время ее реализации. Эти методы нечувствительны к ошибкам, возникшим в результате отказов, но последствия сбоев обнаруживают с высокой достоверностью.

Контроль правильности выполнения набора модулей и последовательности их включения осуществляется следующим образом. Если на определенном интервале времени должен быть выполнен набор модулей программ, то контроль факта выполнения каждого из этих модулей можно реализовать с использованием меток. Каждый модуль в процессе своего выполнения оставляет метку, а по-

сле реализации всей совокупности модулей делается проверка наличия необходимых меток. В простейшем случае каждый модуль может заносить единицу в отведенный ему разряд ячейки памяти, которая предварительно ставится в нулевое состояние.

Контроль обмена информацией состоит в проверке правильности передачи информации из одного вида памяти в другой или от одного объекта к другому. Правильность обмена часто проверяется контрольным суммированием всей пересылаемой информации с последующим сравнением полученной и эталонной контрольных сумм.

Общих способов оценки эффективности программных методов контроля пока не существует. Поэтому в каждом конкретном случае необходимо определять характеристики для выбранного метода и решать вопрос о целесообразности его применения.

Литература

[1] Mayers G. Nadejnost programmogo obespecheniya / G. Mayers; per. s angl. / pod red. M.Sh. Kaufmana – M.: Mir, 1980.

[2] Dianov V.N. Diagnostika i nadejnost avtomaticheskix sistem. 2-e izd. – M.: Izd-vo MGU, 2005.

[3] Cherkasov G.N. Nadejnost apparatno-programmnykh kompleksov / G.N. Cherkasov. – SPb.: Piter, 2005.

[4] Ivanov K. K., Yurchenko R. N., Yarmonov A. S. Zashita informatsii v avtomatizirovannix sistemax // Molodoy ucheniy. — 2016. — №29. — S. 22-24.

[5] Melent'ev, M.S. Approksimatsionnyye metody i sistemy izmereniya i kontrolya parametrov periodicheskix signalov / M.S. Melent'ev, V.I. Batishev. - M.: Fizmatlit, 2011. - 240 s.

[6] Bishop R. H. Modern Control Systems Analysis and Design with Matlab. Prentice Hall, 2005. 1018 p.

[7] Burns R. S. Advanced Control Engineering. Butterworth Heinemann, 2001, p. 465, p. 450.

[8] Golnaraghi F., Kuo B. C. Automatic Control Systems. Wiley. 2010. 786 p.

[9] Michel A. N., Hou L., Liu D. Stability of Dynamical Systems. Continuous, Discontinuous and Discrete Systems, Birkhauser, 2008. 515 p.

[

1

0 **Писецкий Юрий Валерьевич**

] д.т.н., доцент, декан совместного факультета информационных технологий Ташкентского университета информационных технологий и Белорусского Государственного университета информатики и радиоэлектроники

a

t

a

K

.

M

o

d

e

r

n

C

o

n

t

r

o

l

E

n

g

i

Эл. почта: yuriy.pisetskiy@mail.ru

Цырельчук Игорь Николаевич

К.т.н., доцент, советник ректора Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразмий.

Эл. почта: tsyrelchuk@gmail.com

Вотинов Кирилл Алексеевич

Магистрант 2 курса Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразмий.

Эл. почта: votinovkirill@gmail.com

Талипов Абдурахман Рауфович

Старший преподаватель Ташкентского государственного технического университета имени И.Каримова.

Маматова Нодира Мирзавалиевна

Старший преподаватель Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразмий.

Эл. почта: nandycandy2018@gmail.com

Абдурашидов Абдурашид Абдусамат угли

Магистрант 1 курса Ташкентского государственного технического университета имени И.Каримова.

Собитов Сарвар Козим угли

Магистрант 1 курса Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразмий.

Эл. почта: sarvarsabitov@gmail.com

Pisetskiy Yu.V., Tsyrelchuk I.N., Votinov K.A., Talipov A.R., Mamatova N.M., Abdurashidov A.A., Sobitov S.K.

Software control methods for automatic systems

Software control methods that allow monitoring the functioning of a set of blocks, paths, and subsystems of an automated system are considered. The operations of assessing the technical condition of machines, such as the method of auto-control and the method of technical diagnostics, are analyzed. To control branching sections of programs, a flowchart of a branching program with two branches is presented.

Keywords: Auto-monitoring systems, technical diagnostics, sequential functional analysis, control of branching sections of programs.

Ҳотамов А., Эшназаров Н.

Мобил алоқа қамровини кучайтириш ва кенгайтириш усули

Мобил алоқа ва Интернет хизматини янада яхшилаш мақсадида, мобил сигнални кучайтириш усули орқали ушбу муаммоларни ҳал этиш мумкин, мобил сигнални кучайтиргич учун такомиллаштирилган репитер ва ташқи антенна воситаларини фойдаланиш зарурдир. Дунёда пандемия туфайли бир вақтнинг ўзида онлайн хизматлардан фойдаланаётган одамлар сони сезиларли ошиб кетди. Бироқ дунё аҳолисининг қарийб ярмида ҳамон интернетга уланиш имкони йўқ. Кам тараққий этган давлатларда ҳатто ҳар беш одамдан бирининг ҳам интернетдан фойдаланиш имкони камроқ. Рақамли бўлиниш эркаклардан кўра аёлларга кўпроқ таъсир этмоқда.

Калит сўзлар: ҳаракатдаги радиоалоқа тизими, шовқинсимон сигналлар, частота диапазонлари, асинхрон ва синхрон тармоқлар, репитер.

Мақтаб ўқувчиларидан тортиб офис ходимларигача ўз фаолиятини уйда давом эттиришга мажбур бўлиши натижасида интернет ҳаммамнинг нажоткорига айланди. Бироқ бир вақтнинг ўзида дунёда интернетга уланиш имкони йўқ миллиардлаб одамлар ҳам бор.

Рақамли бўлиниш пандемия пайтида юзага чиқаётган тенгсизликларнинг шунчаки биттаси холос. Бироқ энг ажабланарлиси шундаки, ҳатто ривожланган давлатларда ҳам интернет тезлиги биз ўйлагандан кўра пастроқ.

Ҳозир АҚШ аҳолисининг 6 фоизда (21 млн киши) юқори тезликдаги интернет алоқаси йўқ. Австралияда эса бу кўрсаткич 13 фоизни ташқил қилади. Ҳаттоки дунёнинг энг бой давлатларида ҳам ҳаммани интернет билан таъминлаш имконсиз бўлиб қолмоқда.

ЮНЕСКО маълумотларига кўра, дунё микёсида оилаларнинг ярмидан кўпроғи – 55 фоизи интернет алоқаси билан таъминланган.

Ривожланган давлатларда оилаларнинг 87 фоизи, ривожланаётган давлатларда 47 фоизи интернетга улана олма, кам тараққий этган давлатларда эса 19 фоиз оилада бундай имкон бор.

Умумий ҳисобда 3,7 миллиард одамнинг интернетга уланиши имконсиз. Уларнинг аксари – камбағал давлатлар фуқаролари ва COVID-19 билан қандай курашиш кераклиги бўйича маълумотга энг муҳтож катлам вакиллари.

ЖССТ маълумотларига кўра ҳам, камбағаллар ва мигрантлар вирус юктириб олиш хавфи энг юқори гуруҳларни ташқил қилади.

Халқаро ҳисобда 1 миллиарддан ортиқ ўқувчи карантин туфайли мактабга бориш имконидан маҳрум бўлган. Ўқитувчилар онлайн дарс ташкиллаштиришга ёки йўқ, бу аҳамиятсиз – уларнинг кўпчилиги онлайн дарсларда қатнаша олмайди.

Уйда – масофадан туриб ишлаш хизмат кўрсатиш сектори ходимлари ва администраторлар учун ягона танлов бўлиб турган бир пайтда, рақамлар уларнинг ҳаммасида ҳам онлайн бўлиб туриш имкони йўқлигини кўрсатмоқда. Ўз интернет алоқаси сифатига жуда кўп одамнинг онлайн бўлиб туриши салбий таъсир кўрсатаётганини айтаётганлар ҳам бор.

АҚШ Коммуникациялар федерал комиссияси интернетга уланиш имкони йўқ америкаликлар ҳолатига старлича баҳо берилмаяпти, деган фикрда. Шунга алоқадор мавзуда 2017 йилда АҚШдаги 12 миллион боланинг интернетга уланмасдан қатнаша бўлаётгани ҳақида Конгресс маълумот берган эди.

Microsoft президенти Бред Смит Американинг кишлоқ ҳудудларида 19 миллионга интернетга уланмаган оила борлигини маълум қилган.

Бир гигабайт – битта стандарт фильмни бир соат кўриш учун етарли. Африкада бунинг нархи ўртача ойлик иш ҳақининг 40 фоизини ташқил қилади.

Жаҳон банки маълумотларига кўра, 85 фоиз африкаликлар кунига 5,50 доллар атрофида даромад топади. Уларнинг кўпчилиги рақамли узилишни танлашдан эса ажабланмаса ҳам бўлади. Бу муаммо ривожланаётган давлатларда ҳам йўқ эмас. Масалан, Австралиядаги кам таъминланган оилаларнинг қарийб ҳар учинчисининг интернетга уланиш имкони йўқ.

Жанубий Африка COVID-19 ҳақида маълумот узатадиган сайтини аҳолига ҳеч қанақа маълумот ва маблағ талаб қилмайдиган тарзда фойдаланиш имконини берди. Бошқа бир қанча телекоммуникация ташкилотлари, провайдерлари ҳам коронавирус ҳақида маълумот узатадиган сайтларни бепул қилиб қўйди.

ЮНЕСКО маълумотларига кўра, Африка, Осиё ва Жанубий Американинг 10та давлатида аёллар эркакларга қараганда 30-50 фоиз кам интернетдан фойдаланишади. Дунё микёсида эса аёлларнинг интернетдан фойдаланиш кўрсаткичи эркакларникига қараганда 23 фоиз кам.

Охириги йилларда кундан кунга ҳаракатдаги объектлар билан радиоалоқа тизимлари назарияси ва амалиётида қўлланиши ривожланган сайин унга талаб тобора ортиб бормоқда. Ҳаракатдаги алоқа тизимини амалда қўллаганда, яхши натижалар кўрсатади ва кейинчалик уларни такомиллаштиришни лозимлиги келиб чиқади.

Ҳозирги пайтда ҳаракатдаги радиоалоқа тизими куйидагиларга бўлинади:

- персонал (шахсий) радиоқакирик тизими (Paging system);
- ҳаракатдаги профессионал (хусусий) радиоалоқа тизими (PMR, PAMR);
- ҳаракатдаги уяли радиоалоқа тизими (Cellular Radio System);
- симсиз телефонлар тизими (Cardless Telephony).

Ҳаракатдаги уяли радиоалоқа тизими (Cellular Radio System) тизимига тўхталадиган бўлсак, 1990 йилда АҚШ да ТИА (Telecommunications Industry Association) Американинг алоқа соҳасидаги Ишлаб чиқариш Ассоциацияси (TIA - Telecommunications Industry Association) рақамли уяли алоқа нинг IS-54 миллий стандартини тасдиқлади. Бу стандарт D-AMPS ёки ADC кискартмалар билан кенгрок маълум булди. АҚШ да Европадан фарқи, шу булдики янги частота диапазонлари ажратилмади, шунинг учун тизим оддий AMPS умумий частота полосасида ишлаши керак эди.

Qualcomm Америка компанияси бир хил вақтда шовқинсимон сигналлар ва каналларни код бўйича тақсимланиш (CDMA - Code Division Multiple Access) технологиясига асосланган, уяли алокани янги стандартини ишлаб чиқариш фаолигини бошлаган.

1991 йилда Европада GSM стандартининг асосида DCS-1800 (Digital Cellular System 1800 МГц) стандарти ишлаб чиқилди. Буюк Британия бу стандартни айтиб утилган PCN концепциясидаги ишлаб чиқариш учун асос

сифатида қабул қилди, бу эса ер шари бўйича голибона юришини бошланиши бўлди.

Уяли алокани ривожланиши бўйича АҚШ ва Европада Япония ҳам қолишмасди. Бу давлатда D-AMPS Америка стандартининг қурсатгичларига яқин булган, узининг JDC (Japanese Digital Cellular) уяли алока стандартини ишлаб чиқди. JDC стандарти 1991 йилда Япония почта ва алока вазирлиги томонидан тасдиқланган.

1992 йилда Германияда GSM стандартидаги биринчи уяли алока тизими фойдаланишга топширилди.

1993 йилда АҚШ да алока бўйича ишлаб чиқариш Ассоциациясининг бир қатор муваффақиятли синовлариан сунг, CDMA стандартини IS-95 деб номлаб, ички рақмли уяли алока стандарти сифатида қабул қилинди. 1995 йил сентябрда Гонконгда IS-95 стандартининг биринчи тармоғи фойдаланишга очилди.

Кенг полосали CDMA технологияси 5 МГц ёки ундан катта булган частота полосасини ишлатади. Бундай поласани танлиниши бир неча сабаби мавжуд. Биринчиси учинчи авлод уяли алока тизимини яратишга қаратилган, бу узатиш тезлигини 144 ва 384 кбит/с гача кутариш. Бу тезликлар 5 МГц поласада ва тармокни сизими етарлича булганда эришиш мумкин. 2 Мбит/с тезлик ҳам бир неча қушимча чегаралашлар киритилганда эришиш мумкин. Иккинчи сабаб шундан иборатки, радио спектрдаги буш поласалар тақчиллигини ҳисобга олиш зарур ва бу тизимни иккинчи авлод тизими ишлайдиган диапазонларла ишлаганда частота поласини кичикрок олишга тугри келади. Учинчи сабаб, бу 5 МГц частота поласасида тор поласага нисбатан куп сонли нур ташкил этувчиларини ҳосил қилиш имкони булади, бунинг натижасида узатиш сифати яхшиланади. Бундан ҳам юқорирок частота поласаларида (10, 15 ва 20 МГц) юқорирок узатиш тезликларини таъминлашда самарали ишлатиш тавсия этилади.

CDMA технологиясига асосланган учинчи авлод тизимининг радио интерфейсини стандартлаштириш асосан икки хил турдаги кенг полосали CDMA учун келтирилади: асинхрон ва синхрон тармоқлар. Асинхрон тармоқда БС лар синхронлаштирилмаган булади. Синхрон тармоқда БС лар бир неча микросекундларга аниқлик билан синхронлаштирилган булади. Асинхрон тармақларни, яъни WCDMA куриш бўйича Япония ва Корея томонидан иккита тавсияномалар қабул қилинган. Кенг полосали CDMA нинг синхрон тармоғини, яъни cdma2000 стандартини АҚШ томонидан тавсия қилинди.

Республикамызда ахборотлаштиришни ривожлантиришда рақамли телевидения сигналларини сифатли қабул қилишни таъминлашга ҳамда мобил алока тизимларини такомиллаштиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бу йўналишда, хусусан: истеъмолчиларга кўплаб турли хилдаги телевизион дастурларни тақдим қилиш учун телебошқарув сигналларни қайта ишлаш жараёнларни аналитик намоиш қилишда илмий изланишлар олиб борилган ва сезиларли даражада натижалар олинган. Шу билан билан бирга радио сигналларни аниқлаш ва қабул қилишни автоматлашган тартибдаги лаёқатли тизимлар яратилиши алоҳида аҳамиятга эга.

2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси асосан Ўзбекистон республикаси Президентининг 2020 28 апрелда “Рақамли иқтисодиёт ва электрон ҳукуматни кенг жорий этиш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4699-сон Қарори билан рақамлаштириш ва телекоммуникация инратузилмасини янада ривожлантириш бўйича 21.7 трлн.сўмлик 268 та лойиҳа тасдиқланди.

Мазкур Қарорга асосан, 2020-2021 йилларда республика ҳудудларида тармоғини 800 минг портга кенгайтириш (Самарқандда 70 минг порт), 12000 дан ортиқ мобил алоқа база станцияларини модернизация замонавий телекоммуникация хизматларини кенгайтириш мақсадида кенг полосали телекоммуникация қилиш ва ўрнатиш (Самарқандда 2000 га яқин), Республика ҳудудларида телекоммуникация транспорт ва маълумотлар узатиш тармоғини вилоят марказларигача 400 Гбит/с, туман марказларигача 60 Гбит/с.гача кенгайтириш вазифалари белгилаб берилган.

Сўнги йилларда мобил алоқа қамрови кенгайган сайин ушбу хизматдан фойдаланувчилар сони ҳам кескин суратларда ошиб бормоқда. Самарқанд вилоятида 1 январь 2020 йил ҳолатига 2 280 мингдан ортиқ абонентлар мавжуд бўлиб, уларга 2300 дан ортиқ GSM стандартидаги база станциялар орқали 2G, 3G, 4G хизматлари кўрсатиб келинмоқда.

Хизмат сони, тури ҳамда мобил алоқа қамрови кескин суратларда кенгайишига қарамасдан GSM стандартидан фойдаланувчилар томонидан мурожаатлар сони ошиб бормоқда.

Жумладан, 2018 йилда 276 та мурожаат тушган бўлса шундан 23 фоизи мобил алоқа қамрови барқарор эмаслиги (нестабильный) юзасидан келиб тушган бўлса, 2019 йилда 638 та мурожаат қайд этилиб, 69 фоизи мобил алоқа қамрови барқарор эмаслиги (нестабильный) юзасидан келиб тушган.

Мурожаатлар таҳлил этилганда, рельеф жиҳатдан нотекис ҳамда бино/хонадонларнинг ички ёки ертўла қисмларида, дала ҳовлиларда мобил Интернет хизмати етарли эмаслиги юзасидан эканлиги аниқланди.

Мазкур ҳолатда, яъни рельеф жиҳатдан нотекис ҳамда бино/хонадонларнинг ички ёки ертўла қисмларида, дала ҳовлиларда мобил Интернет хизматини кучайтириш ечими мавжуд.

Мобил сигнални кучайтириш усули орқали ушбу муаммоларни ҳал этиш мумкин, мобил сигнални кучайтиргич – репитер ва ташқи антенна воситаларидан фойдаланиш кифоя.

Ушбу усулнинг чизмаси 1-расмда ҳамда қўлланиладиган қурилмалар 2-расмда келтирилган:



1-расм Мобил алоқа сигнални кучайтиришнинг схематик кўриниши

Репитерлар ҳозирги кунда ривожланган давлатлар алоқа соҳасида, юқорида келтирилган муаммоларнинг ечими ҳисобланиб келинмоқда.



2-расм. Мобил алоқа сигналигини кучайтирувчи репитер

Хулоса. «Юқори тезликдаги интернет алоқасидан фойдаланмасдан туриб, бу жамиятдагилар ўзларининг замонавий бизнесларини юрита олмайдилар, онлайн дарсларда қатнашиш, ўз фирмаларини рақамли тарзда ривожлантириш ёки онлайн мактаб лойиҳаларида қатнашиш имконидан маҳрум бўладилар», – дейди Смит.

ЮНЕСКО ва Халқаро телекоммуникация уюшмаси кабелли ёки симсиз тарзда 2025 йилгача дунёнинг 75 фоиз аҳолисини юқори сифатли интернет билан таъминлашни мақсад қилиб қўйган.

Республикамизда рақамли иқтисодиётни ривожлантиришда мобил Интернет хизматлари муҳим ўрин эгаллайди. Зеро, 2020 йил якунига қадар 90 фоиз республика аҳолисини мобил Интернет қамрови билан қамраб олиш режалаштирилган. Рақамли иқтисодиётни ривожлантиришда Мобил интернет хизматининг ўрни бекиёсдир. Республикамизнинг чекка қишлоқ ҳудудларида ушбу усул воситаси асосида сигнални кучайтириш орқали барқарор мобил алоқа ҳамда Интернет хизматлари билан барқарор таъминлаш мақсадга мувофиқдир.

Мобил Интернет ўтиши қийин бўлган тоғли ҳудудлар, рельефи нотекис бўлган манзиллар ҳамда шаҳарларда мобил алоқа сигнални тўсиб турувчи омилларни (кўп қаватли уйлар, катта хажмдаги музхоналар, турли экран тўсувчи хўжалик моллари билан жихозланган завод ва фабрикалар) бартараф этишнинг ягона йўли ва усули бу мобил сигнални кучайтириш орқали амалга ошириш мумкин. Мобил алоқа сигнални кучайтириш учун бир бирига яқин масофада бўлган (100-500 метр) база станцияларни ўрнатиш мобил алоқа операторлар учун иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқ эмас. Шу боис, индивидуал тарзда (жойлашган манзилида кимда мобил Интернет қамрови етарли бўлмаса) юқорида кўриб чиқилган усулдан фойдаланган ҳолда, бу масалага ечим топиши мумкин.

Фойдаланилган адабиётлар

2. Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг Олий Мажлисга мурожаатномаси (24.01.2020й.)

2. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси.

3. Ўзбекистон республикаси Президентининг 2020 йил 28 апрелдаги “Рақамли иқтисодиёт ва электрон ҳукуматни кенг жорий этиш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4699-сон Қарори.

4. Ўзбекистон республикаси Президентининг 2020 йил 22 майдаги “Ўзбекистон республикаси аҳоли пунктларида телекоммуникация инфратузилмасини жадал ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4329-сон Қарори.

5. Нагирная А.В. Глобальный процесс информатизации общества: факторы территориальной неравномерности// Научный журнал «Молодой ученый» - 2014. том11, №70, с.160-165

6. Дятлов А.П. Модели радиосистем первичной обработки информации// Методическое руководство по курсовому проектированию. -Таганрог: ТРТИ, 2012. -68 с.

7. <https://www.vegatel.ru/> Интернет сайти.

8. <https://gsm-repiteri.ru/> Интернет сайти.

9. www.mitc.uz Интернет сайти.

10. Мамудов М.М., Шегай А.М., Брайн Л., Снежков Ю.В. “Принципы построения и проектирования систем сотовой связи”

Абдуғафур Ҳотамов

PhD, ТАТУ Самарқанд филиали “Компьютер инжинринги” кафедраси доценти

Нодир Эшназаров

ЎзР.Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлиги Самарқанд вилояти ҳудудий бошқармаси бошлиғи

Ways to increase and strengthen mobile coverage

To further improve mobile communications and Internet services, you can solve these problems using the mobile signal amplification method, you need to use an advanced repeater and an external antenna for the mobile signal amplifier.

Due to the pandemic in the world, the number of people sitting on the network at the same time has increased significantly. However, almost half of the world's population still does not have access to the Internet. In less developed countries, even one in five people has less access to the Internet. The digital divide affects women more than men.

Keywords: mobile radio communication systems, noise-like signals, frequency ranges, asynchronous and synchronous networks, repeater

УДК 532,5, Б627.8:532.528

Бегимов У.И., Худайкулов С.И., Усмонова Н.А.

Моделирование схемы кавитационных течений многофазной жидкости

В статье рассматривается потенциальный многофазный поток, имеющий максимум скорости, а следовательно, минимум давления достигаются только на границах области. Если исследуемая смесь жидкости состоит из жидкой и твердой фаз, совершающих взаимопроникающие движения, то вязкость смеси отличается от вязкости жидкой (несущей) фазы и зависит от объёмного содержания твердой фазы и физических свойств смеси и т.д. В развитых кавитационных течениях это реализуется на стенках каверны. Строится граница развитых каверн в многофазной жидкости. Рассматривается кавитационное осесимметричное течение, подверженное действию различных возмущающих факторов, таких, как наличие поля сил тяжести, отличие формы кавитатора от круговой, наличие местных возмущений давления и др. Предполагается, что эти факторы лишь слегка изменяют закономерности осесимметричного течения, т. е. возмущения считаются малыми и приводятся к кинематическим условиям относительно деформации. В настоящей статье приводится моделирование закономерностей формирования кавитации, пульсации потока и оценка влияния на устойчивость гидросооружений.

Ключевые слова: скорость дисперсной смеси, плотность дисперсной смеси, истинная плотность, приведенные плотности первой, объёмные концентрации первой и второй фаз смеси жидкости, коэффициент взаимодействия, радиус кривизны линии тока.

Постановка задачи. При исследовании динамики возникновений процесса вибрации в водопроводящих системах водохранилищ, основными причинами является нарушение сплошного течения и образование области, заполненной пузырьками.

Если рассматриваемые процессы проходят в предположение о постоянстве давления на основании уравнения Бернулли сразу приводит к заключению о постоянстве скорости на границе каверны. На самом деле, при установившейся многофазной смеси эти параметры могут быть переменными. Тогда можно составить уравнение Д. Бернулли для смеси жидкости в виде [4]

$$\frac{g_{cm}^2}{2g} + \frac{p_x}{\gamma} + U + \frac{1}{2g} \sum_{s,n=1}^m \frac{\rho_{Si}^{\circ} \rho_{ni}^{\circ} f_s f_n}{\sum_{n=1}^m (\rho_{ni}^{\circ} f_n)^2} (g_{S-2} - g_{n-2})^2 + h_x =$$

$$= \frac{g_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + U + \frac{1}{2g} \sum_{s,n=1}^m \frac{\rho_{S-2i}^{\circ} \rho_{n-2i}^{\circ} f_{S-2} f_{n-2}}{\sum_{n=1}^m (\rho_{n-2i}^{\circ} f_{n-2})^2} (g_{S-2} - g_{n-2})^2 + h_{w,x-2}$$

где $h_{w,x-2}$ – потери энергии на пути движения смеси. Тогда скорость дисперсной смеси выразится в форме [7,8]:

$$g = g_{cm} = \frac{g_1 + \frac{f_2}{f_1} \hat{\rho} g_2}{1 + \hat{\rho} \frac{f_2}{f_1}} \quad (2)$$

[V, см] – скорость дисперсной смеси; ρ_{cm} – плотность дисперсной смеси:

$$\rho_{cm} = \rho_1 + \rho_2, \quad \rho_1 = \rho_{1i} f_1, \quad \rho_2 = \rho_{2i} f_2,$$

$$\rho = \frac{\rho_{2i}}{\rho_{1i}}, \quad f_1 + f_2 = 1.$$

Здесь ρ_{ni} – истинная плотность; ρ_1, ρ_2, ρ_n – приведенные плотности первой, второй и n -й фаз смеси жидкости; f_1, f_2 – объёмные концентрации первой и второй фаз смеси жидкости. Из уравнения Бернулли (1) коэффициент взаимодействия фаз примет вид [9]

$$K = \frac{1}{2g} \sum_{s,n=1}^m \frac{\rho_{Si}^{\circ} \rho_{ni}^{\circ} f_s f_n}{\sum_{n=1}^m (\rho_{ni}^{\circ} f_n)^2}, \quad (3)$$

где K – коэффициент взаимодействия. Согласно исследованиям [1, 5], потенциал скорости для дисперсной смеси жидкостей имеет вид [1]

$$\varphi_{cm} = \varphi_1 f_1^* + \varphi_2 f_2^*,$$

$$\text{где } f_1^* = \frac{f_1}{f_2 + \hat{\rho} f_1}, \quad f_2^* = \frac{f_2}{f_2 + \hat{\rho} f_1}, \quad \hat{\rho} = \frac{\rho_{1i}}{\rho_{2i}}.$$

Таким образом, согласно уравнению Бернулли, для абсолютного движения между точками 2 и 5 имеем

$$\frac{p_2}{\gamma} + \frac{g_{cm2}^2}{2g} + z_2 + \frac{1}{2g} \sum_{s,n=1}^m \frac{\rho_{S-2i}^{\circ} \rho_{n-2i}^{\circ} f_{S-2} f_{n-2}}{\sum_{n=1}^m (\rho_{n-2i}^{\circ} f_{n-2})^2} (g_{S-2} - g_{n-2})^2 =$$

$$= \frac{p_5}{\gamma} + \frac{g_{cm5}^2}{2g} - z_5 + \frac{1}{2g} \sum_{s,n=1}^m \frac{\rho_{2-5i}^{\circ} \rho_{n-2i}^{\circ} f_{2-5} f_{n-5}}{\sum_{n=1}^m (\rho_{n-5i}^{\circ} f_{n-5})^2} (g_{2-5} - g_{n-5})^2 + h_{w2-5}$$

(4)

Решая совместно уравнения (2), (4) и принимая во

внимание, что $\frac{p_5}{\gamma} - z_5 = \frac{P_{am}}{\gamma} = B$ – барометрическое

давление, а также имея в виду незначительность величин коэффициентов взаимодействия фаз.

Если исследуемая смесь жидкости состоит из жидкой и твердой фаз, совершающих взаимопроникающие движения, то вязкость смеси отличается от вязкости жидкой (несущей) фазы и зависит от объёмного содержания твердой фазы и физических свойств взвеси и т.д.

Расчетные формулы для коэффициента взаимодействия, приводимые в работе [3], полученные на основе формулы Эйнштейна, выглядят следующим образом:

$$K = \frac{8f_2^2 \mu_0}{R^2} \frac{1}{\frac{Q_{cm}}{Q_1} - \frac{1}{f_1(1+2,5f_2)}}. \quad (5)$$

и если $p_k = const$, то и $g_k = const$. Но

стенки каверны являются линиями (поверхностями) тока. Поэтому скорость жидких частиц на стене направлена по

касательной к поверхности каверны, т. е. g_k есть тангенциальная скорость, а нормальная компонента скорости, следовательно, равна нулю.

Предположив величину давления в каверне относительно давления окружающей среды, можно дать качественную оценку форме стенок каверны. Пусть

$p_k < p_\infty$, т. е. $\sigma > 0$. Этот случай является преобладающим. В стационарном движении по криволинейной траектории принадлежащая границе каверны жидкая частица находится в равновесии под действием центробежных сил $\frac{g_k^2}{R}$, где R — радиус кривизны линии тока, и

перепада давления, действующего со стороны окружающей среды на каверну. Это означает, что граница каверны должна быть выпуклой в сторону жидкости. В противоположном случае $p_k > p_\infty$, т. е. $\sigma < 0$, аналогичное рассуждение приведет к заключению, что граница каверны должна быть вогнутой по отношению к жидкости. В естественных условиях невозможно представить себе физический процесс возникновения парогазовых полостей с давлением, превышающим давление окружающей среды.

Поэтому каверны с отрицательными членами кавитации в экспериментах длительное время не наблюдались. В дальнейшем было понято, что области повышенного давления можно создавать принудительной подачей газа. Пример каверны подобного типа, полученной вдувом газа в область донного среза удлинённого тела вращения, приведен Л. П. Седовым).

На принципиальную возможность построения течений с областями постоянного помещенного давления жидкости в районе критических точек (передней задней) указали еще С. А. Чаплыгин (1899) и Тири (1921).

При положительных числах кавитации каверна возникает и располагается в области минимального давления. В потенциальном потоке максимум скорости, а следовательно, минимум давления достигаются только на границах области. В развитых кавитационных течениях это реализуется на стенках каверны. Для построения границ развитых каверн Бриллюэн сформулировал два принципа, которые во многом определили дальнейшее развитие теории:

- 1) на стенках каверны существует постоянное и минимальное давление;
- 2) границы каверны должны описываться не самопересекающимися кривыми (поверхностями) и не пересекающимися контуры обтекаемого тела.

Литература

- [1] Amromin E.L.- Raschyot osesimmetrichni'x navigatsionni'x techeniy v svobodni' struyax metodom A.N. Ivanova.— V kn.: Gidrodinomika v'sokix skorostey. L.: Sudostroyeniye, 1983, vi'p. 3, s. 4—13. (Tr. NTOim. Kr'lova).
- [2] Amromin E.L., Ivanov A. N. Osesimmetrichnoe kavitatsionnoe obtekanie tela v trube.- Tam je, 1976, № 4, s. 50-55.
- [3] Baluev E.D., Troyankin Yu.V. Issledovanie aerodinamicheskoy strukturi' gazovogopotoka v siklonnoy kamere.— Teploenergetika, 1967, № 1, s. 18-20.
- [4] Basharova V. N.Prostranstvennye kavitatsionnye techeniya za proizvol'no orientirovannymi nekrugovymi kavitatorami.— V kn.: Matematicheskie metody is'sledovaniya gidrodinamicheskix techeniy : Sb. nauch. tr. Kiev : Nauk, dumka, 1978,s. 41-45.
- [5] Van – Dayk M. Metod' vozmusheniy v mexanike jidkosti.- M. : Mir, 1967.- 310 s.

[6] Grigoryan S.S. Priblijennoe resheniy zadachi ob otr'vnom obtekanii osesim – metrichnogotela. – Prikl. Matematika i mexanika, 1959, 23, № 5, s. 951—953.

[7] Begimov O.I., Xudayqulov S.I. “Dispers aralashmalash oqimidagi kavitatsiya va pulsasiya jarayonlarini modellashtirish va suv omborlariga qo'llash”, Monografiya 2019

[8] Koul Dok. Metodiy vozmusheniy v prikladnoy matematike.— M. : Mir 1972.— 274 s

[9] Yaxshibayev D.S. Kriterii dinamicheskoy ustoychivosti stratifitsirovannix potokov// Jurnal «Muhammad Al-Xorazmiy avlodlari», (Journal «Muhammad Al-Xorazmiy avlodlari»), 2017, Tashkent, pp37-42, Cited 1 times.

[10] Xudayqulov S.I., Kalandarov A.D. «Matematicheskii metodi modelirovaniya dinamiki drenajey i drenajnix sistem», Buxoro-2017,p 160.

[11] Xudayqulov S.I., Yaxshiboyev D.S. «Modelirovanie dinamiki razvitiya stratifikatsionnix techeniy mnogofaznix jidkostey» Tashkent, 2017., p162.

[12] Yaxshibayev D.S. Modelirovanie dinamiki razvitiya stratifikatsionnix techeniy mnogofaznix jidkostey // Jurnal «Informatsionnie texnologii modelirovaniya i upravleniya» (Journal «Information technology modeling and management»), 2018, Voronej, pp213-220, Cited 3(111) times.

[13] Begimov O'.I., Xudaykulov S.I. “Modelirovanie dvijeniya vozmushennoy kaverny i poyavleniya kavitatsii, pulsatsii potoka” «Muhammad al-xorazmiy avlodlari» №3(9), Toshkent-2019. S. 39-41.

Бегимов Уктам Ибрагимович. Ассистент кафедры АиММ ТУИТ. Эл.почта: uktam1985beg@mail.ru

Худайкулов Савет Ишанкулович. д.т.н. проф. Научно-исследовательского института ирригации и водных проблем. Эл.почта: Savet_1949@mail.ru

Усмонова Нодирахон Акрамова. Ассистент кафедры МКК Фар. ИП.

Эл.почта: usmonova.nodiraxon@bk.ru

Begimov O'.I., Khudaykulov S.I., Usmonova N.A. Simulation of the scheme of cavitation flows of a multiphase fluid

The article considers a potential multiphase flow having a maximum velocity, and therefore, a minimum pressure is reached only at the boundaries of the region. If the studied mixture of liquids consists of liquid and solid phases making interpenetrating movements, then the viscosity of the mixture differs from the viscosity of the liquid (carrier) phase and depends on the volume content of the solid phase and physical properties of the suspension, etc. In developed cavitation flows, this is realized on the walls of the cavity. The boundary of the developed caverns in the phase-phase fluid is built. A cavitation axisymmetric flow is considered, subject to the action of various disturbing factors, such as the presence of a gravitational field, the difference between the cavitator shape and the circular, the presence of local pressure disturbances, etc. It is assumed that these factors only slightly change the laws of the axisymmetric flow, etc. e. Perturbations are considered small and kinematic conditions with respect to deformation are given. This article presents a simulation of the patterns of cavitation formation, flow pulsation and an assessment of the impact on the stability of hydraulic structures.

Keywords: true density, dispersed mixture velocity, dispersed mixture density, reduced densities of the first, volumetric concentrations of the first and second phases of the liquid mixture, interaction coefficient, curvature radius of the streamline.

UDC 338.45

Khakimova Sh. N.

Foreign and domestic achievements in the field of it logistics: efficiency of use of automated ERP-systems

Currently, the development and dissemination of information technology covers almost all areas of socio-economic and industrial-economic activities, including education, training of professional logistics specialists and of course logistics in general, its systems, supply chains, structural elements, and the course of transformation processes. This involves the identification and standardization of information sources, means of its processing and transmission. Therefore, this article discusses the core of an integrated information system, which is a module for the automated processing of goods and transport documents. Largely, this determines the effectiveness of the entire integrated information system, since it is most involved in everyday business operations. This is the relevance of the studied sphere.

Keywords: transport logistics, information infrastructure, software, automated systems, ERP system.

Introduction

Large foreign transport and distribution companies today focus on the use of complex integrated information systems. Individual companies specialize in their development. The stability of the economic situation, stability, and a unified settlement technology make these software products replicable, which significantly reduces their cost. In Western Europe, some companies develop and special software for the management of transport companies. Unfortunately, it is difficult to use these programs in our country today in most cases due to the incompatibility of accounting and settlement technologies. [2] There are developments on the domestic market similar to the American accounting systems for small and medium-sized enterprises (for example, 1C Accounting), but they allow to perform only part of the typical operations and their full adaptation to the current working conditions of transport companies is quite complicated.

For example, the technology of differentiated economic accounting of vehicle operation with an analysis of performance, profitability, and management of use through repair, cancellation, and combination of routes finds increasingly widespread use in transport in Germany and Belgium. Differentiated control on the highway using on-board computers and electronic data exchange can significantly increase the flow of information, refuse travel documents and thereby save huge amounts. In Scotland, Ireland and England, and now in all EU countries, on-board computer systems with magnetic data carriers are used to automate the accounting of the vehicle and drivers, and to quickly monitor compliance with work and rest regimes. Besides, many companies are involved in the development and sale of special routing and costing programs for transportation costs, optimal loading of vehicles, and the supply of spare parts. With their help, it is possible to carry out calculations of the length of routes, their travel time stops at border crossings and gas stations. They also allow you to quickly assess the road conditions, fuel consumption on the route and the development of a detailed legend for driving routes, as well as block unwanted directions or individual roads, excluding from consideration when planning a route. [1]

An extremely important aspect of proper functioning of enterprises is access to and processing of current information, which are necessary for making right decisions for efficient management. Computer systems, which are integrated computer systems, streamlining and supporting all spheres of management have gained special importance. There are many types of such computer systems. The ERP (Enterprise Resource Planning) systems responsible for all functional areas of a company are an example. The ERP systems integrate processes across a company and provide the information on the condition of the company. These systems affect logistics in the company largely and the company itself has a possibility to gain a competitive

edge thanks to them. The implementation of computer technology is essential for achieving the intended objectives of the company. The lack of a computer system implemented in a company makes it impossible for the company to develop the organization properly and to function correctly. The area of public transport services is very complex and requires appropriate databases, which must be duly processed and transmitted. The effectiveness of computer systems is critical for the development of urban transport companies [13] Nowadays, the economy in the market of goods and services is characterized by high competitiveness and rapid changes. All companies are forced to look for new solutions in many areas of their activity – also within logistics. Growth of economic globalization and competitiveness forces companies to be flexible. Increasingly unstable market economy makes it that continuous adaptation to the current situation is not effective any more. Therefore, there is a need to implement innovative solutions. Computer technology provides many opportunities for innovations. There can be listed among others: automation, sequentially, tracking, analyzing, information and integration. The innovative capacity achieved through computer technology is based on sharing, transferring and analyzing data. The better quality of the information induces changes and the computer technology is a measure to give a possibility to obtain information.

One of such systems is the ERP system, which contributes to the development of the whole organization in every area of the business. Due to its characteristics it covers all functional elements, technological and content-related development as well as combining data and processes. The inclusion of all system functions and business processes in the system is a sign of the functional complexity. The effectiveness of the ERP system in the area of enterprise information activities has a positive effect on changes to the organizational structure of the company, monitors the flow of the economics of transport and designated vehicle routes, increases the competitiveness of enterprises and indirectly has a positive impact on the environment. The technological process ensures compliance with the applicable standards of hardware and software as well as allows for the use of cutting-edge ICT solutions. The content-related progress is related to basing the ERP systems on modern methods and the concepts of management. The data integration is associated with the collection of data in a central database. The data entry occurs at the place of their creation and the database update takes place in real time and the data are available to authorized users. Through the integration of processes, a user can use all the functions and processes, while using a single workstation [12]

Main part

New tasks associated with the implementation of logistics principles in the field of transportation require the creation of an information infrastructure that allows organizing, collecting

and transmitting information to all participants in the logistics network. This involves the identification and standardization of information sources, means of its processing and transmission. The core of the integrated information system is the module for the automated processing of goods and transport documents. Largely, it determines the effectiveness of the entire integrated information system, since it is maximally involved in everyday business operations.

Thanks to the development of the Internet and the revitalization of numerous virtual services, the cycle of services for the delivery of goods to the final consumer begins to acquire quite specific forms based on the typification of transport, technological, information and financial operations. Due to this, logistics is becoming more closely linked and increasingly associated with the development of complex delivery projects - distribution of goods and resources. Centers for the development and sale of such projects are starting to be created. Moreover, the subject area of the project can be different - from the development of a management system for the forwarding company to the organization of the exhibition in another country, on another continent. In other words, the proposals published today on the Internet by large design and logistics centers, information centers, and software and hardware centers and firms indicate the beginning of a new stage in the development of logistics and transport logistics in particular. This stage is characterized not only by the widespread use of Internet technologies in classical logistics but also by the intensification of research in the field of logistics design and interactive support of logistics chains. [7]

The essence and the role of any information system is processing and providing relevant information, which ensures specific knowledge. Information systems translate data into information [14] The information system should serve meeting the objectives of the company and accomplishing its mission. The organization objectives are reflected in the objectives of the information system. Information systems are created in such a way that it is possible to meet the objectives of the organization through their use. The main objective of information systems is the high quality of the information processed in it. The most important objective consists of such components as availability, reliability, ability to adapt to changes, desired rate of gaining information, guarantees of confidentiality and security. Currently, information systems utilize ICT technology to collect process and transmit information. Computer systems are subsystems of the information system, which combines the human element in order to collect and to process data and interpersonal communication as a tool for collecting and sharing information.

Modern technologies, which include integrated management systems, are used in organizations in order to achieve a competitive edge, which is achieved because of improvement in the control of internal and external processes, better information and improved methods of operation of the company. Integrated systems make it possible to introduce organizational changes concerning the integration of functions and processes as well as of the information flow in the company. The simultaneous introduction of the computer technology and organizational changes provides an opportunity to achieve a competitive edge. Integrated management systems make it possible and impose the necessity of organizational changes. It is making changes possible that is related to providing a large number of persons at different locations with the information, which is current and adequate to the requirements of the users as well as enabling them to concentrate and to fragment selected activities. It is with ERP information systems that it is possible to reflect the process organization of the company and a part of the systems support development of business processes using specialized resources and reference process models. Through a

wide range of possibilities of the ERP systems, the processes occurring in the company are changed. Computer aided enterprise management is a fundamental determinant of the effective performance of any organization. The use of IT solutions in business may significantly improve management. Many processes occurring in institutions can be improved by automating them with the use of appropriate tools.

In Uzbekistan, the introduction of ERP systems for managing accounting, finance and the material and technical base is actively spreading today. In addition to improving the quality of managing the enterprise as a whole, the presence of such systems is a prerequisite for the initial public offering of the company's shares on the stock exchange and the conclusion of significant contracts on the international freight transportation market.

With the advent of ERP-class automated systems in the industry, transport companies have received a financial management tool. The main requirement for such systems is the reliability, efficiency, and transparency of all financial data. Moreover, what is important, in real-time: the manager wants to see the status of accounts at any given moment, track work with contractors, etc. The attractiveness of online systems is the ability to control the situation, make urgent adjustments to business processes, and quickly use the surplus resources that have appeared to obtain additional, unplanned income.

ERP automates the business processes of an enterprise - such as fulfilling a customer order, for example: receiving an order, planning its execution, production, shipping, invoicing, payment, etc. With the ERP system, you always have the necessary information at hand (order history, payment history, availability of goods in stock, expected arrival from production, etc.). Anyone at the enterprise sees the same computer screen and has access to a single database that contains information about this new order. After one unit finishes processing the customer's order (evaluation of cost or production time, for example), it is automatically transferred to another unit, for example, the planning or production department. To determine where the order is currently located, you only need to log into the ERP system and dial the order number. With well-established work procedures, a customer order passes through the enterprise with lightning speed, customers receive orders faster (or just on time). The same magic of ERP can be applied to other basic business processes of the organization, such as automation of financial reporting, etc. (Table 1)

The main task of the ERP system is to achieve optimization (in terms of time and resources) of all these processes. Quite often, the entire set of tasks inherent in the ERP concept is implemented not by one integrated system, but by some set of software. As a rule, such a set is based on a basic ERP package, to which specialized products of third companies are connected via appropriate interfaces (responsible for electronic commerce, sales automation, etc.).

An ERP system allows an enterprise or group of enterprises:

- create a single information space
- increase key performance indicators
- structure and improve the management system to increase management efficiency
- improve the reliability and efficiency of obtaining data on their activities
- improve the quality and timeliness of reporting
- increase the efficiency of the company's core business processes. [5]

ERP links the execution of basic operations and provides a repeatable set of rules and procedures. Order processing is associated with production planning, and planned requirements are automatically transferred to the purchasing process and vice

versa. The cost of production and financial accounting are automatically changed, and critical information about operations, the profitability of products, and results of operations of divisions become available in real-time.

Table 1.
The effectiveness of the implementation of modern ERP-system

Indicators	Average by industry
Reduced insurance stocks	-40%
Reduction of storage space	-25%
Inventory turnover increase	+65%
Just-in-time supply increases	+80%
Decrease in production defect	-35%
Decrease in delays with shipment of finished goods	-45%
After-sales service improvement	+60%
More accurate cost accounting	+30%
Lower transportation and procurement costs	-60%
Decrease in closing periods of the accounting period	-500%
The increase in the turnover of funds in the calculations	+30%
Reducing the cost of the administrative apparatus	-30%
Elimination of manual preparation and maintenance of documents	+90%
Reduction of unfinished production	-50%
Shortened production cycle	-50%
Shorter product development cycle	-60%
Reduce budgeting time	-70%

Modern IT, such as, for example, DSS, expert systems, and others provide the opportunity for effective analysis of technical and economic projects, process modeling, preparation and presentation of results for subsequent decision-making. The use of modern IT allows increasing the efficiency of cargo delivery due to the possibility of quick access to information about the subjects (buyer, carrier, terminal) and objects (goods and services) of delivery.

Conclusion. The process of implementing information and computer technologies today is necessary and inevitable. This is due to the ever-increasing amount of data to be processed. In the usual, traditional ways, it is no longer possible to extract all the useful information from this stream and use it to manage the enterprise. The determining factor in management is the speed of data processing and obtaining the necessary information. The flow of information is increasingly affecting the efficiency of enterprise management, its financial success. Moreover, more and more often information is called "strategic raw material". In developed Western countries, information costs already exceed energy costs. Moreover, these costs with a reasonable approach give a positive result. First, the introduction of computer accounting and data processing significantly increases labor productivity in the field of document management. Modern information technology, built based on the use of the concepts of information storage and intelligent data processing, today can provide a return of 100%.

A modern company is not able to run its activity properly without the use of IT solutions. The intention to improve decision-making process, to improve organization of the management of all company departments resulted in the selection of the ERP system. Due to the specific construction of the ERP systems, companies manage to find a suitable solution to match

their business profile, resources and their size. The ERP systems provide a comprehensive support for almost all areas of an enterprise. As it was presented in the study, the introduction of the ERP system involves the introduction of changes, mainly in the sphere of the information flow. It is through using a system that logistics processes in the company are organized. The system provides order while processing and collecting data. Implementation of computer technologies brings long-term beneficial effects [11] The development of modern computer technologies is very dynamic; hence, the company must keep an eye on developments in this field in order to develop the company's management and, consequently, the entire company itself.

While summing up, it can be stated that the examinations conducted at the company allow for noticing the effectiveness of the solutions adopted in the selected road transport company in the form of the maximum use of capacity of the company due to better use of resources, proper organization of the management processes and operational flexibility, which enhances the company's competitiveness, improvement of the customer service and attracting new ones. The analysis carried out shows, how huge the impact of modern computer solutions on proper functioning of the company and achieving competitive edge is.

References

1. Alekseev A.I. The international scientific journal "Innovation Science" No. 12-1 / 2016 ISSN2410-6070.
2. Rodkin T.A. Logistics of information flows to state and prospects. Bulletin of the University (State University of Management). 2012. No5. S. 144-148.
3. Sergeev V.I. Logistics: Information systems and technologies: a training manual. M.: Publishing house "Alfa-Press", 2012. - 608 p.
4. Rusadze N.E. Scientific proceedings xxii international scientific-technical conference "trans & motto '14". Information technology in logistics, principles of their construction and automated identification. ISSN 1310-3946. Year xxii, (2014) volume 3, p.p. 81-83
5. Information technology in logistics / Gubin SV, Boyarchuk AV / - Lecture course for higher technical educational institutions. -Kyiv: Millennium, 2009. - 60 p.
6. Meshkova L. L., Belous I. I., Frolov N. M. Logistics in the field of material services (On the example of procurement, procurement, and transportation services). 2nd ed. correct and resolve. Tambov: Publishing house of Tamb. state tech. University, 2002. 188 s. ISBN 5-8265-0170-7.
7. Popov A.O. Information and communication technologies as a factor improving state regulation of the national economy in the information society. Abstract. Moscow 2008.
8. Transport logistics (Part I): "Organization of transportation and traffic, operation of transport" // ENU named after L.N. Gumileva / T.B. Suleimenov, M.I. Arpabekov, Astana, 2012, - 211 p.
9. Agapov A. Information systems and ERP technologies in supply chain management // www.erpkrsk.ru.
10. Definition of ERP. The main functions of ERP systems // <http://erp.lanit.ru/erp.html>.
11. Zhi-Hua Hu, Zhao-Han Sheng (2014). A decision support system for public logistics information service management and optimization. Decision Support Systems - Elsevier, Vol. 59, (p.219-229).
12. Wrycza S. (ed.) (2010). Economic Informatics. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warsaw 2010, ISBN 978-83-208-1863-5, p. 352
13. Pensa S., Masala E., Arnone E., Rosa A. (2014). Planning local public transport: a visual support to decision-making. Procedia-Social and Behavioral Sciences - Elsevier, Vol. 111, (p. 596-603).

14. Taniguchi E., Thompson R.G., Yamada T. (2014). Recent Trends and Innovations in Modelling City Logistics. *Procedia-Social and Behavioral Sciences - Elsevier*, Vol.125, (p. 4-14).

Зарубежные и отечественные достижения в области IT-логистики: эффективность использования автоматизированных ERP-систем

В настоящее время разработка и распространение информационных технологий охватывают практически все сферы социально-экономической и производственно-экономической деятельности, включая образование, подготовку профессиональных специалистов по логистике и, без сомнения, логистику в целом, ее системы, цепочки поставок, структурные элементы, течение процессов трансформации. Это предполагает выявление и стандартизацию источников информации, средств ее обработки и передачи. Следовательно, в этой статье рассматривается ядро интегрированной информационной системы, которым является

модуль для автоматизированной обработки грузов и транспортных документов. В значительной степени это определяет эффективность всей интегрированной информационной системы, поскольку она максимально вовлечена в повседневные бизнес-операции. В этом и заключается актуальность исследуемой сферы.

Ключевые слова: транспортная логистика, информационная инфраструктура, программное обеспечение, автоматизированные системы, ERP-система.

Khakimova Shakhnoza Nuralievna

Assistant-teacher at the Department of Postal Technology, Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarezmi (TUIT)

Email: shahnozochka2016@mail.ru

Хакимова Шахноза Нуралиевна

Преподаватель-стажёр кафедры «Технология Почтовой связи», Ташкентский Университет Информационных Технологий имени Мухаммада ал-Хоразмий (ТУИТ)

Эл.почта: shahnozochka2016@mail.ru

UDC 621.39

Kholmonov Sh.Q., Bayjonova L.E., Ulashov.S.R

Principles of Creating Virtual Laboratories in Engineering Education

Abstract: This research is focused on understanding the role of virtual laboratories and physical laboratories, specifically in the context of the engineering discipline. It is important to emphasize that the research is not aimed at replacing physical laboratories as they form an essential part of the education of engineers, but rather to supplement them using virtual laboratories. In the literature, there are different perspectives on the implementations of virtual laboratories. Virtual laboratories can be effective for students, particularly those with limitations, either physical or time based, who may have difficulties accessing physical laboratories or scheduling laboratory time.

Key words: virtual laboratory, education of engineers, online laboratory, computer, internet, software.

Introduction. The Law "On Science and Scientific Activities" is aimed at ensuring freedom of scientific creativity and information. This was stated by the participants in the plenary meeting when considering the Law of the Republic of Uzbekistan "On science and scientific activity".

The law establishes the basic principles of the sphere of science and scientific activity, such as freedom of scientific creativity and information, efficiency and creative competition, interest and stimulation, objectivity of scientific expertise, non-harm to human life and human health, the environment.

The Law also provides for the main directions of the sphere of science and scientific activity, the powers of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan, the Ministry of Innovative Development of the Republic of Uzbekistan, the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, the powers of the higher education system, as well as subordinate scientific organizations of ministries, departments and organizations in the field of science and scientific activity, local government bodies.

In addition, the Law reveals the circle of subjects of scientific activity, their rights and obligations, the procedure for carrying out scientific activity in higher educational institutions. In particular, it is established that in higher educational institutions, along with the educational process, scientific activities are carried out and the teaching staff of these institutions are obliged to carry out scientific activities in relevant areas.

Norms are also fixed regarding priority areas for the development of science and technology, the state scientific program, the integration of science and education, production, and training with a scientific degree. It was emphasized that the adoption of the Law will contribute to ensuring effective interaction of all participants in scientific and scientific-technical activities, more complete regulation of legal, economic and organizational relations in the field of scientific activity, the settlement of relevant issues, as well as ensuring harmonization and uniform interpretation of concepts in the field of science. The law is approved by senators.

One of the priorities of the Republic of Uzbekistan is ongoing reforms in education. Improving the quality of education with new approaches and info-communication methods, which in turn will create competitive personnel in the labor market. At the present stage of development, Uzbekistan faces strategic tasks, among which the further development of the education system as the most important factor in the country's prosperity, sustainable economic growth, and employment. The new impetus for the radical improvement of the sphere, a radical revision of the content of training at the level of international standards was the Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan Sh.M. Mirziyoyev "On measures for the further development of the higher education system" dated April 20, 2017. At the same time, the Program for the Integrated Development of the Higher Education System for the period 2017-2021 was approved, which includes measures to strengthen and modernize

the material and technical base of universities, equipping them with modern educational and scientific laboratories and modern information and communication technologies [1,2]

Student surveys tend to indicate that most learners find a well-constructed remote lab (with a simple interface) useful and equivalent to that of a traditional lab. However, there are misgivings about the lack of hands-on experiments with instruments and equipment, as well as some conjecture regarding whether a remote lab can accurately reproduce the feeling of working in a standard lab [4]

A study has shown that remote labs encourage students to operate experimental equipment for a longer period of time than in a traditional lab, and learning outcomes appear to be improved.

The purpose of the task. In the distance learning form, the construction of laboratory workshops is fundamentally different from traditional ones. The student must have a laboratory at home. One of the new directions is the creation of automated virtual laboratories with remote access. Here the word "virtual" does not mean a demonstration of a model or simulation of an experiment, it only means that the control panel of the laboratory bench is replaced with computer visualization, that is, the instrument control knobs and indicators are "drawn" on the student's monitor screen, and the measuring equipment is real [5]

The need to create such virtual laboratories is due to the fact that engineering education involves the training of practitioners with skills in working with devices, as well as for experimental fixing of the material. Remote access laboratories are designed not only to duplicate the laboratory workshop of full-time training, but also to allow you to work with unique, expensive equipment, to put real experiments from anywhere in the world [6]

Unfortunately, the opinions of many teachers are reduced to the fact that in the education system it is advisable, wherever possible, to switch from laboratory use of real physical equipment to mathematical modeling, that is, to the use of virtual laboratories equipped with appropriate application software. This is because it is more cost-effective to equip the audience with computers than specific, usually expensive equipment. It is difficult to argue with this, but the paradox of the situation is that just the method of laboratories with remote access allows several students to work at once in one installation. In this case, the workplace is a computer with a network connection, which runs the corresponding software. In this case, the workplace is a computer with a network connection, which runs the corresponding software. On the screen, the student sees various indicators, instrument arrows, controls, and even the image of the studied system, obtained from a web camera. Here a dilemma arises: is it possible to consider the image on the computer display as "real" equipment and how does it differ from imitation? Is experiment with real equipment important for engineering education, or is it enough to study software

simulated systems? Moreover, sometimes the model provides much greater opportunities for maneuvering system parameters than real equipment, which is important for a comprehensive study of the subject.

How does the lab usually work? In an ordinary laboratory, the object under study is located in front of us, equipped with various measuring instruments. During the experiment, we can change the parameters of the studied system: twist the knobs, configure the measuring instruments, set a specific mode of operation, and so on. As a result of work, teachers and students have specific sensations of a certain mystery of presence in the laboratory, the ability to directly influence the course of work, the image of a real physical experiment is fixed in the mind. However, such a representation of experimental practice is rather a stereotype and takes place only in not many cases. The fact is that there are sciences and their majority, in which close contact between a person and the system under study is impossible. So, when working with substances harmful to human health, when studying distant objects or, for example, exploring the Earth from near space, the presence of the researcher near objects and measuring instruments is difficult. To solve such problems, and they were also solved in the pre-computer era, special equipment was created for remote control and the collection of experimental data. Commands in the form of electrical signals via wires were sent from control panels to the corresponding executing devices (manipulators), and data from measuring devices were output to control panels, which were subsequently replaced by computers. Radio communication was used to transmit commands and receive data from equipment installed on high-altitude balloons and artificial Earth satellites.

The situation has changed dramatically with the rapid development of the Internet. Communication channels between computers have become available, reliable and cheap. And, as a result, remote access to the studied object began to be used in pedagogical practice in the form of laboratories with remote access for engineering education. Now the test stand can be located within the walls of the educational institution, and the student with the help of pens, levers and indicators on the screen of a personal computer can fully perform experimental tasks. The difficulty causes a supposedly absent sensation of a physical experiment, and most teachers find this work akin to imitation. And, as a result, the emergence of a less resource-intensive alternative is the study of the subject with the help of modeling programs. But we must not forget that we are talking about the training of engineers, because the essence of engineering qualification is not only and not so much in the possession of formalized methods for solving engineering problems, but in developed intuition, the so-called engineering instinct, based on knowledge of the fundamental physical properties of technical objects and processes and the ability to deeply analyze these properties [6]

The possibility of several students working at the same laboratory stand at the same time can also be realized. In industry, there has long been a trend in manufacturing automation. The first step was to place the controls of the workshop equipment on a single control panel. The next step is to use a computer as a control element in the production, and its display has become a control panel. Thanks to the use of computers, there is no need for the operator to work directly in the workshop; it is enough to combine the operator's computers and the data collection and processing computers in a local network. The trend is that in the near future the operator will be able to work without leaving home, via the Internet.

There are new opportunities to learn not only from handling equipment but in interacting together in collaborative

ways on remote labs with students located from different locations. Students can learn not only from use of the lab tools but in interacting with each other with divergent perspectives and also in shared knowledge building. There are a number of different approaches to collaboration: students can collaborate in face-to-face groups on one location, individually in different locations or in groups in different locations [7]

It is reasonable to use similar principles when building virtual laboratories with remote access. The structural diagram of such a laboratory is as follows:

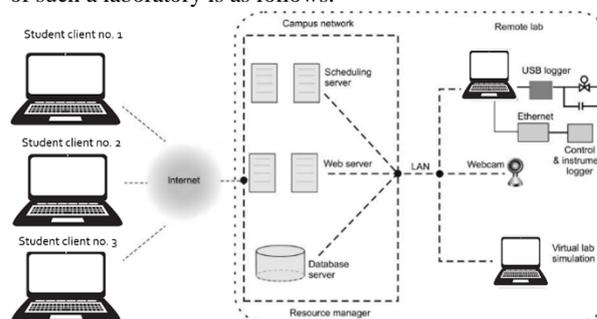


Fig. 1. Typical virtual laboratory system architecture there are essentially four main components to a remote laboratory

The main link in the system is a certain experimental setup (the device under study or the physical process). Information about the ongoing process enters the data acquisition and processing system using a set of sensors that convert the measured values into voltage. This system, as a rule, is a microprocessor that controls a multi-channel ADC.

The choice of interface is determined from considerations of speed on the amount of data transferred), the complexity of the technical and software implementations, and the cost of the necessary components.

Further data processing (their structuring, analysis, preparation for sending to the client) is performed by the software (software) of the server computer. Then, using the generally accepted Internet protocol for guaranteed delivery of TCP / IP, the data is transferred to a client computer, where they are displayed on a screen in a specially launched program in the form of indicators and graphs on virtual devices that look similar to real physical devices. In general, the user should be able to change the experimental conditions (or operating modes of the instrument under study). To do this, the user controls are located on the screen (regulators, switches, etc.). The client program monitors their change by the user and sends a corresponding request. The request is processed by the server software, and if the requirements are admissible, a corresponding command is sent to the control system.

The control system can be a set of DACs, any mechanical drives, switching keys, etc., due to which the parameters of the system under study are changed.

To develop such a system, it is necessary to solve the following tasks:

- goal setting of a virtual laboratory;
- interface selection;
- selection of microcontroller,
- sensors and, if necessary, control elements;
- development of data transfer protocol microcontroller;
- computer server;
- development of a data transfer protocol between the client and server.

Online labs are an important addition to online learning to provide easier access to the wider community, improved active learning and allowing for more learning via discovery through experimentation and associated trial and error, for example.

Remote labs are acknowledged as providing the affordable real world experience. It is possible that if the interest in remote labs grows dramatically, there will be a vibrant industry of provision of remote labs located throughout the world, perhaps brokered by private companies. There are already examples of low-cost remote labs available for rental in the IT training and certification area (e.g. configuration of routers). One suggestion is that distance learners using remote labs as opposed to attending compressed lab sessions intermittently on campus may be able to bond more closely when working on the web in an asynchronous community and thus to form a community of learners.

There are nevertheless some doubts about whether remote labs would ever be able to replace hands-on exercises in a real laboratory, but the hope is that in providing a holistic training experience, remote labs will be combined with virtual and the conventional face-to-face ones [4]

Rather than having a one-dimensional approach, ultimately, a blended approach with a combination of remote labs, simulations and classical labs is probably the optimum solution. For example, students could begin the lab work in a conventional lab and then continue the work after hours by accessing the same lab remotely.

It is likely that a mixed or hybrid approach of using remote labs as a supplement to the normal residential labs is the way to go for an undergraduate experience for someone who has not worked with the nitty-gritty of engineering in practice. Another area where remote labs have an unassailable advantage is in developing software for an expensive development tool for digital signal processing. Microprocessor development tools can change frequently and can be very expensive. At the end of the day, a remote lab is considerably better than watching a video of a lab if this is all that is available.

The hybrid approach offers an opportunity for an excellent learning experience. Initially, the basic theory is reviewed, then a simulator is used to illustrate the basic principles and the session is concluded with a hands-on real lab, but this approach should be restricted to students who have built up a solid degree of experience in working with real components and equipment (as opposed to those who have never worked in a real lab before).

One of the surprises with the growth of remote labs is the lack of connectedness to other online learning resources (such as a complete course with a series of remote labs forming an integral part).

Conclusion

Finally, in constructing remote labs one should not forget an outstanding interface and interactivity between the instruments and the web conferencing software and the instructors and learners. And naturally, as with the classroom-based training, the course materials and instruction should be of the highest quality.

A physical experiment allows you to organically link the practical and theoretical problems of technical courses into a single whole. The difficult economic situation in the country forced many educational laboratories to transfer to computer modeling, but today an alternative has appeared - multi-user laboratories with remote access. In my work, I did not try to prove the obvious - the incomparable advantages of training engineers on real equipment, I only raised the question of the appropriateness and acceptability of the transition from training programs to laboratories with remote access.

References

1. Mirziyoyev Sh.M. «O merax po dalneyshemu razvitiyu sistemi visshogo obrazovaniya». Tashkent. 2017. S. 1-5 (Mirziyoyev Sh.M. "On measures for the further development of the higher education system." Tashkent. 2017.S. 1-5).
2. Zakon Respubliki Uzbekistan «Ob obrazovanii». Tashkent. S. 1-4. (The Law of the Republic of Uzbekistan "On Education". Tashkent. S. 1-4.)
3. Asimopoulos N.D., Nathanail K.I., Mpatzakis V.I. (2007) A Network based Electrical Engineering Laboratory. International Journal on E- Learning.
4. Machotka J., Nedic Z., Nafalski A., Göl Ö. (2009). A Remote Laboratory for Collaborative Experiments. Proceedings of the 2009 Annual Conference & Exposition. Retrieved March 31, 2011 from asee.org through the links Papers and Publications and Conference Proceedings.
5. Aliane N., Pastor R., Mariscal G. (2012). Limitations of Remote Laboratories in Control Engineering Education. Proceedings of the International Journal of Online Engineering. Retrieved March 5, 2012 from <http://www.online-journals.org>
6. Pop D., Zutin D.G., Auer M.E., Henke K., Wuttke H.D. (2011). An Online Lab to Support a master Program in Remote Engineering. Proceedings of the 41st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. Retrieved August 10, 2011 from <http://fie-conference.org/fie2011/>.
7. Restivo M.T., Silva M.G., (2009). Portuguese Universities Sharing Remote Laboratories. Proceedings from the International Journal of Online Engineering, 5. Retrieved March 23, 2012 from <http://www.online-journals.org/index.php/i-joe/article/view/1090>

Kholmonov Shodiyor Karshiboyevich

Assistant at the Department of Electronics and Radio Engineering (E and RE) Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad Al-Khwarizmi (TUIT)

Email: shodiyor.x89@mail.ru

Bayjonova Ludmila Egamberdiyeva

Assistant at the Department of Electronics and Radio Engineering (E and RE) Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad Al-Khwarizmi (TUIT)

Email: bayjonova_l@bk.ru

Ulashov Sobir Rustamovich

Assistant at the Department of Electronics and Radio Engineering (E and RE) Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad Al-Khwarizmi (TUIT)

Email: ulashov.s@list.ru

Kholmonov Sh.Q., Bayjonova L.E., Ulashov. S.R

Принципы создания виртуальных лабораторий в инженерном образовании

Данная статья направлена на понимание роли виртуальных лабораторий и физических лабораторий, особенно в контексте инженерной дисциплины. Важно подчеркнуть, что исследование не направлено на замену физических лабораторий, поскольку они составляют важную часть обучения инженеров, а скорее на их дополнение виртуальными лабораториями. В литературе существуют различные перспективы реализации виртуальных лабораторий. Виртуальные лаборатории могут быть эффективными для студентов, особенно с физическими или временными ограничениями, которые могут испытывать трудности с доступом к физическим лабораториям или планированию лабораторного времени.

Ключевые слова: виртуальная лаборатория, обучение инженеров, онлайн лаборатория, компьютер, интернет, программное обеспечение.

УДК 53.082.52

Мамасодиқов Ю.

Механические и расчетные методы контроля технологических параметров кокона и их оценка

Приводится анализ и оценка существующих механические и расчетные методы контроля технологических параметров коконов при их первичной обработке. Изложены принцип действия, приборов для контроля толщины коконной оболочки и их жесткости. Приведены математические выражение для расчета выхода шелка-сырца, шелконосность и мощности оболочки кокона.

Ключевые слова. Кокон, технологический параметр, выход шелка-сырца, шелковой масса, степень разматываемость, шелконосность, жесткость оболочки, толщина оболочки, линейная плотность.

Введение. Разработка технических средств и автоматизация, определения технологических параметров, а также их сортировка является актуальной научно-технической проблемой, решение которой позволит обеспечить шелкоматальные фабрики качественным сырьем. Контроль качества шелкового сырья, на всех этапах его производства, является необходимым и обязательным, особенно на стадии первичной обработки коконов.

Повышение качества коконов в значительной мере предопределяет степень разматываемости шелковой массы их оболочек, выход шелка-сырца, производительность кокономатального оборудования и труда, и в конечном итоге повысит доходы шелководов и рентабельность отрасли. При существующей методике приемка от шелководов живых коконов по их общей массе и определении качества коконного сырья органолептическим по характеристике оболочки – трудно вести борьбу против сбора и сдачи коконов незрелых и низкого качества [1]

Для получения высокого выхода шелка-сырца и сохранения ритмичности технологического процесса коконы перед размоткой группируются в производственные партии с примерно одинаковыми технологическими параметрами, требующими одинакового режима варки и размотки [2-4]

Именно поэтому важна сортировка коконов, позволяющая обеспечить высокую производительность и минимальную неровноту нити.

Основная часть. Основным определяющим параметром технико-экономического показателя размотки коконов является выход шелка-сырца, т.е. процентное содержание шелка в коконе, годные для получения технической комплексной нити шелка-сырца. Выход шелка-сырца определяется после размотки коконов при оптимальных условиях режима обработки следующим выражением [3]:

$$\hat{A}_\phi = \frac{m_\phi}{m_k} 100\% \quad (1)$$

где: m_ϕ - масса шелка, разматанного с кокона массой m_k .

С целью осуществления сортировки кокона, проведены ряд исследований многими специалистами [2-6], установлено, что выход шелка-сырца обладает устойчивой линейной корреляционной связью с шелконосностью.

Шелконосность - это есть процентное содержание шелковой массы в коконе и отделяется выражением [2, 3,6]:

$$\phi = \frac{m_0}{m_k} 100\% \quad (2)$$

где: m_0 - масса оболочки; m_k - масса кокона.

Шелконосность по выражению (1.2) определяется путем вырезания оболочки и раздельным взвешиванием

кокона и оболочки.

Несмотря на существование многочисленных способов, и устройств для определения шелконосности без вырезания оболочки [7-13,26,27], на практике применяются в основном три типа устройств.

Первый тип устройств основан на определении веса оболочки электроемкостным методом [3] При этом вес оболочки определяется расчетным путем по выражению:

$$m_0 = m_\epsilon - m_{\epsilon\phi\epsilon} \quad (3)$$

где: $m_{\text{кук}}$ - вес куколки определяемый по градуировочной кривой $C = f(m_{\epsilon\phi\epsilon})$.

Второй тип устройств основан на измерении объема кокона монометрическим методом с последующим расчетом веса оболочки кокона выражением [13]

$$m_0 = \frac{m_\epsilon - V \gamma_{\epsilon\phi\epsilon}}{1 - \frac{\gamma_{\epsilon\phi\epsilon}}{\gamma_{\text{ш}}}} \quad (1.4)$$

где: $\gamma_{\epsilon\phi\epsilon}$ - удельный вес куколки; $\gamma_{\text{ш}}$ - удельный вес оболочки; V - объем кокона.

Третий тип устройств основан на измерении объема кокона. При этом кокон укладывается на цилиндрическую емкость установленную на вибростенде и через некоторое время (порядка 1 минуты) измеряется высота заполнения, а шелконосность определяется выражением [3]

$$\phi = \frac{k_0 V}{m_\epsilon} \quad (1.5)$$

или

$$\phi = k_1 \frac{h}{m_\epsilon} \quad (1.6)$$

где: k_0 - коэффициент пропорциональности отношения объема к массе коконов в образце; k_1 - величина k_0 с учетом площади сечения цилиндрической емкости;

h - высота заполнения цилиндрической емкости коконами образца массой m_k

Таким образом определение шелконосности всеми существующими методами и средствами осуществляется в конечном результате расчетным методом, что затрудняет автоматизацию сортировки коконов по данным параметрам.

С этой целью многими исследователями были исследованы зависимости между выходом шелка-сырца, шелконосности с другими технологическими параметрами оболочки, как диаметр, толщина, жесткость и мощность [2,3,5,6,14-16]

Зависимость шелконости от средне наибольшего диаметра коконов для тетрагибрида №3 по данным [2],

<i>d</i> , мм	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
<i>Ш</i> , %	43,6	45,3	46,2	45,9	49,5	51,2	49	48,1	51,1	51,3	52

Из таблицы 1 видно, что зависимость между средне наибольшим диаметром и шелконостью не стабильна.

Надо отметить, что с физической точки зрения, устойчивая зависимость между шелконостью и средне наибольшим диаметром кокона сохраняется только при постоянстве толщины оболочки. Аналогично при постоянстве средне наибольшего диаметра, шелконость имеет

приведено в таблице 1.

устойчивую зависимость с толщиной оболочки, т.к. при этом, чем больше толщина оболочки, тем больше его масса в коконе.

Зависимость, мощности, толщины оболочки, выхода шелка-сырца, линейной плотности и длины коконной нити от жесткости оболочки кокона по данным [2], приведена в таблице 2.

Таблица 2

Жесткость-деформация оболочки кокона, мм, при сжатии с силой 23,5 Н	Мощность оболочки мг/мм ²	Толщина оболочки мм	Коконная нить длина, мм		Линейная плотность, Текс.	Выход шелка-сырца %
			Общая	Непрерывно разм-ся		
1	2	3	4	5	6	7
До 1.25	0.18±0.005	0.5±0.2	893	643	342	35.4
1.3÷2.25	0.15±0.006	0.437±0.02	748	622	620	31.92
2.3÷3.25	0.14±0,0050.14±0.007	0.411±0.02	669	523	308	30.47
Выше 3.25		0.391±0.02	928	403	270	25.98

Институт электроники им. У.А. Арифова предлагает способ определения толщины оболочки без его вырезания [17], который основан на сжатии верхнего полушария до соприкосновения противоположных стенок с определенными усилиями, после чего измеряют двойную толщину оболочки с помощью толщиномера.

Несмотря на простоту измерения, данный способ определения толщины оболочки (рис.1) не нашел широкого применения для автоматизации сортировки кокона, из-за высокой погрешности и значительного разрушения структуры оболочки во время измерения.

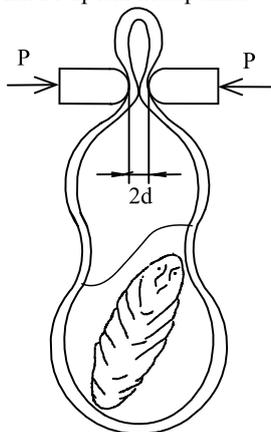


Рис.1. Способ определения толщины оболочки без его вырезания.

Параметром, пропорциональным толщине оболочки, является его жесткость.

Жесткость - это сопротивление оболочки деформирующим усилиям, выраженное деформацией оболочки в мм, и определяется выражением [3]:

$$\varepsilon = \frac{R \cdot P}{4El^2} \quad (1.7)$$

где: *R*- радиус полушария коконов в мм; *P* - сжимающая сила, *H*; *E* - модуль упругости первого ряда; *l* - толщина оболочки, в мм.

Из выражения (1.7) видно, что деформация оболочки

обратно пропорциональна к его толщине, т.е. чем больше толщина, тем больше жесткость.

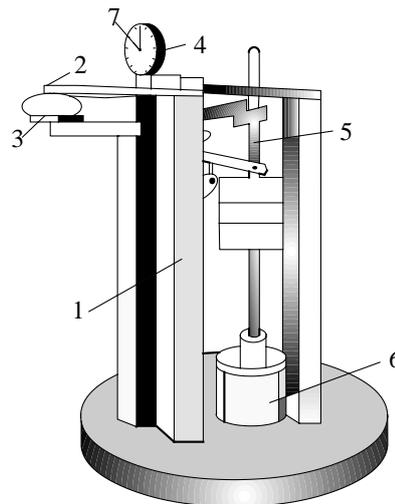


Рис.2. Конструкция кокономера ВК

Многочисленными исследователями установлено, что жесткость оболочки является наиболее характеризующим технологическим параметром [5,18] Для определения жесткости оболочки инструментальным методом был разработан прибор - кокономер ВК (рис. 2), который работает следующим образом [2]

Исследуемый кокон I, вручную закладывается между площадками 2 и 3. После этого индикатор 4 ставят в нулевое положение. Затем воздействием на нижнюю подвижную площадку 3, связанную посредством рычага 5 с грузом 6 кокон прижимается к верхней площадке 2. По отклонению стрелки 7 индикатора 4 определяется деформация оболочки. Быстродействием данного прибора по [2] составляет 375 коконов в час.

Прибор ВК из-за требования ручного труда не нашел широкого применения в производстве.

В работе [12] предложено устройство для определения шелконости коконов (рис. 3). Устройство работает

следующим образом: Контролируемый кокон из бункера I с помощью ковшового элеватора 2, желоба 3 с тензодатчиком 5, подается на транспортер 4. Планка 6 предотвращает отбрасывание кокона с транспортера. Далее кокон с помощью роликов 7 через зону обнаружения, состоящей из источника света 8 и фотоприемника 9 подается в зону контроля, которая содержит ударочувствительный элемент 14, толкатель 13, триггер 10, линию задержки II и формирователь импульсов 12. В момент прохождения контролируемого кокона через зону контроля происходит легкий удар по кокону толкателем электромагнита и последний ударяется по ударочувствительному элементу 14. Сигнал пропорциональный массе оболочки кокона проходит через усилитель 15 и подается на первый вход операционного усилителя 16, а на второй вход сигнал поступает через линию задержки 17 от тензодатчика 5, амплитуда которого пропорциональна массе кокона. Сигнал с выхода операционного усилителя через блок обработки, состоящего из порогового устройства 22, электронного ключа 18, аналогоцифрового преобразователя 19 и дешифратора 20, подается на цифровой индикатор 21.

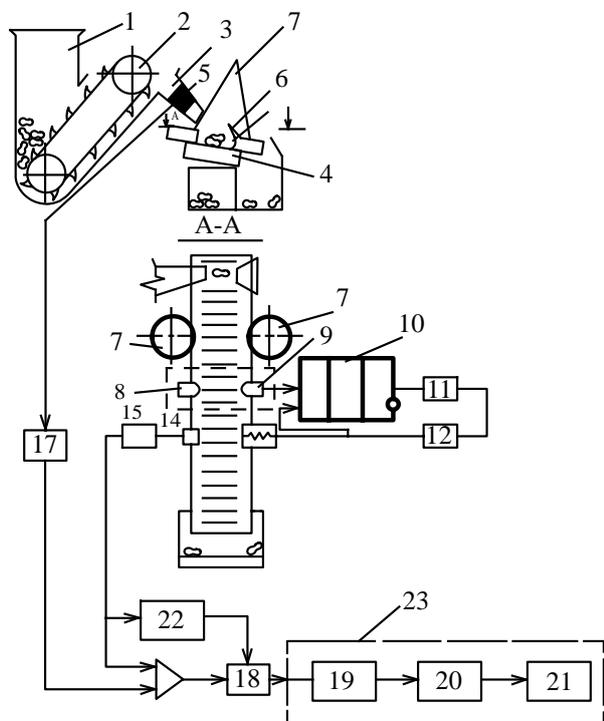


Рис.3. Устройство для определения шелконости коконов.

При этом шелконость определяется выражением:

$$\phi = \frac{U_0}{U_k} 100\% \quad (1.8)$$

где: U_0 - напряжение, пропорциональное массе оболочки кокона;

U_k - напряжение, пропорциональное массе кокона. Недостатком данного устройства является низкая точность из-за влияния на результат контроля таких неинформативных параметров как влажность и запыленность оболочки кокона.

Кроме того, в процессе контроля из-за механического удара по кокону происходит разрушение структуры оболочки в результате которого уменьшается длина непрерывно разматываемой коконной нити.

Впервые в 1949 году удалось создать сотрудниками

УзНИИШП (ныне ЦНИИППНШ) устройство для сортировки коконов по жесткости оболочки [19]

В течении многих лет учеными страны разработаны ряд модификаций автомата для сортировки коконов по жесткости [19-24] Общий вид одного из последних модификаций, разработанного сотрудниками ЦНИИППНШ, автомата для сортировки коконов по жесткости оболочки, приведен на рис.4 [18]

Устройство работает следующим образом. Сортируемые коконы из бункера 6, через механизм поштучной подачи 2, поступают на транспортирующее устройство 3, через которое коконы поступают на устройство для измерения жесткости 4, с выхода последнего соответствующий сигнал подается на распределительный механизм 5, с помощью которого разделяются коконы по жесткости.

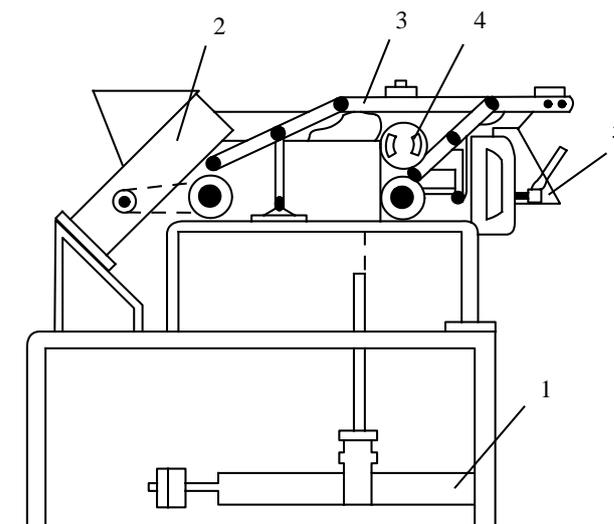


Рис.4. Автомат для сортировки коконов по жесткости АЖ-1.

Таким образом, в основе вышеперечисленных методов и устройств для определения жесткости оболочек лежит принцип измерения деформации при воздействии с определенной силой на оболочку. В результате этого воздействия, структуры оболочки значительно повреждаются, что приводит к снижению выхода шелка-сырца, а также к уменьшению длины непрерывно разматываемой нити на 9,5% ÷ 10% и естественно нарушается ритмичность процесса размотки [25]

Надо отметить, что с физической точки зрения, жесткость оболочки зависит не только от его толщины или массы, но и от размера, а также от влажности оболочки, что приводит к увеличению погрешности измерения.

Анализ вышеперечисленных методов и устройств показывает, что шелконость не может быть оценена жесткостью оболочки с высокой точностью. Более точными параметрами шелконости, выхода шелка-сырца и длины непрерывно разматываемости кокона, является мощность оболочки, которая определяется выражением [2,3]

$$M = \frac{m_0}{S_l} \quad (1.9)$$

где: S_l - площадь оболочки.

Из выражения (1.9) видно, что мощность - это есть масса оболочки приходящаяся на единицу площади поверхности и по физическому смыслу отражает поверхностную плотность. Мощность оболочки на практике определяется только в лабораторных условиях взвешиванием диска диаметром 5-7 мм, отрезанного от оболочки кокона.

Выводы. Проведён анализ механических и расчетные методы контроля технологических параметров кокона который позволили установить:

- наиболее высокую корреляционную связь между мощностью оболочки кокона и шелкоистостью.
- мощность оболочки на практике определяется только в лабораторных условиях взвешиванием диска диаметром 5-7 мм, отрезанного от оболочки кокона.
- для определения шелкоистости без вырезания оболочки на практике применяются в основном электроёмкостные методы, измерении объема кокона монометрическим методом с последующим расчетом веса оболочки кокона.
- определение шелкоистости всеми существующими методами и средствами осуществляется в конечном результате расчетным методом.

Литература

- [1] Ахмедов Н.А. и др. Основы шелководство. Ташкент: Фан, 2008. 274 с.
- [2] Рубинов Э.Б. Технология шелка. -М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981 - 392 с.
- [3] Справочник. Шелкосырье и кокономотание./Рубинов Э.Б., Мухамедов М.М., Осипова Л.Х., Бурнашев И.З. - 2-е изд. перераб. и доп. -М.: Легкопромбытгиздат, 1986, -312 с.
- [4] Фазилов Н.Ф. Автоматизация технологических процессов. Ташкент, 1985 - 208 с.
- [5] Разработка и изготовление экспериментальных образцов оборудования Для сортировки коконов по жесткости (плотности), дефектности и деформации оболочек. /НИР №01890034187, ЦНИИППНШ, 1989.
- [6] Рубинов Э.Б., Усенко В.А., Ибрагимов С.С. Учение о шелке и кокономотании. -М.: Легкая индустрия. 1966 - 366 с.
- [7] А.С. №392178 (СССР). Устройство для определения шелкоистости кокона. - Оpubл. в 1973; Бюл. №32.
- [8] А.С. №461172 (СССР). Устройство для определения шелкоистости коконов. - Оpubл. в 1975; Бюл. №7.
- [9] А.С. №711189 (СССР). Способ определения шелкоистости коконов. /Азимов С.А., Бурханов Ш.Д., Кузьмин С.В. (СССР). - Оpubл. в 1980; Бюл. №3.
- [10] А.С. №718505 (СССР). Способ оценки шелкоистости коконов. /Азимов С.А. Бурханов Ш.Д., Коропова Л.А., Салихов Т.П. (СССР)- Оpubл. в 1980; Бюл. №8.
- [11] А.С. №825689 (СССР). Способ оценки шелкоистости коконов. /Азимов С.А., Бурханов Ш.Д. и др. (СССР). - Оpubл. в 1981; Бюл. №16.
- [12] А.С. №1358876 (СССР). Устройство для определения шелкоистости коконов. /Аюпов Л.Ф., Шермухамедов А.Т. и Нигматходжаев С.С. (СССР). - Оpubл. 15.12.87; Бол. №46.
- [13] Афанасьев Г.А. Определение веса оболочек сырых коконов монометрическим методом. /Шелк, 1964, №2, с.17-19.
- [14] Зыкова В.Ф., Рубинов Э.Б., Хаитов Б.Я. Исследование влияния калибра, жесткости и дефектности коконов на показатели их размотки, дефектность и чистоту шелка-сырца. /Шелк, Ташкент, 1976, №3 с.28-30.
- [15] Зыкова В.Ф., Рубинов Э.Б., Хаимов Б.Я. и др. Исследование многофакторной зависимости признаков коконов. /Шелк, Ташкент, 1977 -№2, с.20-22.
- [16] Ниязалиев М., Никитин И.В., Азизова Л.И. Елияние некоторых качественных признаков сырья на выход шелка-сырца. -/Шелк, Ташкент, 1979, №3 с.13-14.
- [17] А.С. №771203 (СССР). Способ определения толщины оболочки кокона. /Саидов М.С. (СССР). - Оpubл. в 1980; Бюл. №38.
- [18] Доработка экспериментальных образцов устройств одиночной подачи коконов и автомата сортировки коконов по жесткости./НИР №75012103, ЦНИИППНШ, 1978.
- [19] А.С. №84608 (СССР). Машина для сортировки коконов / М.В. Голиков, Э.Б. Рубинов (СССР) - Оpubл. в 1967; Бюл. №3.
- [20] А.С. №127930 (СССР). Устройство для автоматической подачи коконов на сортировочную позицию /В.В.Гургенидзе, З.П.Гумбаридзе, С.Р.Авалишвили (СССР) - Оpubл. в 1960; Бол. №8.
- [21] А.С. №131651. Устройство сортировки калиброванных коконов по степени жесткости их оболочек. /Д.И.Рашцкий и А.И.Бузюк - (СССР) Оpubл. в 1960.
- [22] А.С. №169353 (СССР). Автомат для сортировки коконов по жесткости их оболочек. /Гумбаридзе З.П. и др.(СССР).- Оpubл. в 1965; Вол. №6.
- [23] Гургенидзе В.В. Автоматизация сортировки коконов; /Шелк, 1965, №3, с.34-36.
- [24] Ли Е.П., Ниязалиев М.Н., Абдуллаев А.А. и др. Автомат для сортировки коконов по жесткости оболочек./Шелк, Ташкент, 1988, №6 с.14-15.
- [25] Мухамедов М.М., Коломонова Н.Б. Поврежденность оболочек коконов при подготовке к размотке./Шелк, Ташкент, 1986, №2, с.16-18.
- [26] Мирсаатов Р.М., Бурханов Ш.Д., Кадилов Б.Х. Способ определения шелкоистости живых коконов без их взрезки /Достижения науки и образования, Москва, 2017, № 5, с. 6-9. Режим доступа: <https://scientific-text.ru/images/PDF/2017/DNO-5-18/DNO-5-18.pdf>
- [27] Мирсаатов Р.М., Очилов О., Абдуллаев Ж.Э., Кенжаев А.А. Устройство для определения шелкоистости коконов без их взрезки./European science № 6 (48)

Мамасадиков Юсупжон – канд. техн. наук, доцент кафедры «Электроника и приборостроение» Ферганского политехнического института.

Yu. Mamasodikov

Mechanical and computational methods for monitoring the technological parameters of the cocoon and their assessment

The analysis and evaluation of existing mechanical and computational methods for controlling the technological parameters of cocoons during their initial processing is given. The principle of action, instruments for controlling the thickness of the cocoon shell and their stiffness are described. The mathematical expression for calculating the yield of raw silk, silkiness and thickness of the cocoon shell are given.

Keywords. Cocoon, technological parameter, raw silk yield, silk mass, degree of unwinding, silkiness, shell stiffness, shell thickness, linear density.

УДК 621.398:007(075)

Сиддиков И.Х., Абдумаликов А.А., Анарбаев М.А.

Назорат ва бошқарув датчигининг ишончлилиги ва иш ҳолати кўрсаткичларини тадқиқ этиш

Ушбу мақолада электр энергия таъминоти тармоқлари тоқларининг назорати ва бошқарувида қўлланилувчи ва у тоқлар ҳосил қилган магнит оқимларининг ўзаро таъсирини эътиборга олган ҳолда иккиламчи кучланиш кўринишидаги сигналга ўзгартириш кенгайтирилган функционал имкониятли датчикларининг тузилиш асослари, назорат ва бошқариш қурилмаларини меёрланган сигнал билан таъминловчи бирламчи датчикнинг иш ҳолати эҳтимоллиги тавсифлари тадқиқи натижалари келтирилган. Кенгайтирилган функционал имкониятли датчиклар қисмлари ишончлиликлари ва иш ҳолатларининг эҳтимолликларини ҳисобга олувчи моделлар асосида олиб борилган тадқиқотлар натижалари кўрсатдики, ушбу иш муаллифлари томонидан яратилган электр таъминоти тизими электр тармоқлари бирламчи ўзгарувчан тоқларини назорат ва бошқаруви датчикларининг иш ҳолатини умумий эҳтимоллиги кўрсаткичлари яратилган моделлар асосида тегишли аниқликда ҳисобланади.

Калит сўзлар: электр энергия, тоқлар, датчик, кенгайтирилган функционал имконият, назорат, бошқариш, кучланиш, сигнал, магнит оқим, ўзгартириш қисми, эҳтимоллик, модель, ишонччилик кўрсаткичлари, иш ҳолати.

КИРИШ

Маълумки, электр энергия таъминоти тизимлари (ЭТТ) тармоқларидан оқаётган бирламчи тоқларни назорат ва бошқариш элементлари ва тизимлари назорат ва бошқарувнинг датчиклари ишончлилиги ва иш ҳолати кенг маънодаги терминология бўлиб, улардан ҳозирда мавжуд бўлган электр катталик ва параметрларни назорат ва бошқарув жараёнларини амалга оширишда кенг қўлланилиб келинади.

ЭТТларда назорат ва бошқарувнинг кенгайтирилган функционал имкониятли датчиги оддий бирламчи сигнал ўзгартиришлардан тортиб мураккаб мантикий амалларни бажариш жараёнларигача кенг қўлланилади. Энг биринчи навбатда мисол сифатида бирламчи сигналларни - ахборотларни қабул қилиш, узатиш элемент ва қурилмаларини келтириш мумкин.

Назорат ва бошқарувнинг кенгайтирилган функционал имкониятли датчигида ЭТТ бирламчи тармоғи тоқлари кўринишидаги электр катталик иккиламчи кучланиш кўринишидаги сигналга ўзгартирилиб, бир жойдан иккинчи жойга узатилишга мослаштирилади. Датчик томонидан сигнал қабул қилиш жараёнида бирламчи сигнал қабули қилиниб, қайта ишлаш учун керакли формага - меёрга келтирилади. ЭТТ тармоқларида бирламчи тоқларни узатиш жараёнларини назорат ҳамда бошқариш қурилма ва тизимларида назорат ва бошқариш жараёни боришидаги электр ва бошқа катталик ва параметрларни ўзгариши тўғрисида сигналларни қайта ишлаб, зарурий бошқариш ҳулосасини ишлаб чиқаради ва реал вақт тизимида бажариш механизмига узатилади.

Кенгайтирилган функционал имкониятли бирламчи датчиклар реал вақт тизимларида назорат қилинувчи ёки бошқарилувчи бирламчи тоқлар тўғрисида иккиламчи кучланиш - сигнал кўринишида ахборотни кейинги қайта ишлаш қурилмаларига узатади.

Кенгайтирилган функционал имкониятли датчикдан сигнал олиш икки турда бўлиши мумкин:

- пассив;
- актив.

Биринчи усулдаги кенгайтирилган функционал имкониятли датчикдан иккиламчи сигнални қайта ишлаш қурилмасига аниқ ўлчамли меёрланган (20 В. Ва 0,1 А) сигнал етказилади.

Кенгайтирилган функционал имкониятли датчикда бирламчи катталикни ўзгаришига қараб сигнал олинади. Иккинчи усулда кенгайтирилган функционал имкониятли датчик иккиламчи қайта ишлаш электрон қурилмага ЭТТ катталик ва параметрлари тўғрисида сигнални етказилади.

Кенгайтирилган функционал имкониятли датчик иккиламчи қурилмадан сигнал олмайди.

Назорат ва бошқарувнинг кенгайтирилган функционал имкониятли датчиги қўлланилган реал вақт тизимларида сигналларни қабул қилишда иккиламчи қурилма кенгайтирилган функционал имкониятли датчигини актив ёки пассив сигнал билан таъминлашнинг кўрсатилиши лозим бўлади.

ЭТТда электр ток каби катталикларни назорат ва бошқариш тизимларини ташкил этишда бирламчи датчиклардан ахборот йигилиб, ҳисоблаш комплексига қайта ишланиб бажариш механизмига узатилади.

Агар ахборотларни қабул қилиш ва уларни қайта ишлашда вақт эътиборга олинмаса, электр катталик ва параметрни ўзгариши тўғрисидаги жараёни назорат ва бошқариш тизимини ташкил этиб бўлмайди.

Кенгайтирилган функционал имкониятли датчикдан олинаётган иккиламчи кучланиш кўринишидаги сигналлар асосан иккиламчи кучланиш кўринишидаги электр сигналлари шаклида бўлади ва уларнинг меёрланганлиги бирламчи катталик ва параметрлар билан изоҳланади.

ЭТТ тармоқларидан оқаётган бирламчи тоқларни назорат ва бошқарувида иккиламчи кучланиш кўринишидаги сигнални таъминловчи кенгайтирилган функционал имкониятли датчикнинг ишончли ишлаш ва иш ҳолати эҳтимоллиги тавсифлари иккиламчи кучланиш кўринишидаги сигнални ҳосил қилиш элементларини ишлаш ва ишдан чиқиш ҳолатларини тадқиқлар асосида

а
м ЭТТ электр тармоқларидан оқаётган бирламчи тоқларни назорат ва бошқарувнинг кенгайтирилган функционал имкониятли датчигининг ишончли ишлаши ва иш ҳолати эҳтимолликлари тадқиқида I_{Σ} - бирламчи кириш тоқлар асосида U_{Σ} – иккиламчи чиқиш кучланишларининг ҳосил қилишда иштирок этувчи ток ўтказгичлар, магнит ўзак, сезиш элементлари ўрамлари сони - w_{Σ} , датчик қисмларининг ишлаши мумкин бўлган ҳолати эҳтимоллиги

к
ў
ЭТТ электр тармоқларидан оқаётган I_A , I_B ва I_C – бирламчи тоқларни иккиламчи кучланишга ўзгартириш кенгайтирилган функционал имкониятли датчигининг асосий сигнал ўзгартириш қисмлари 1-расмда келтирилган

д
к
Кенгайтирилган функционал имкониятли датчик доирасимон магнит ўтказгич - ўзак 1, бир бирларидан 120⁰ бурчак фарқи билан жойлаштирилган 2, 3, 4 С–симон лешиклар ва уларнинг марказидан ўтувчи, магнит қисм ва яво ораликда магнит оқим ҳосил қилувчи 5 (А фаза), 6 (В

р

и

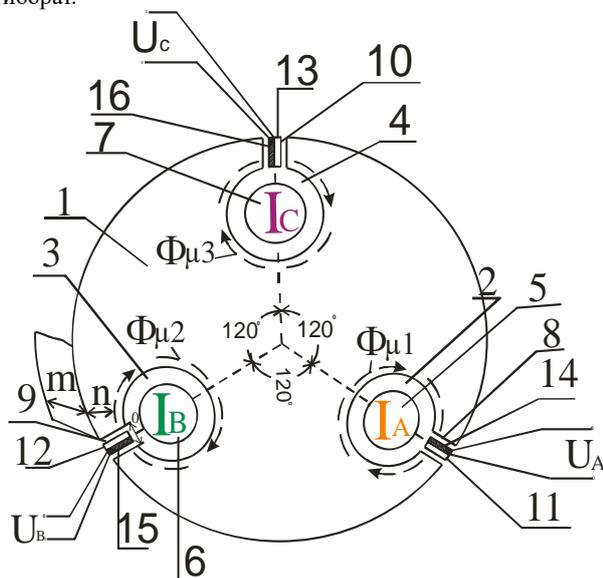
н

и

х

и

фаза) ва 7 (С фаза) ток ўтказгичлар иборат бўлиб, бунда магнит ўтказгичдан ЭТТ тармоқлари фазаларига тўғри келадиган, С–симон тешик тирқишлари - ҳаво оралиқлари 8, 9, 10 дан, уларда жойлаштирилган изоляцияланган пластинкалари 11, 12, 13 ва сезиш қисмлари 14, 15, 16 дан иборат.



1-расм. ЭТТ тармоқларидан оқаётган I_A , I_B ва I_C – бирламчи тоқларини иккиламчи кучланишга ўзгартириш кенгайтирилган функционал имкониятли датчигининг асосий ўзгартириш қисмлари.

ЭТТ тармоқлари тоқлари назорат ва бошқаруви назорат ва бошқарувнинг кенгайтирилган функционал имкониятли датчигининг ишлаш тамойили куйидагича:

ЭТТ тармоғи ток ўтказгичлари - кенгайтирилган функционал имкониятли датчигининг бирламчи чулғамлари 5 (А фаза), 6 (В фаза), ва 7 (С фаза) яъни кўзгатиш чулғамларидан ток оқиб ўтганда айлана шаклида ҳосил қилинган тешиклар ва ҳаво оралиқда магнит оқимлари $\Phi_{\mu A}$, $\Phi_{\mu B}$ ва $\Phi_{\mu C}$ ҳосил бўлади ва улар С-симон тешик тирқишларида ўрнатилган сезиш элементларини - 14, 15, 16 ларни кесиб ўтади.

Ҳар бир ЭТТ тармоғи фазасидан оқиб ўтаётган бирламчи тоқлар куйидагича ифодаланувчи магнит оқимларни ҳосил қилади:

$$\Phi_{\mu A} = (I_A W_{n1}) / R_{\mu 1}, \tag{1}$$

$$\Phi_{\mu B} = (I_B W_{n2}) / R_{\mu 2}, \tag{2}$$

$$\Phi_{\mu C} = (I_C W_{n3}) / R_{\mu 3}, \tag{3}$$

бу ерда: I_A, I_B, I_C , – ЭТТ электр тармоқлари фазалари - назорат ва бошқарувнинг кенгайтирилган функционал имкониятли датчигининг бирламчи чулғамларидан ўтаётган тоқлар;

W_{n1}, W_{n2}, W_{n3} , – бирламчи чулғамлар сони, (ушбу назорат ва бошқарувнинг кенгайтирилган функционал имкониятли датчигининг тузилишида

$W_{n1} = W_{n2} = W_{n3} = 1-5$ ўрамли сони, яъни ҳар бир тешиқдаги бирламчи чулғамлар ўрамли сони бирга тенг, яъни ҳар бир тешиқда биттадан бештагача бирламчи ток ўтказгич – датчик кўзгатиш чулғами жойлашади);

$R_{\mu 1} = R_{\mu 2} = R_{\mu 3}$ – мос равишда умумий асосга эга бўлган магнит ўзакнинг ва С-симон тешик ҳаво оралиғининг ҳамда қўшимча ўзакнинг умумий магнит қаршилиги, улар $\Phi_{\mu A}, \Phi_{\mu B}, \Phi_{\mu C}$ магнит оқимлари кесиб ўтадиган йўлда жойлашган.

Магнит оқимлар ҳаво оралиқлари қаршилиқлари куйидагича аниқланади:

$$R_{\mu 1} = R_{\mu} \text{ ўзак} + R_{\mu} \text{ ҳаво}, R_{\mu} \text{ ўзак} = L_{\mu} \text{ ўзак} / (\mu \times F), R_{\mu} \text{ ҳаво} = \delta / (\mu_0 \times F),$$

бу ерда: R_{μ} ўзак–магнит ўзакнинг қаршилиги;

L_{μ} ўзак–магнит ўзакнинг актив қисми (магнит оқими оқиб ўтувчи қисми) узунлиги;

L_{μ} ҳаво–С-симон тешик ҳаво тирқиши узунлиги, (магнит оқимлари Φ_{μ} кесиб ўтадиган қисми);

μ - магнит ўзакнинг магнит ўтказувчанлиги;

μ_0 - ҳавонинг магнит ўтказувчанлиги (атроф муҳитнинг);

R_{μ} ҳаво–С – симон тешик очик - ҳаво оралиғининг магнит қаршилиги,

δ - магнит ўзак С – симон ҳаво тирқиши оралиғи геометрик ўлчами.

АСОСИЙ ҚИСМ

ЭТТ электр тармоқлари тоқлари назорат ва бошқарувининг кенгайтирилган функционал имкониятли датчигининг ишончлилиги ва иш ҳолатда бўлиш эҳтимоли кўрсаткичлари электр энергия билан таъминлаш тизимининг асосий тавсифлардан бўлиб, у назорат қилинаётган ва бошқарилаётган электр энергия ва қувват қурилмаларининг ишончли ишлаши кўрсаткичлари, техник ва иқтисодий кўрсаткичлари ва иш қобилиятларининг белгиловчи факторларидан ҳисобланади.

Назорат ва бошқарувнинг назорат ва бошқарувнинг кенгайтирилган функционал имкониятли датчигининг умумий ишончлилиги кўрсаткичларини ҳисоблаш алгоритми маълум ташкил этувчилардан иборат бўлиб, улар датчигининг алоҳида қисмларини ишончлилиги кўрсаткичлари бўлган механик кўрсаткичларга боғлиқ - $P_{\text{механик}}$, ўзгартириш элементлари кўрсаткичларига боғлиқ - $P_{\text{элементи}}$ ва метрологик кўрсаткичларига боғлиқ - $P_{\text{метрологик}}$ ишончлилиги кўрсаткичлари асосида куйидагича аниқланади [6,9]:

$$P_{\text{умумий}} = P_{\text{механик}} \times P_{\text{элементи}} \times P_{\text{метрологик}} \tag{4}$$

Назорат ва бошқарув кенгайтирилган функционал имкониятли датчигининг умумий ишончлилиги кўрсаткичларини ҳисоблашда вақт бўйича қийматларини ўзгартирувчи датчик қисмларининг шикастланиши билан боғлиқ - $P_{\text{шикастланиши}}(t)$, датчик қисмлари параметрлари

билан боғлиқ - $P_{\text{параметрик}}(t)$ ва назорат ва бошқарув датчигининг ўзгарувчи катталиқлари билан боғлиқ - $P_{\text{ўзгарувчи}}(t)$ факторлар ҳисобга олинади:

$$P(t) = P_{\text{шикастланиши}}(t) \times P_{\text{параметрик}}(t) \times P_{\text{ўзгарувчи}}(t)$$

Датчикларнинг умумий ишончилиги параметрик ва ўзгарувчан факторларда ўзгартгичнинг узлуксиз ишлаш эҳтимоли

$$P_{\text{параметрик}}(t) = 0,99 \text{ ва } P_{\text{ўзгарувчи}}(t) = 0,99$$

га тенг қилиб қабул қилинган бўлиб[5] , бунда датчикнинг шикастланиш билан боғлиқ факторларининг эҳтимолиги ўзгариш қонуни вақтга боғлиқ эмас ва датчикхар бир қисмининг ишончилиги кўрсаткичлари турлича бўлиши мумкин [5,7]

ЭТТ тармоқлари бирламчи тоқларини иккиламчи кучланиш кўринишидаги сигналга ўзгартириш датчигининг ишлаш тамойилини таҳлили асосида тадқиқ этилаётган датчик ўзгартириш қисмларининг ишончилигини аниқлаш имкон берувчи ва ташкил этувчиларининг мумкин бўлган ҳолатлари жадвали ишлаб чиқилган (1-жадвал). 1-жадвал маълумотлари асосида ҳулоса қилиш мумкинки, назорат ва бошқарув датчигининг сезиш қисмининг мумкин бўлган ишончли ишлаш ҳолати

датчикнинг умумий ишончли ишлаш ҳолатини белгиловчи факторларидан ҳисобланади. ЭТТ тармоқларининг тоқларини иккиламчи кучланишга ўзгартириш датчигининг асосий ўзгартириш қисмларини (тармоқ ток ўтказгичи – ўзгарткич бирламчи чулғами, магнит ўзгартириш қисми ва сезиш қисми) иш ҳолатда бўлиш эҳтимолиги мос равишда қуйидагича қабул қилинган [5,8]:

$$P_{\text{ўзгарткич бирламчи чулғами}} = 0,99;$$

$$P_{\text{магнит ўзгартириш қисми}} = 0,99;$$

$$P_{\text{сезиш қисми}} = 0,99.$$

Назорат ва бошқарув датчиклари қисмларининг иш ҳолатлари кўрсаткичларини умумлаштириб, 1– жадвалда келтирилган тадқиқот моделлар асосида датчикнинг иш қобилияти эҳтимолиги ҳисобланади.

1 - жадвал

Назорат ва бошқарув датчиги қисмларининг ишчи ҳолати эҳтимолиги

Датчик қисми ҳолати	Датчик қисми ишчи ҳолати эҳтимолигини ҳисоблаш модели	Датчик ўзгартириш қисмлари ва уларнинг ҳолатлари	Ҳисоблаш натижалари
C ₁	$P_1 P_2 P_3$	1- тармоқ ток ўтказгичи – ўзгарткич бирламчи чулғами - кўзғатиш қисми, 2- магнит ўзгартириш қисми, 3- сезиш қисми	0,970299
C ₂	$P_1 P_2 (1 - P_3)$	сезиш қисми ишдан чиққан ҳолат.	0,009801
C ₃	$P_1 P_3 (1 - P_2)$	магнит ўзгартириш қисми ишдан чиққан ҳолат.	0,009801
C ₄	$P_2 P_3 (1 - P_1)$	кўзғатиш қисми ишдан чиққан ҳолат.	0,009801
C ₅	$P_1 (1 - P_2) (1 - P_3)$	магнит ўзгартириш ва сезиш қисмлари ишдан чиққан ҳолат.	0,000099
C ₆	$P_2 (1 - P_1) (1 - P_3)$	кўзғатиш қисми ва сезиш қисмлари ишдан чиққан ҳолат	0,000099
C ₇	$P_3 (1 - P_1) (1 - P_2)$	кўзғатиш қисми ва магнит ўзгартириш қисмлари ишдан чиққан ҳолат	0,000099

Назорат ва бошқарув датчигининг умумий ишончилиги кўрсаткичи $P_{\text{умумий}}$ датчик қисмлари ишчи ҳолатлари эҳтимолиқларини ҳисоблаш моделлари асосида қуйидагича аниқланади:

$$P_{\text{умумий}} = P_1 P_2 P_3 + P_1 P_2 (1 - P_3) + P_1 P_3 (1 - P_2) + P_2 P_3 (1 - P_1) + P_1 (1 - P_2) (1 - P_3) + P_2 (1 - P_1) (1 - P_3) + P_3 (1 - P_1) (1 - P_2) = 0,95.$$

Хулосалар

1. ЭТТ тармоқлари I_A , I_B ва I_C бирламчи тоқлари ҳосил қилган магнит оқимлар магнит ўзақларда F_{μ} - м.ю.к., улар ҳосил қилган Φ_{μ} - магнит оқимлар асосида бирламчи тоқларни $U_{\text{эч}}$ – иккиламчи чиқиш кучланишларига ўзгартириш назорат ва бошқарув датчик қисмлари иш қобилиятларининг эҳтимолигини кўрсатувчи, юқори формаллашган ва яққоликни таъминловчи тадқиқот модели яратилди.

2. Назорат ва бошқаруви назорат ва бошқарувнинг кенгайтирилган функционал имкониятли датчигини қисмлари иш қобилиятларининг эҳтимолигини ҳисобга

олувчи моделлар асосида олиб борилган тадқиқотлар натижалари кўрсатдики, ушбу иш муаллифлари томонидан яратилган ЭТТ электр тармоқлари бирламчи тоқларини назорат ва бошқаруви датчигининг иш қобилиятини умумий эҳтимолиги кўрсаткичи $P_{\text{умумий}} = 0,95$ ни ташкил этади.

Адабиётлар

[1] I.Siddikov., Kh.Sattarov., A.B.Abubakirov., M.Anarbaev., I.Khonturaev., M.Maxsudov. «Research of transforming circuits of electromagnets sensor with distributed parameters» // 10 th International Symposium on intelgent Manufacturing and Service Systems. 9-11 September 2019. Sakarya. Turkey. с.831-837. [file:///C:/Users/User/Downloads/IMSS2019_Proceedings_Book%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/IMSS2019_Proceedings_Book%20(3).pdf)

[2] I.X.Siddikov, A.B.Abubakirov, K.M. Najmatdinov, A.J.Yesenbekov «Elektromagnitnie preobrazovatelni nesimetri trexfaznogo toka s rasshirennimi funktsionalnimi vozmojnostyami» Vestnik KKOANRUz. №2. Nukus, 2017. s 66-68. // И.Х.Сиддиков, А.Б.Абубакиров, К.М.Нажматдинов, А.Ж.Есенбеков «Электромагнитные преобразователи несимметрии трехфазного тока с

расширенными функциональными возможностями» Вестник ККОАНПУз. №2. Нукус, 2017. с 66-68.

[3] Siddikov I.Kh. The Electromagnetic Transducers of Asymmetry of Three-phases Electrical Currents to Voltage. Universal Journal of Electrical and Electronic Engineering. Horizon Research Publishing Corporation USA. 2015, Vol.3, N5, p.146–148. <http://www.hrpub.org>

[4] I.X.Siddikov, A.B.Abubakirov, A.A.Yuldashev, G.Z.Babaxova, I.M.Xonturayev, N.N.Mirzoev. «Methodology of calculation of techno-economic indices of application of sources of reactive power»// European science review, Scientific journal № 1–2 Австрия, Виенна. 2018. с 248-251

[5] A.B.Abubakirov. «Research of the electromagnetic transducers for control of current of three phases nets»//European science review, Scientific journal № 5–6 Виенна, Австрия. 2018. с 269-273.

[6] Azimov R.K., Choriev A.A., Ximmatqulov Sh.A., Sa- idakbarov O.X. Informatsionno – veroyatnostnie metodi otsenki pogreshnostey datchikov razlichnix velichin // STANDART. –Tashkent: 2010. - №3. – S. 29-31.// Азимов Р.К., Чориев А.А., Химматкулов Ш.А., Саидакбаров О.Х. Информационно – вероятностные методы оценки погрешностей датчиков различных величин // STANDART. –Ташкент: 2010. - №3. – С. 29-31.

[7] Amirov S.F., Safarov A.M., Xushboqov B.X. Preobrazovateli toka dlya vtorichnix sistem elektroenergetiki//Sovremennoe sostoyanie i perspektivi razvitiya energetiki. Tez. dokl. Mejd. nauchno- texnicheskoy konf. 18 – 20 dekabr 2006. - Tashkent, 2006. – S. 206-208.// Амиров С.Ф., Сафаров А.М., Хушбоков Б.Х. Преобразователи тока для вторичных систем электроэнергетики//Современное состояние и перспективы развития энергетики. Тез. докл. Межд. научно- технической конф. 18 – 20 декабря 2006. - Ташкент, 2006. – С. 206-208.

[8] Amirov S.F., Xushboqov B.X., Balgaev N.Y. Mnogodiapazonnie transformatori toka // Elektrotexnika. – М.: 2009. – №2. – S. 61-64.//Амиров С.Ф., Хушбоков Б.Х., Балгаев Н.Е. Многодиапазонные трансформаторы тока // Электротехника. – М.: 2009. – №2. – С. 61-64.

[9] Zaripov M.F., Zaynullin N.R., Petrova I.Y. Grafovoy metod nauchno-texnicheskogo tvorchestva. – М.: VNIPI GKNT, 1988. – 124 s. // Зарипов М.Ф., Зайнуллин Н.Р., Петрова И.Ю. Графовой метод научно-технического творчества. – М.: ВНИПИ ГКНТ, 1988. – 124 с.

[10] Zaripov M.F., Petrova I.Y. Predmetno-orientirovannaya sreda dlya poiska novix texnicheskix resheniy «Intellekt»// IV Sankt-Peterburgskaya mejdunarodnaya konf. «RI-95»: Tez. dokl. – Spb., 1995. – S. 60-61.//Зарипов М.Ф., Петрова И.Ю. Предметно-ориентированная среда для поиска новых технических решений «Интеллект»// IV Санкт-Петербургская международная конф. «РИ-95»: Тез. докл. – Спб., 1995. – С. 60-61.

[11] Patent RUz. №04185. Preobrazovatel nesimmetrichnosti trexfaznogo toka v napryajenie/Amirov S.F., Azimov R.K., Siddikov I.X., Hakimov M.X., Xushbokov B.X., Sattarov X.A. // Rasmiy axborotnoma. – 2010.// Патент РУз. №04185. Преобразователь несимметричности трехфазного тока в напряжение/Амиров С.Ф., Азимов Р.К., Сиддиков И.Х., Хакимов М.Х., Хушбоков Б.Х., Саттаров Х.А. // Расмий ахборотнома. – 2010.

[12] DGUN20191450. Programmnoy obespechenie dlya issledovaniya staticheskix karakteristik trexfaznix trexsensornix x preobrazovateley s raspredelennimi parametrami / Siddikov I.X., Abdumalikov A.A.,Maqsudov M.T., Sobirov M.A., Abubakirov A.B., Anarboev M.A.// -2019.

[13] DGUN20190482. Algoritm i programmnoe obespechenie rascheta sroka okkupaemosti vnedreniya

istochnikov reaktivnoy moshnosti v sistemax elektrosnabjeniya / Siddikov I.X., Abubakirov A.B., Xujamatov X.E., Xasanov D.T., Anarbaev M.A.// - 18.04.2019 g. // DGUN20190482. Алгоритм и программное обеспечение расчета срока окупаемости внедрения источников реактивной мощности в системах электроснабжения / Сиддиков И.Х.,Абубакиров А.Б., Хужаматов Х.Э., Хасанов Д.Т., Анарбаев М.А.// -18.04.2019 г.

[14] DGU №N20190478. Algoritm i programmnoe obespechenie umenshenie poter elektricheskoy energii v silovom transformatore/ Siddikov I.X., Abubakirov A.B., Xujamatov X.E., Xasanov D.T.// -2019.// DGU № N 20190478. Алгоритм и программное обеспечение уменьшение потерь электрической энергии в силовом трансформаторе/ Сиддиков И.Х., Абубукиров А.Б., Хужаматов Х.Э., Хасанов Д.Т.// -2019.

[15] I.X.Siddikov., Saidova G.A., Anarbaev M.A. Algoritm upravleniya elektrosnabjeniem ustroystv i ob'ektov telekommunikatsii na osnove texnologii "Umnaya energetika" // Nauchno-prakticheskij i informatsionno-analiticheskij texnicheskij jurnal "Muhammad al-Xorazmiy avlodlari TUIT" Tashkent, 2019.-№3(9) – S.112-115.// И.Х.Сиддиков., Саидова Г.А., Анарбаев М.А. Алгоритм управления электроснабжением устройств и объектов телекоммуникации на основе технологии "Умная энергетика"// Научно-практический и информационно-аналитический технический журнал "Muhammad al-Xorazmiy avlodlari TUIT" Ташкент, 2019. -№3(9) – С.112-115.

[16] Siddikov I.Kh. , Sattarov Kh. A., Khujamatov Kh. Modeling of the elements and devices of energy control systems// Materiali XII MNTK «Perspektivi razvitiya stroitel'nogo kompleksa: obrazovanie, nauka, biznes» g. Astraxan, 10–11 oktabrya 2018 g.s.348-349.// Siddikov I.Kh. , Sattarov Kh. A., Khujamatov Kh. Modeling of the elements and devices of energy control systems// Материалы XII МНТК «Перспективы развития строительного комплекса: образование, наука, бизнес»г. Астрахань, 10–11 октября 2018 г.с.348-349.

<http://aracy.pb/nauka222/7646-xii-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-perspektivy-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-stran-i-regionov.html>

[17] I.Kh.Siddikov, Kh.A.Sattarov, Kh. Khujamatov., I.Xonturayev, Maksudov M., Najmatdinov K., Abubakirov A., Bojanic Slobodan. Modeling of magnetic circuits of electromagnetic transducers of the three-phases current // Materials of the XII MNTK "Prospects for the development of the building complex: education, science, business". Astrakhan, October 10–11. 2018. 331-336 p.

<http://aracy.pb/nauka222/7646-xii-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-perspektivy-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-stran-i-regionov.html>

[18] I.Kh.Siddikov, M.A.Anarbaev, M.T. Makhsudov. Signal converters of current magnitude for control systems of reactive power sources // Scientific and technical journal "Engineering and Construction Journal of the Prikaspiya" (ISSN:2312-3702).

<http://aracy.pb/journal/isvp/1-23-2018/informacionnye-sistemy-i-texnologii-3>

Сиддиков Илхомжон Хакимович

Мухаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент Ахборот Технологиялари Университети (ТАТУ), Энерго таминлаш тизимлари (ЭТТ) кафедраси мудири, Т.ф.д., профессор Эл. почта: ikhsiddikov@mail.ru

Анарбоев Мухитдин Алманович

Жиззах Политехника институти (ЖизПИ), Электро энергетика кафедраси мудири.

Эл. почта: anarboyev72@mail.ru

Абдумаликов Акмалжон Абдухолик ўғли
Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент Ахборот Тех-
нологиялари Университети (ТАТУ), “Компьютер инжини-
ринги” факультети декани муовини.

Эл. почта: akmalabdumalikov6@gmail.com

Siddikov.I.Kh., Abdumalikov A.A., Anarbaev M.A.

**Research of indicators of reliabilities and work possibilities
of control and management sensor**

This article presents the research of indicators of reliabil-
ity and work possibilities of control and management sensor,

which provides the signal and control of the structure of the sig-
nal switch in the form of secondary voltage signal, which is
used in the control and control of power supply nets. The results
of the models based on the probability of controlling and con-
trolling the sensors of the sensors show that created by the au-
thors models of research an indicator of summary reliabilities
and work possibilities of sensor for control of one and multi-
phase AC currents of power supply systems.

Keywords: Sensor, signal, control, management, micro-
processor, electronic devices, telecommunications, communi-
cation, probability of working condition.

УДК 001.891.573

Ишдавлетова Э.Т., Л.В. Кудрявцева

Оценка эффективности реализации стратегического контроллинга в почтовой связи Узбекистана

Актуальность данной темы заключается в том, что контроллинг не является достаточно изученным, хотя занимает особое место в управлении предприятием (связывает воедино все эти функции, интегрирует и координирует их, причем не подменяет собой управление предприятием, а лишь переводит его на качественно новый уровень). Контроллинг (управление управлением) является своеобразным механизмом саморегулирования на предприятии, обеспечивающим обратную связь в контуре управления. В статье теоретические положения концепции контроллинга исследованы организационно-экономические основы АО «Узбекистон почтаси» в почте Узбекистана. Приведена практическая реализация отдельных элементов стратегического контроллинга на основе стратегии ВПС.

Ключевые слова: контроллинг, почтовая администрация, почтовые услуги, стратегия почты, Всемирный почтовый союз

Введение. Возникновение и эволюция контроллинга как инструмента управления непосредственно обусловлены развитием и усложнением структуры рыночных отношений. Контроллинг (от англ. «controlling») в дословном переводе означает руководство, регулирование, управление, контроль. Контроллинг возник в первой половине XX в. как результат формирования новой концепции управления бизнесом.

В основной части приведен процесс осуществления стратегического контроллинга, который является главным аспектом почтового бизнеса. Проанализированы сильные и слабые стороны, а также возможности и угрозы почтового сектора, которые вносят значительный вклад в интеграцию почтовых сетей. Таким образом, современные внешние и внутренние факторы требуют от АО «Узбекистон почтаси» перехода от традиционной модели Национального оператора почты на новую бизнес модель, нацеленную, прежде всего на потребности потребителей, на укрепление устойчивой и прибыльной деятельности компании, учитывающую ключевое влияние современных инфокоммуникационных технологий, предусматривающую расширение спектра услуг и качественное обслуживание [1]

Основная часть. Повышение конкурентоспособности Национального оператора почты, за счет диверсификации бизнеса и инновации, будет способствовать развитию почтовой отрасли в целом, и содействовать приведению всех сегментов почтового рынка к международным стандартам, удовлетворяющим потребности населения и реального сектора экономики в получении качественных почтовых и финансовых услуг в условиях свободной конкуренции.

Традиционная бизнес модель Национальных Почтовых Администраций (далее ПА) повсеместно в мире перестраивается под влиянием следующих основных тенденций: 1. Уменьшение объемов традиционных бумажных отправок; 2. Рост количества почтовых отправок; 3. Рост объемов почтовых финансовых сервисов; 4. Изменение поведения и потребностей потребителей услуг почты.

Основными тенденциями, имеющих место в развитии ведущих ПА, являются: 1. Передача почтовых услуг в аутсорсинг. В целях оптимизации расходов ПА осуществляют переход по предоставлению услуг организациям, которые могут выступать в качестве дилеров по предоставлению почтовых услуг. 2. Проведение форсированных работ по модернизации почтовой сети. Все ПА устремлены на совершенствование инфраструктуры и оборудования в целях сокращения доли ручного труда и увеличения производительности с последующим сокращением численности пер-

сона. 3. Сокращение частоты перевозок с 6 дней в неделю до 5. Такое решение принято ПА Канады, США, Австралии и др., что позволяет усовершенствовать бизнес процессы и усилить уровень качества услуг в результате экономии, а не дополнительных финансовых вливаний [2]

Для мировой почтовой индустрии, как составной части мировой экономики, как это было признано на Конференциях по Стратегии Всемирного Почтового Союза.

С повышением уровня проникновения услуг доступа к сети Интернет в стране, с повышением платежеспособности населения и развитием электронной коммерции и дистанционной торговли прогнозируется взрывной рост спроса на почтовые отправления. Простые отправления письменной корреспонденции замещаются электронной почтой, СМС и сотовой связью, тем не менее, растет потенциал развития рынка гибридной почты. Растет интерес со стороны бизнеса к адресной и безадресной рассылке рекламных отправок (direct mail). Растет спрос на услуги логистики. Логистический рынок интересен тем, что на этом рынке присутствует всего несколько игроков, способных предоставить весь спектр востребованных услуг транспортировка, обработка и складирование, управление запасами, таможенная очистка, отслеживание грузов и т.п. Ожидаемый объем почтовых отправок создает возможность развития логистической инфраструктуры и технологий Общества, что позволит войти на рынок логистических услуг с необходимыми для успешной конкуренции стратегическими активами и компетенциями. За счет разветвленной сети АО «Узбекистон почтаси» может стать основным партнером для предприятий электронной коммерции и дистанционной торговли, а также может предложить рынку наиболее привлекательные решения по доставке рекламных отправок и счетов. Есть также возможность укрепить свои позиции на рынке курьерской и экспресс доставки, а существующую сеть почтовых отделений использовать для развития на рынке финансовых услуг [3]

Стратегические позиции АО «Узбекистон почтаси» на рынке финансовых услуг могут быть построены на силе брэнда, имеющейся лояльной клиентской базе, практически единоличном присутствии в сельской местности и разделении фиксированных издержек с бизнесом почтовых услуг.

Внедрение новых технологий, изучение возможностей Интернета; внедрение новых услуг

Реализация Стратегии развития транспортной отрасли государства приведет к развитию транзитного потенциала страны и, как следствие, увеличению грузопотока на территорию страны. Данный факт приведет к ужесточению

конкуренции на рынке перевозок грузов, в условиях которого Обществу необходимо будет развивать свою транспортно-логистическую систему для предложения на рынке конкурентоспособных услуг. По экономическим факторам: На сегодняшний день конкуренты Общества предлагают своим потребителям все больше сервисов и дополнительных услуг на рынке почтовых услуг, что создает риск снижения привлекательности услуг Общества и требует от Общества более детальной проработки собственного портфеля услуг. По социальным факторам: Наблюдаемый рост уровня жизни населения страны приводит к увеличению покупательской способности потребителей и смещению их предпочтений в сторону более качественных услуг, несмотря на высокую стоимость. Данный фактор требует от Общества дифференциации своего портфеля услуг под требования различных сегментов потребителей и внедрения дополнительных сервисов, повышающих ценность услуг для клиентов.

По технологическим факторам: Развитие Интернета и числа его пользователей предоставляет Обществу возможность развивать электронные и онлайн услуги, сотрудничество с ритейлерами и предприятиями дистанционной торговли.

Стратегические направления, цели и задачи

Расширение профильного бизнеса «Почтовые услуги». В период снижения спроса на услуги по пересылке писем, наиболее перспективными нишами для АО «Узбекистон почтаси» можно считать рынок прямых рекламных рассылок, доставка счетов и извещений. Особое внимание привлекает растущий рынок посыльных отправок и рынок курьерских и ускоренных отправок за счет развития торговой отрасли, где активно используются технологи дистанционной торговли.

Задачи направления: 1. Занять лидерские позиции в сегменте «Посыльные отправления»: повышение скорости и сохранности посыльных отправок за счет модернизации технологических процессов и наращивания логистических производственных мощностей; разработка и запуск специализированных продуктов для рынка электронной коммерции; повышение качества обслуживания клиентов, разработка и внедрение дополнительных сервисов для рынка крупногабаритных посыльных отправок (КГПО). 2. Занять лидерские позиции в сегменте ускоренной экспресс и курьерской доставки филиала «Халқаро тезкор почтаси» во всех областях с целью улучшения контроля качества всех производственных процессов, участвующих в создании услуги и гибкости в принятии операционных решений. 3. Удерживать уровень доходов по письменной корреспонденции за счет увеличения выручки доставки рекламных материалов: активизация сбыта в сегментах «Рекламные отправления», «Доставка счетов и периодики» путем качественного сегментирования и предложения дополнительных услуг, добавляющих стоимость; построение долгосрочных партнерских отношений с крупными клиентами, обеспечивающими регулярные крупные объемы отправок Direct mail. 4. Удерживать объем выручки от доставки периодических печатных изданий: привлечение к активному сотрудничеству издательств, предлагающих периодические издания, пользующиеся большим спросом у населения.

Усиление логистических функций и подготовка к выходу на внешний рынок. На текущем этапе, для АО «Узбекистон почтаси» логистические операции являются частью производственного процесса предоставления почтовых услуг. Имеющиеся технологические каналы и ожидаемый рост спроса на логистические услуги в стране дают

АО «Узбекистон почтаси» возможность рассматривать диверсификацию на логистический рынок в качестве одного из перспективных направлений развития бизнеса, по примеру некоторых европейских почтовых администраций (Финляндия, Германия, Швеция). Для реализации данной возможности, в первую очередь, Обществу необходимо выделить блок функций 1PL, то есть, консолидировать управление логистическими операциями и повысить производственную эффективность логистического обслуживания существующего профильного бизнеса. Далее, развитие информационно-логистической инфраструктуры и создание дополнительных производственных мощностей позволят перейти сначала к предоставлению услуг 2PL (складирование, упаковка, доставка, включая первую и последнюю милю) для внешних корпоративных клиентов, а потом и 3PL (планирование и управление товарно-материальными запасами, управление цепочкой поставок). Одним из параметров оценки успеха в достижении данной цели будет способность логистической системы выдерживать растущие нагрузки по транспортировке и обработке отправок, с учетом ожидаемого увеличения объемов стандартных посыльных отправок в 2,4 раза и трехкратного увеличения объемов крупногабаритных посылок. Целью направления является вхождение на растущий рынок логистических услуг [4]

Задачи направления: 1. Обеспечить прирост почтового бизнеса за счет максимизации показателей эффективности логистических процессов на магистральных маршрутах. оптимизация логистических операций с целью снижения себестоимости и повышения сохранности перевозки. 2. Создать самостоятельный логистический бизнес (1PL оператор): модернизация транспортного парка для обслуживания магистральных маршрутов, включая замену части железнодорожных маршрутов автомобильными, с целью сокращения контрольных сроков доставки почтовых отправок. Активное строительство автодорог в Казахстане позволяет использовать новый актив для эффективной перевозки грузов. 3. Стандартизировать и расширить возможности инфо логистической инфраструктуры (2PL оператор): внедрения мировых технологических стандартов обработки, хранения, транспортировки и отслеживания грузов и почтовых отправок; внедрение информационно логистических систем для регистрации и отслеживания грузов, управления складами и планирования грузопотоков; автоматизация процесса сортировки посылок; создание высокотехнологичных логистических центров. 4. Обеспечить полный цикл логистических услуг создание цепочки поставок (3 PL оператор): построение партнерских взаимоотношений с местными и иностранными перевозчиками и логистическими операторами для расширения спектра предоставляемых логистических услуг и обеспечить необходимую степень гибкости в управлении операционными затратами. 1. В международной терминологии управления цепочками поставок, используется следующая градация степени аутсорсинга услуг по управлению цепочками поставок: 1PL «автономная логистика», подразумевающая обеспечение внутренних потребностей в логистических услугах внутренними ресурсами и инфраструктурой (свой транспортный парк, свои склады, и т.д.); 2. PL логистика с частичным аутсорсингом подразумевающая аутсорсинг физических блоков работ (транспортировка, складирование); 3. PL логистика с расширенным аутсорсингом, где поставщик не только осуществляет физические операции (транспортировка и складирование) но и комплексно планирует их, и управляет ими.

Повышение операционной эффективности

Повышение конкурентоспособности АО «Узбекистон почтаси» на всех трех рынках требует надежного, скоординированного функционирования всех систем и внутренних процессов, обеспечивающих предоставление услуг. Для устойчивого развития компании, необходимо повысить экономическую отдачу от использования финансовых, материальных и человеческих ресурсов, путем оптимизации бизнес процессов, повышения эффективности управления себестоимостью, и обновления основных средств и нематериальных активов. Целью направления является повышение рентабельности активов Общества.

Задачи направления: 1. Усовершенствовать бизнес процессы и оптимизировать затраты: реализация проекта «Рейнжиниринг бизнес процессов» с целью выявления и исключения ненужных операций и затрат; повышение производительности труда за счет автоматизации и механизации процессов, а также за счет повышения квалификации персонала. 2. Развитие IT инфраструктуры: повышение уровня работоспособности КИС путем наращивания производственных мощностей, адаптация серверной архитектуры под растущие потоки данных транзакционных систем для обеспечения их бесперебойной работы; повсеместная интеграция всех производственных объектов в КИС; внедрение инновационных информационных технологий для эффективной реализации бизнес задач Компании. 3. Обеспечить эффективное управление себестоимостью продуктов: внедрение автоматизированных систем учета SAP ERP, SAP HCM и системы раздельного учета затрат Компании. 4. Создать эффективную автоматизированную систему управленческого учета интеграция всех автоматизированных учетных систем.

Развитие бренда надежности и качества: Учитывая намерения и амбиции АО «Узбекистон почтаси» по завоеванию конкурентных позиций на рынках почтовых, финансовых и логистических услуг, компании необходимо уделить особое внимание изучению и сегментированию рынка, подбору и применению качественных инструментов позиционирования, а также формированию лояльности клиентов к компании. Для реализации данной задачи предполагается развитие системы маркетинга внутри компании, внедрение CRM, и системы для качественного сегментирования клиентов и прогнозирования их предпочтений также создание единого имиджа почтовых отделений. Целью направления является формирование у населения приверженности бренду АО «Узбекистон почтаси». Наряду с повышением присутствия на приоритетных рынках, в качестве одного из ключевых показателей достижения данной цели Общество рассматривает признание независимыми организациями, присваивающими рейтинги и знаки качества (например, «Выбор года»).

Задачи направления: 1. Обеспечить стабильное качество предоставляемых услуг: усиление контроля соблюдения контрольных и внутриэтапных сроков с целью повышения доли писем и посылок, доставленных в срок внутри страны; усиление контроля обеспечения сохранности почтовых отправлений; снижение количества сбоев в обслуживании/доставки отправлений по причине отказа информационных систем, оборудования, износа транспортных средств. 2. Обеспечить первоклассный сервис: повышение качества обслуживания в отделениях связи путем сокращения времени ожидания, улучшения дизайна и повышения уровня оснащенности отделений. Повышение эффективности коммуникаций между клиентами и компанией с целью предоставления к полной и качественной информации об услугах, тарифах и параметрах обслуживания в компании (Call center, sms оценка); внедрение системы управления

взаимоотношениями с клиентами (CRM система). 3. Обеспечить восприятие имиджа компании, как надежного партнера и профессионального провайдера услуг в области своей компетенции: проведение бенчмаркинга по ключевым финансовым и производственным показателям с успешно развивающимися почтовыми администрациями и применение лучшего международного опыта; повышение эффективности политики АО «Узбекистон почтаси» по информированию местной и международной общественности о достижениях Общества [5]

Заключение. В рекомендательной части приведена Практическая реализация отдельных элементов стратегического контроллинга согласно Политики ВПС в области содействия развитию на 2017-2020 г, которая вписывается в три составляющие Стамбульской всемирной почтовой стратегии (СВПС), а именно: инновация, интеграция и инклюзивность. Рассмотрен также вопрос сотрудничества в области разработки новых продуктов на базе почтовой инфраструктуры: банковских, финансовых, страховых и электронных услуг, так как почтовые службы имеют возможность предоставлять физическую инфраструктуру, цифровую платформу и решения в области платежей, которые могут использоваться небольшими предприятиями в качестве возможностей для собственного роста и развития бизнеса. Приведена оценка эффективности реализации стратегического контроллинга в следующих направлениях: развитие онлайн сервисов электронной коммерции и финансовых услуг в мире и разделение на электронные услуги электронной коммерции, которые предоставляют почтовые операторы, на 4 категории: электронная почта и услуги электронного правительства, электронная торговля, электронные финансы и платежные услуги, услуги по их поддержке; Физические услуги и финансовые решения для электронной коммерции, которые обзорно дают представление об услугах ВПС для логистической цепи, а также разработок и инструментов для предоставления финансовых услуг, которые обеспечивают всю цепочку поставок от отправителя до получателя [6]

Резюмируя отметим, ВПС нацелено на облачно-модельный сервис для всех типов почтовых служб, адаптированный, в частности, для нужд инфраструктур небольших стран, охватывая полную логистическую цепочку поставки «от» и «до». Поэтому можно использовать инструменты ВПС в дополнение к собственным разработкам почтовых операторов для транспорта, безопасности, пограничных и таможенных служб.

Основные приоритеты Стратегии почты выражены в следующих приоритетах: 1. повышение эффективности работы и развитие электронной коммерции. 2. электронные услуги и диверсификация, в том развитие финансовых услуг и в целом почтового сектора. 3. устойчивое развитие и всеобщая взаимосвязь; а также продолжению работ в следующих направлениях: предоставление прав на оказание в качестве агента банковских и страховых услуг, в том числе по приему и переводу платежей, обслуживанию банковских карт, привлечению свободных денежных средств населения, оказанию услуг по добровольному и обязательному страхованию и других услуг на условиях аутсорсинга; развитие автоматизированной информационной системы «Прием платежей», с дальнейшей интеграцией ее с информационными (платежными) системами поставщиков услуг виде программного продукта «Универсальный платежный портал», размещенного на сайте www.pochta.uz; создание межведомственной платформы по электронному обмену данными с таможенной службой; подготовка помещений и установка инфокиосков и терминалов для доступа к системе «Электронное правительство» в почтовых отделениях, в том числе в сельской

местности; развитие интернет-магазина путем создания электронной площадки www.uzbekistanpost.uz, вместе с тем реализация программы по внедрению ячеек для посылок. Почта Узбекистана может предложить альтернативные пункты доставки, такие как супермаркеты, жилые кварталы и кампусы учебных заведений, чтобы способствовать распространению курьерской службы (на основе электронной торговли). Клиенты, которые используют новый способ доставки, получают текстовое сообщение с PIN-кодом, когда их посылка будет готова к погрузке в терминал. В течение 48 часов клиент может забрать отправленное; дальнейшее развитие автоматизированной информационной системы учета и контроля движения автотранспорта и оснащение автомобильного транспорта GPS-трекерами; внедрение и развитие автоматизированной информационной системы «Страховые услуги»; расширение набора своих услуг по управлению идентификационной информацией, запустив портал POSTID. Клиенты компаний, использующих POSTID, могут теперь вести свои почтовые процессы идентификации на единой платформе, включая новый процесс цифровой идентификации [7]

Сегодня для получения дополнительных доходов почте жизненно необходимо проведение всевозможных исследований, а также поиск новых видов услуг. Данная стратегия нужна не только, чтобы почта смогла выжить, но и для построения будущей отрасли.

Почта уже в течение ближайших лет должна кардинально преобразиться и сможет оказывать свое позитивное влияние на все сферы экономики и государственного управления, станет драйвером развития цифровизации, крупным работодателем и донором государственного бюджета.

В настоящее время ведутся работы по принятию проекта Концепции развития почтовой связи на 2019-2030 гг., проекта Постановления Президента Республики Узбекистан «О мерах по совершенствованию регулирования сферы почтовой связи и деятельности АО «Узбекистон почтаси» и проекта нового закона о почтовой связи [8]

Указанные документы разработаны отечественными и зарубежными специалистами почтовой связи.

Литература

[1] Анискин Ю. П., Павлова А. М. Планирование и контроллинг: Учебник. – М.: Омега-Л, 2003.

[2] Басовский Л. Е. Прогнозирование и планирование в условиях рынка: Учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2004.

[3] Бородушко И. В. Методология формирования системы контроллинга как инструмента государственного регулирования экономики. – СПб. Изд-во СПб ГУЭФ, 2005.

[4] Карминский А. М., Оленев Н. И., Примак А. Г., Фалько С. Г. Контроллинг в бизнесе. Методологические и практические основы построения контроллинга в организациях. 2-е изд. – М.: Финансы и статистика, 2002

[5] Климов С. М., Костевят А. Н. Контроллинг: вопросы теории и практики: Учеб. пособие. – СПб.: Знание: ИВЭСЭП, 2005.

[6] Стратегические направления деятельности Регионального содружества в области связи на период с 2017 по 2022 гг.

[7] Почтовые сети: участники процесса социально-экономического развития региона Европы и центральной Азии. План регионального развития 2017–2020 Дирекция сотрудничества и развития

[8] Проект Концепции развития Акционерного Общества «Узбекистон почтаси» на 2013-2017 годы

Ишдавлетова Эмине Талгатовна

старший преподаватель кафедры «Технология почтовой связи» Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразмий

Эл. почта: emma.ishdavletova@gmail.com

Кудрявцева Любовь Васильевна - старший преподаватель кафедры «Технология почтовой связи» Ташкентского университета информационных технологий.

E-mail: sirena-sirena@bk.ru

Efficiency assessment of strategic controlling implementation in the postal service of Uzbekistan

The actuality of the given topic lies in the fact that controlling is not studied sufficiently, though it has a special place in enterprise management – it aggregates all the functions, integrate and coordinate them, while not substituting for enterprise management but only bringing it to a qualitatively novel level. Controlling (management control) is a distinctive mechanism of self-regulation at an enterprise, providing reflection on control loop. There are theoretical regulations of the concept of controlling in the article. The economic-organizing fundamentals of JSC ‘Uzbekiston Pochtasi’ has been researched in the postal service of Uzbekistan. Basing on the policy of UPU, practical realisation of specific elements of strategic controlling is presented.

Keywords: controlling, postal administration, postal services, postal policy, Universal Postal Union.

УДК 62-503.5

Зарипов О.О., Мамиров У.Ф., Шукурова О.П.

Итерационные алгоритмы регулярной идентификации объектов управления большой размерности самозапуск

Приводятся итерационные регулярной алгоритмы идентификации объектов управления большой размерности. Предложены регуляризованные итерационные алгоритмы идентификации объектов управления на основе проекционных методов. Для решения расширенной регуляризованной нормальной системы уравнений используется блочный вариант алгоритма Качмажа и псевдообращения прямоугольных матриц, предложенного Гревиллем. Для придания устойчивости процедуре идентификации объектов управления использован алгоритм нахождения псевдообратной матрицы с помощью представления симметрической матрицы в диагональном виде. Приведенные алгоритмы позволяют эффективно решать некорректные задачи идентификации большой размерности.

Ключевые слова: идентификация объектов управления большой размерности, итерационные алгоритмы, проекционные методы, регуляризация.

I. Введение

При решении многих прикладных задач идентификации динамических объектов управления приходится рассматривать приближенную систему линейных алгебраических уравнений большой размерности вида:

$$Au = f, \quad (1)$$

где

$$A = (a_{ij}) \in R^{m \times n}, \quad f = (f_1, \dots, f_m)^T \in R^m,$$

$$u = (u_1, \dots, u_n)^T \in R^n.$$

Эти уравнения можно решать либо прямыми вариационными методами минимизации функционалов [1-3], либо используя идеи невариационных методов [3,4]. Прямые методы минимизации по своей идее хотя и обладают большой универсальностью, однако при их использовании приходится сталкиваться с рядом трудно формализуемых процедур, связанных прежде всего с обоснованием состоятельности модели и количественных критериев отбора решения; выделением и конструктивным описанием компакта, содержащего искомое решение; обеспечением сходимости минимизирующей последовательности и др. В этом отношении невариационные методы решения, как правило, более специфичны и, соответственно, применимы к более узкому кругу задач, но именно благодаря своей специфичности и учету более глубоких свойств задачи они обычно более удобны в реализации [1-4].

Ниже рассматривается алгоритм решения систем уравнений вида (1), основанный на использовании псевдообратных матриц [5-7]. Применение этих матриц делает алгоритм практически удобным и пригодным для применения, в широком диапазоне соотношений между потребным и имеющимся в распоряжении объемами оперативной памяти ЭВМ, позволяет облегчить контроль точности промежуточных вычислений и при необходимости регуляризовать вычисляемое решение. Рассматриваемый алгоритм является непосредственным обобщением известного алгоритма Качмажа [8-11]. Метод Качмажа эквивалентен алгоритму Гаусса — Зейделя относительно некоторого нового неизвестного вектора, получаемого после применения правой трансформации Гаусса к исходной системе.

Как известно [6,7,12], решение системы (1) по приближенным данным $d = \{A, f\}$ является некорректно поставленной по Адамару задачей, так как приближенное нормальное псевдорешение

$$u_* = A^+ f$$

неустойчиво к бесконечно малым возмущениям исходных данных.

Условия аппроксимации уравнения (1) примем в виде

$$\|A - \bar{A}\| \leq h, \quad \|f - \bar{f}\| \leq \delta, \quad (2)$$

где \bar{A} и \bar{f} — точные значения матричного оператора и правой части уравнения (1) соответственно.

Известно [6,12,13], что нормальное псевдорешение $u_* = A^+ f$ является нормальным решением нормальной системы уравнений

$$A^T A u = A^T f \quad (3)$$

или $A^T r = 0$, где $r = f - Au$.

При решении уравнения (3) обычно используется метод регуляризации А.Н.Тихонова [12]:

$$(A^T A + \alpha I)u = A^T f. \quad (4)$$

В данной работе предполагается, что параметр регуляризации α известен. Например, эффективным способом выбора параметра регуляризации является результат, полученный в [13]. В соответствии с этим подходом параметр регуляризации α выбирается как $\alpha = h$, где h — величина, характеризующая погрешность задания элементов матриц A .

II. Основная часть

Как показано в [6,14], регуляризованную нормальную систему уравнений (4) можно записать в виде

$$\begin{pmatrix} \omega I_m & A \\ A^T & -\omega I_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y \\ u \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f \\ 0 \end{pmatrix} \Leftrightarrow \tilde{A}_\omega z = \tilde{f}, \quad (5)$$

где $\omega = \sqrt{\alpha}$.

Матрица \tilde{A}_ω системы (5) при всех $\alpha > 0$ невырождена [6] и её единственным решением является вектор $z_* = \begin{pmatrix} y_*^T \\ u_*^T \end{pmatrix}^T$, где $u_* = (A^T A + \alpha I_n)^{-1} A^T f$, $y_* = \omega^{-1} r_*$, $r_* = f - Au_*$.

Запишем расширенную систему (5) в виде системы двух уравнений:

$$(\omega I_m : A)z = f, \quad (6)$$

$$(A^T : -\omega I_n)z = 0. \quad (7)$$

Для решения системы (6), (7) используем блочный вариант алгоритма Качмажа [8-10]:

$$z_{i,1} = z_{i,0} - (\omega I_m : A)^+ [(\omega I_m : A)z_{i,0} - f], \quad (8)$$

$$z_{i,t} = z_{i,t-1} - \beta_{i,t-1} \begin{pmatrix} a_{t-1} \\ -\omega e_{t-1} \end{pmatrix}, \quad (9)$$

$$\beta_{i,t-1} = \frac{(a_{t-1}^T, -\omega e_{t-1}^T)z_{i,t-1}}{\|(a_{t-1}^T, -\omega e_{t-1}^T)\|^2}, \quad t = 2, 3, \dots, n+1$$

$$z_{i+1,0} = z_{i,n+1}, \quad i = 1, 2, \dots, \quad (10)$$

где i – номер внешних итераций, а t – номер внутренних итераций (общее число внутренних итераций в алгоритме (8), (9) равно $n+1$), $(e_1, e_2, \dots, e_n) = I_n$;

$A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$; $(\cdot)^+$ – псевдообратная матрица.

Матрица \tilde{A}_ω невырождена при всех $\alpha > 0$ [6], следовательно [8-10], $z_{i,n+1} \xrightarrow{i \rightarrow \infty} z_*$ при любом начальном значении вектора $z_{1,0}$.

Если обозначить $u = (u^{(1)}, \dots, u^{(n)})^T$, то учитывая, что вектор $z = (y^T, u^T)^T$, рекуррентное уравнение (9) можно записать в виде двух рекуррентных уравнений:

$$y_{i,t} = y_{i,t-1} - \beta_{i,t-1} a_{t-1},$$

$$\beta_{i,t-1} = \frac{a_{t-1}^T y_{i,t-1} - \omega u_{i,t-1}^{(t-1)}}{\|a_{t-1}\|^2 + \omega^2}, \quad (11)$$

$$u_{i,t}^{(t-1)} = u_{i,t-1}^{(t-1)} + \omega \beta_{i,t-1}, \quad t = 2, 3, \dots, n+1. \quad (12)$$

Так как $y = \omega^{-1} r$, где $r = f - Au$, рекуррентные уравнения (11), (12) можно преобразовать к виду

$$r_{i,t} = r_{i,t-1} - \rho_{i,t-1} a_{t-1},$$

$$\rho_{i,t-1} = \frac{a_{t-1}^T r_{i,t-1} - \omega u_{i,t-1}^{(t-1)}}{\|a_{t-1}\|^2 + \alpha^2}, \quad (13)$$

$$u_{i,t}^{(t-1)} = u_{i,t-1}^{(t-1)} + \rho_{i,t-1}, \quad t = 2, 3, \dots, n+1. \quad (14)$$

В [8] отмечалось, что подразделение итерационных шагов $u_{i,t}$ и $r_{i,t}$ на внутренние и внешние в уравнениях (13), (14) является необязательным, и вычислительный процесс можно представить как расчёт «микроитераций» по некоторому одному параметру $k = 1, 2, \dots$. Для сходимости таких приближений необходимо только, чтобы в последовательности векторов a_1, a_2, \dots участвовали все столбцы матрицы A . Более того, будет показано, что при выполнении некоторого дополнительного условия согласования начальных условий $u_0 = u_{1,0}$ и $r_0 = r_{1,0}$ использование первого рекуррентного уравнения (8) в итерационном процессе вообще не требуется. Уравнение (6) используется только для согласования начальных значений u_0 и r_0 .

Пусть $k = 1, 2, \dots$ и $j(k) = (k-1) \bmod(n) + 1$.

Следовательно, $\{j(k)\}_{k=1}^\infty$ является периодической последовательностью вида $1, 2, \dots, n, \dots$. Тогда рекуррентные уравнения (13), (14) можно записать в виде

$$r_k = r_{k-1} - \rho_{k-1} a_{j(k)}, \quad (15)$$

$$u_k = u_{k-1} - \rho_{k-1} e_{j(k)}, \quad (16)$$

где

$$\rho_{k-1} = \frac{a_{j(k)}^T r_{k-1} - \alpha e_{j(k)}^T u_{k-1}}{\|a_{j(k)}\|^2 + \alpha}, \quad k = 1, 2, \dots.$$

В уравнениях (15), (16) индекс k и индексы i, t и n в уравнениях (13), (14) связаны соотношением $k = (i-1)n + t - 1$, а $t-1 = j(k)$. Очевидно, что тогда $r_0 = r_{1,0}$ и $u_0 = u_{1,0}$.

Введем вектор $\theta_k = (r_k^T, u_k^T)^T$. Тогда рекуррентные уравнения (15), (16) можно записать в виде одного рекуррентного уравнения

$$\theta_k = \theta_{k-1} - \rho_{k-1} \begin{pmatrix} a_{j(k)} \\ -e_{j(k)} \end{pmatrix},$$

$$\rho_{k-1} = \frac{(a_{j(k)}^T, -\alpha e_{j(k)}^T) \theta_{k-1}}{\|a_{j(k)}\|^2 + \alpha}, \quad k = 1, 2, \dots, \quad (17)$$

где θ_0 – вектор начальных значений.

Следуя [5,6] можно показать, что если в рекуррентном уравнении (17) вектор $\theta_0 = (r_0^T, u_0^T)^T$ удовлетворяет условию согласования

$$r_0 = f - Au_0, \quad (18)$$

то для произвольного начального вектора u_0 при $k \rightarrow \infty$,

$$\theta_k \rightarrow \theta_*, \quad \text{где } \theta_* = (r_*^T, u_*^T)^T, \quad (\omega I_m : A)z = f$$

Формулы (8) – (10) являются некоторой модификацией алгоритма псевдообращения прямоугольных матриц, предложенного Гревиллем [5,15,16]. Очевидно, что для вычисления матриц $(\omega I_m : A)_j^+$ можно использовать любой другой из известных методов [5]. В частности, для повышения устойчивости процесса вычисления $(\omega I_m : A)_k^+$ по отношению к ошибкам вычислений вместо указанных в формуле (10) условий разветвления алгоритма можно использовать условия

$$\|(\omega I_m : A)_j^k - z_j(\omega I_m : A)_{k,j-1}\| > h \text{ и}$$

$$\|(\omega I_m : A)_j^k - z_j(\omega I_m : A)_{k,j-1}\| \leq h,$$

где $\|\cdot\|$ – какая-либо норма вектора, а h – параметр регуляризации, выбираемое с учетом точности задания элементов матрицы $(\omega I_m : A)_k$ и разрядности машинных слов используемой ЭВМ.

При вычислении величины z согласно уравнения $z = (\omega I_m : A)^+ f$ (6) псевдообратную матрицу $(\omega I_m : A)^+$ представим следующим образом:

$$(\omega I_m : A)^+ = (\omega I_m : A)^T [(\omega I_m : A)(\omega I_m : A)^T]^+.$$

Для краткости, учитывая определение $(\omega I_m : A)$, обозначим

$$F = [(\omega I_m : A)(\omega I_m : A)^T], \quad (19)$$

где F – симметрическая, неотрицательно определенная матрица размерности $(m+n) \times (m+n)$.

Согласно [5,6], представим симметрическую матрицу в диагональном виде:

$$F = TUT^T,$$

где

$$T = (t_1 \mid t_2 \mid \dots \mid t_{m+n})$$

– блочная ортогональная, а U – диагональная матрица.

Тогда, согласно [5], можно записать

$$F^+ = \sum_{i=1}^{m+n} \lambda_i^{-1} t_i t_i^T,$$

где $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_{m+n} > 0$ – собственные числа матрицы F .

Таким образом,

$$\begin{aligned} (\omega I_m \mid A)^+ &= (\omega I_m \mid A)^T F^+, \\ z &= (\omega I_m \mid A)^T F^+ z. \end{aligned}$$

III. Заключение

Приведенные алгоритмы позволяют эффективно решать некорректные задачи идентификации большой размерности.

Список литературы

1. Демьянов В.Ф., Тамасян Г.Ш. О прямых методах решения вариационных задач // Труды Института Математики и Механики УрО РАН, Том 16, №5, 2010. –С. 36-47.
2. Васин В.В., Агеев А.Л. Некорректные задачи с априорной информацией. Екатеринбург, Наука, 1993.
3. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач, –М.: Наука, 1986. –288 с.
4. Кабанихин С.И. Обратные и некорректные задачи, Новосибирск: Сибирское научное издательство, 2008.
5. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. –М.: Наука, 1988. – 552 с.
6. Лоусон Ч., Хенсон Р. Численное решение задач метода наименьших квадратов / Пер. с англ. –М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. –232 с.
7. Жданов А.И. Введение в методы решения некорректных задач: –Изд. Самарского гос. аэрокосмического ун-та, 2006. –87 с.
8. Ильин В.П. Об итерационном методе Качмажа и его обобщениях // Сиб. журн. индустр. матем., 2006, том 9, номер 3, –С. 39–49.
9. Kaczmarz S. Approximate solution of systems of linear equations // Internat. J. Control. 1993. V. 57, N 6. P. 1269–1271.
10. Saad J. Iterative Methods for Spars Linear Systems. Boston: EPS, 1996.

11. Appleby G., Smolarski D. C. A linear acceleration row action method for projecting onto subspaces // Electron. Trans. Numer. Anal. 2005. V. 20. P. 243–275.

12. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач, –М.: Наука, 1986. –288 с.

13. Морозов В.А. Алгоритмические основы методов решения некорректных задач // Вычисл. методы и программирование, 2003. Т.45. С. 130-141.

14. Игамбердиев Х.З., Маширов У.Ф. Регуляризованные алгоритмы идентификации неопределенных динамических объектов управления // Журнал «Вестник ТашГТУ». –Ташкент, 2018. № 2. –С. 16-21.

15. Деммель Дж. Вычислительная линейная алгебра. Теория и приложения: Пер. с англ. –М.: Мир, 2001 –430 с.

16. Голуб Дж., Ван Лоун Ч. Матричные вычисления: Пер. с англ. –М.: Мир, 1999. –548 с.

Сведения об авторах

1. Заринов Орипжон Олимович

2. Ташкентский государственный технический университет.

3. Доктор технических наук, проректор по учебной работы.

4. Тел.:(+99897)448-22-07,

Е-mail: uz3121@rambler.ru.

5. Итерационные алгоритмы регулярной идентификации объектов управления большой размерности.

6. Почтовый адрес: 100097, г.Ташкент, Чиланзарский р-н, кв-л. –6, дом – 29, кв. –7.

1. Маширов Уктам Фарходович

2. Ташкентский государственный технический университет.

3. Кафедра системы обработки информации и управление, доцент

4. Тел.:(+99890)900-56-25,

Е-mail: uktammamirov@gmail.com.

5. Итерационные алгоритмы регулярной идентификации объектов управления большой размерности.

6. Почтовый адрес: 100174, г.Ташкент, Алмазарский р-н, ул.Ниязова, дом-6, кв.-15.

1. Шукурова Ойсара Пулатовна

2. Каршинский государственный университет.

3. Кафедра прикладная математика, ассистент.

4. Тел.:(+99890)978-98-12,

Е-mail: oysara_shukurova@mail.ru.

5. Итерационные алгоритмы регулярной идентификации объектов управления большой размерности.

6. Почтовый адрес: 180100, Узбекистан, Кашкадарьинская область, г. Карши, ул. КУЧАБАГ, 17.