Институт информационных и вычислительных технологий МНВО РК

МАТЕРИАЛЫ

VII международной научно-практической конференции "Информатика и прикладная математика", 20 октября - 21 октября 2022, Алматы, Казахстан

Алматы 2022

УДК 378 (063)
ББК 74.58
И74

Главный редактор:
Калимолдаев М.Н. - академик НАН РК, д.ф.-м.н., профессор, советник генерального директора ИИВТ МНВО РК

Ответственные редакторы:
Мамырбаев О.Ж. - заместитель генерального директора по науке ИИВТ, доктор PhD
Айнакулов С.Ж. - заместитель генерального директора ИИВТ
Усатова О.А. – главный ученый секретарь ИИВТ МНВО РК, PhD

И 74 **Информатика и прикладная математика:** Мат. VII Межд. науч. конф. (20 октября -21 октября 2022 г.). Алматы, 2022. – 409 с.

ISBN 978-601-332-384-8

В сборнике опубликованы доклады, представленные ученными Республики Казахстан, стран ближнего и дальнего зарубежья. (Кыргызской Республики, Российской Федерации, Турции и др.)

Рассмотрены актуальные вопросы в области математики, информатики и управления: математического моделирования сложных систем и бизнес-процессов, исследования и разработки защищенных и интеллектуальных информационных и телекоммуникационных технологий, математической теории управления, технологий искусственного интеллекта.

Материалы сборника предназначены для научных работников, докторантов и магистрантов, а также студентов старших курсов.

УДК 378 (063)
ББК 74.58

ISBN 978-601-332-384-8

© Институт информационных и
Вычислительных технологий МНВО РК, 2022

ПРОГРАММА
VII - Международной научно-практической конференции
«Информатика и прикладная математика»

Организаторы:

- Институт информационных и вычислительных технологий КН МНВО РК (г.Алматы, Республика Казахстан)
- Казахский национальный университет имени Аль-Фараби (г.Алматы, Республика Казахстан)
- Люблинский Технический Университет, (г.Люблин, Польша)
- Университет «Туран» (г.Алматы, Республика Казахстан)
- «Alikhan Bokeikhan University» (г.Семей, Республика Казахстан)

Программный комитет

Почетный председатель:

- Мутанов Г.М., академик НАН РК, д.т.н., профессор, Республика Казахстан

Председатель Международного Программного комитета:

- Калимолдаев М.Н., академик НАН РК, д.ф.-м.н., профессор, Республика Казахстан

Сопредседатели Международного Программного комитета:

- Тасибеков Х.С., Член Правления-проректор по научно-инновационной деятельности, к.х.н., ассоциированный профессор, Республика Казахстан
- Wójcik Waldemar, professor, Poland
- Мамырбаев О.Ж., PhD, ассоциированный профессор, Республика Казахстан

Заместитель Председателя Международного Программного комитета:

- Абдилдаева А.А., PhD, ассоциированный профессор, Республика Казахстан

Члены международного программного комитета:

- Aijaz S., professor, Finland
- Andrzej S., professor, Poland
- Arwa S.F., UAE -DUBAI
- Erol K., professor, Turkey
- Keylan A., professor, Japan
- Kisala P., professor, Poland
- Крак Ю.В. — д.ф.-м.н., профессор, член-корр. НАН Украины., Украина
- Marat A., professor, Turkey
- Mohamed O., professor, Malaysia
- Müslüm A., professor, Turkey
- Ravil M., professor, Latvia
- Абдибеков У.С., профессор, д.ф.-м.н., профессор, академик, член Президума НИА РК, Республика Казахстан
- Абдыкаппар А.А., д. т. профессор, академик НАН РК, Республика Казахстан
- Адамов А.А., профессор, Республика Казахстан
- Айда-заде К.Р., член корр., д.ф.-м.н., профессор, Азербайджан;
- Амиргалиев Е.Н., член-корр. НАН РК, профессор, Республика Казахстан
- Арсланов М.З., профессор, д.ф.-м.н., Республика Казахстан
- Барахнин В.Б., д.т.н., профессор, Россия
- Бектемесов М.А., д.ф.-м.н., профессор Республика Казахстан
- Бериков В.Б., д.т.н., профессор, Россия
- Дарибаев Б.С., PhD, Республика Казахстан
- Дженалиев М.Т. профессор, д.ф.-м.н., Республика Казахстан
- Джомартова Ш..А., профессор, Республика Казахстан
- Евтушенко Ю.Г., академик РАН, Россия
- Зиятбекова Г.З., PhD, Республика Казахстан
- Искаков К.Т. профессор, Республика Казахстан
- Исмаилов Б.И., д.т.н., профессор, Кыргызстан
- Капалова Н.А., к.т.н., Республика Казахстан
- Кудайкулов А., профессор, д.ф.-м.н., Республика Казахстан
- Мазаков Т.Ж., д.ф.-м.н., профессор, Республика Казахстан
- Мансурова М.Е. доцент, Республика Казахстан
- Мусиралиева Ш.Ж. доцент, Республика Казахстан
- Мустафин С.А. доцент, Республика Казахстан
- Нуртазин А.Т. профессор, Республика Казахстан
- Нысанбаева С.Е. профессор, д.т.н., Республика Казахстан
- Родионов А.С., д.т.н., профессор, Россия
- Тузиков А.В., член корр., д.т.н., профессор, Беларусь
- Урмашев Б.А., к.ф-м.н., профессор, Республика Казахстан

- Шаронова Н.В., д.т.н., профессор, Украина
- Хайрова Н.Ф., д.т.н., Украина

Ученые секретари конференции:

- Усатова О.А., PhD, Республика Казахстан
- Зиятбекова Г.З., PhD, Республика Казахстан

Организационный комитет

Сопредседатели:

- Урмашев Б.А., к.ф-м.н., профессор Республика Казахстан
- Айнакулов С.Ж., PhD, Республика Казахстан
- Ахметжанов М.А., зам. председателя – PhD, Республика Казахстан

Члены Организационного комитета:

- Алгазы К., Республика Казахстан
- Калиева Г.С., Республика Казахстан
- Сахан К., Республика Казахстан
- Аспантаев А.Б., Республика Казахстан
- Ахметов Е., Республика Казахстан
- Джаксылыкова А.Б., Республика Казахстан
- Бапышев А.М., Республика Казахстан
- Аршидинова М.Т., Республика Казахстан
- Меркебаев А.Г., Республика Казахстан
- Милихат Р., Республика Казахстан
- Шермантаева Ж.У., Республика Казахстан
- Нурзакова Ж.А., Республика Казахстан

Соорганизаторы конференции

Место проведения:

Республика Казахстан, г.Алматы, проспект аль-Фараби, 71,
Тел.: +7 – 727- 272-37-11;
+7 – 727 -272-39-13;
+7 – 727 -272-33-13;
+7 – 707-376-00-90.

Вступительное слово

Дорогие друзья, уважаемые коллеги, организаторы и участники VII Международной научной конференции «Информатика и прикладная математика»!

Приветствую Вас и поздравляю с началом работы конференции! В работе международной конференции принимают участие видные ученые из ближнего и дальнего зарубежья, отечественные ученые, ведущих ВУЗов РК и научно-исследовательских институтов. К сожалению, геополитическая ситуация в мире, конференция будет проводиться в оффлайн и онлайн-режиме.

Институт является единственной профильной организацией Казахстана в области информационных технологий и вносит свой вклад в цифровую трансформацию нашей страны успешно выполняя фундаментальные и прикладные научные исследования.

Результаты НИР ИИВТ получили заслуженное признание в республике, о чем свидетельствуют полученные авторские свидетельства, отечественные и международные патенты, публикации в зарубежных рейтинговых журналах. Многие результаты научных исследований, выполненных в Институте, нашли свое практическое применение в развитии информационной инфраструктуры Республики Казахстан.

Институт выражает благодарность руководству Министерства науки и высшего образования РК, Министерства цифрового развития, инноваций и аэрокосмической промышленности РК, Люблинскому техническому университету, Институт информационных и вычислительных технологий КН МНВО РК (г.Алматы, Республика Казахстан), Казахский национальный университет имени Аль-Фараби (г.Алматы, Республика Казахстан), Люблинский Технический Университет, (г.Люблин, Польша), Университет «Туран» (г.Алматы, Республика Казахстан), «Alikhan Bokeikhan University» (г.Семей, Республика Казахстан), организаторам, участникам и гостям конференции за активное участие и проведении в подготовке данного мероприятия.

Желаю всем участникам конференции плодотворной работы, творческой результативной дискуссии, активности, оптимизма и приобретения дружеских контактов. Уверен, что результаты конференции будут полезны всем участникам данной конференции, а предложенные рекомендации найдут свое применение в дальнейшей практической деятельности каждого из вас.

ВРИО генерального директора
ИИВТ МНВО РК Мутанов Г.М.

Почетный генеральный директор
ИИВТКН МНВО РК, академик НАН РК Калимолдаев М.Н.

СЕКЦИЯ 1

Қолданбалы математика, информатика және басқару теориясының қазіргі заманғы мәселелері Бизнес процесстер мен күрделі жүйелерді оңтайландыру мен модельдеу. Есептеу математикасы, сандық талдау және программалау, математикалық логика. Статистика теориясы. Статистикалық әдістер

Современные проблемы прикладной математики, информатики и теории управления. Моделирование и оптимизация сложных систем и бизнес-процессов. Вычислительная математика, численный анализ и программирование, математическая логика. Теория статистики. Статистические методы

Current issues of applied mathematics, computer science and control theory Modeling and optimization of complex systems and business processes. Computational mathematics, numerical analysis and programming, mathematical logic. Theory of statistics. Statistical methods

POISSON STABILITY IN SICNNS

[1]Zhamanshin A., [1]Akhmet M., [2,3]Tleubergenova M.
e-mail: akylbek@metu.edu.tr
[1]Middle East Technical University, Ankara, Turkey
[2]Aktobe Regional University, Kazakhstan
[3]Institute of Information and Computational Technologies, CS MES RK, Kazakhstan

Abstract. *The present research considers the existence and uniqueness of Poisson stable solution for a shunting inhibitory cellular neural network (SICNNs). Neural network with time-variable two-component rates and Poisson stable inputs is discussed. The existence and uniqueness theorem are proved. Example of the model with Poisson stable rates, inputs and outputs confirms the feasibility of theoretical results.*

1. Introduction

Initially, artificial neural networks were created in order to reproduce the human brain: its structure, functioning andinterconnections. But such a network is impossible, yet. However, over the years of the existence of this concept, many typologies of neural networks have been developed and their applications have been found. Artificial neural networks are a very flexible tool for solving a wide range of tasks, from training game artificial intelligence to prediction of economical behavior in a particular region or an entire state.

Cellular neural networks ($CNNs$), introduced in [1], immediately gained wide recognition to focus on parallel asynchronous computing processes. In the last few years, many algorithms for pattern recognition, image processing,evaluation of the dynamics of mechanical systems, etc., have been successfully implemented with $CNNs$.

In CNNs, each cell C_{ij} is connected with cells of its *r*-neighborhood. According to the definition in [1], the *r*-neighborhood $N_r(i,j)$ is defined as

$$N_r(i,j) = \{C_{kl} : \max(|k - i|, |l - j|) \leq r, 1 \leq k \leq m, 1 \leq l \leq n\},$$

with fixed natural numbers *m* and *n*.

Shunting inhibitory cellular neural networks (SICNNs) were proposed in [2] and have been extensively applied in adaptive pattern recognition, image and vision processing, robotics, psychophysics, speech, optimization, among other tasks. In SICNNs, neighboring cells exert mutual inhibitory interactions of the shunting type. In its original formulation, they describe the dynamics of the cell $C_{ij}, i = 1,\dots,m, j = 1,\dots,n$, by the following nonlinear ordinary differential equation:

$$x'_{ij}(t) = -a_{ij}\, x_{ij}(t) - \sum_{C_{kl}\in N_r(i,j)} C_{ij}^{kl} f\big(x_{kl}(t)\big) x_{ij}(t) + v_{ij}(t), \tag{1}$$

where $t \in \mathbb{R}, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$; x_{ij} - the ijth neuron state; a_{ij}- the passive decay rate; C_{ij}^{kl} - the strength of thecoupling between cells C_{kl} and C_{ij}, and C_{ij}^{kl} is greater or equal to 0; $f(x_{kl})$ - the activation function; $v_{ij}(t)$ - the external input to cell C_{ij}.

Many researchers have considered SICNNs with time-varying rates and investigated, for instance, periodic [3],anti-periodic [4], almost periodic [5] and pseudo-periodic [6] solutions.

In this paper, SICNNs with Poisson stable inputs and passive decay rates are studied. Furthermore, the rates ofcell activity have a special structure consisting of periodic and Poisson stable components. First of them is responsible for the overall dynamics and stability whilst the second is causing irregular behavior in SICNNs. The passive decayrates and inputs are synchronized by the common moments of convergence on bounded intervals.

Applying the new technique, *the method of included intervals* [7, 8, 9], we approve Poisson stability for thesolution of the SICNNs.

We investigate the following SICNNs with continuous time-varying coefficients:

$$x'_{ij}(t) = -(a_{ij}(t) + b_{ij}(t))\, x_{ij}(t) - \sum_{C_{kl} \in N_r(i,j)} C_{ij}^{kl} f\big(x_{kl}(t)\big) x_{ij}(t) + v_{ij}(t), \quad (2)$$

where the rates are compartmental and consist of the sum of periodic $a_{ij}(t)$ and Poisson stable $b_{ij}(t)$ components,moreover, inputs $v_{ij}(t)$ are also Poisson stable functions.

Definition 1. [10] A bounded and continuous function $\psi(t): \mathbb{R} \to \mathbb{R}$, is said to be Poisson stable if there exists a $sequence t_p$, $t_p \to \infty$ as $p \to \infty$, such that $\psi(t + t_p)$ uniformly converges to $\psi(t)$ on each bounded interval of $\mathbb{R}$.

Consider the sequence τ_p, $p = 1, 2. \dots$, such that $t_p = \tau_p (mod \omega)$, and $\omega > 0$ is a fixed number. It is clear that $0 \le \tau_p < \omega$. Hence, there exists a subsequence τ_{pl}, $l = 1,2, \dots$, which converges to a real number τ_ω. Consequently, one can find a subsequence t_{pl} , $l = 1, 2, \dots$, of the *convergence sequence* t_p, such that $t_{pl} \to \tau_\omega (mod\ \omega) as\ l \to \infty$. Thenumber τ_ω is said to be *Poisson shift* for the convergence sequence. The set of all Poisson shifts, τ_ω, is not empty, and is of several or even infinite number elements. In what follows, $\kappa_\omega = inf\ \tau_\omega, 0 \le k_\omega < \omega$, is called *the Poisson number* for $t_p, p = 1, 2, \dots, and\ \omega$.

2. Main results According to the results in [11], $\boldsymbol{y(t) = (y_{ij}(t)), i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n}$, is a bounded solution of (2) if and only if thenext integral equations are valid:

$$y_{ij}(t) = -\int_{-\infty}^{t} e^{-\int_s^t a_{ij}(u)du} \Big(b_{ij}(s) y_{ij}(s) + \sum_{C_{kl} \in N_r(i,j)} C_{ij}^{kl} f\big(y_{kl}(s)\big) y_{ij}(s) - v_{ij}(s)\Big) ds. \quad (3)$$

We use the norm $\|u\| = sup_{t \in \mathbb{R}} |u(t)|$, where $u : \mathbb{R} \to \mathbb{R}$, is a bounded function.

Let us consider the set $\mathcal{S}$ of rectangle matrix-functions $\phi(t) = (\phi_{ij}(t)), i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$, such that each entry of the function is Poisson stable with common sequence $t_p, p = 1, 2, \dots$The entries of functions are bounded, $|\phi_{ij}(t)| <$

$H, i = 1, 2, \ldots, m, j = 1, 2, \ldots, n,$ where $H > 0$. In the set $\mathcal{S}$ we have determined the norm $\| \phi(t) \|_0 = max_{(i,j)} \| \phi_{ij}(t) \|$.

Define on $\mathcal{S}$ the operator $\Phi\phi(t) = \left(\Phi_{ij}\phi(t)\right), \phi \in \mathcal{S}, i = 1, \ldots, m, j = 1, \ldots, n,$ where

$$\Phi_{ij}\phi(t) = -\int_{-\infty}^{t} e^{-\int_s^t a_{ij}(u)du}\left(b_{ij}(s)\phi_{ij}(s) + \sum_{C_{kl}\in N_r(i,j)} C_{ij}^{kl} f\left(\phi_{kl}(s)\right)\phi_{ij}(s) - v_{ij}(s)\right)ds. \quad (4)$$

The following assumptions will be needed:

(A1) ω-periodic functions $a_{ij}(t)$ satisfy the inequality $\int_0^{\omega} a_{ij}(u)du > 0, i = 1, \ldots, m, j = 1, \ldots, n;$

(A2) there exists a convergence sequence t_p common for Poisson stable functions $b_{ij}(t)$ and $v_{jt}(t), i = 1, 2, \ldots, m, j = 1, 2, \ldots, n;$

(A3) the Poisson number κ_ω is equal to zero;

(A4) there exists a number $M_f > 0$ such that the following equality is valid $sup_{|s|<H} |f(s)| = M_f$;

(A5) there exists a number $L > 0$, which satisfies the inequality $|f(s_1) - f(s_2)| \leq L|s_1 - s_2|$ if $|s_1| < H, |s_2| < H$.

Duo to assumption ($C1$), there exist numbers $K_{ij} \geq 1, \lambda_{ij} > 0$ such that the relation

$$e^{\int_t^s a_{ij}(u)du} \leq K_{ij}e^{-\lambda_{ij}(t-s)},$$

is true for all $i = 1, \ldots, m, j = 1, \ldots, n.$

For convenience, we introduce some notations:

$$M_{ij}^b = \sup_{t\in\mathbb{R}}\left|b_{ij}(t)\right|, \quad M_{ij}^v = \sup_{t\in\mathbb{R}}\left|v_{ij}(t)\right|, i = 1,2, \ldots, n.$$

We also need the following conditions.

(A6) $\mathrm{K}_{ij}\left(M_{ij}^b + \left(M_f + LH\right)\sum_{C_{kl}\in N_r(ij)} C_{ij}^{kl}\right) < \lambda_{ij}, i = 1, \ldots, m, j = 1, \ldots, n:;$

(A7) $\frac{\mathrm{K}_{ij}M_{ij}^v}{\lambda_{ij} - \mathrm{K}_{ij}M_f\sum_{C_{kl}\in N_r(i,j)} C_{ij}^{kl} - \mathrm{K}_{ij}M_{ij}^b} < H, i = 1, \ldots, n.$

The following assertions are correct.

Lemma 2. The set $\mathcal{S}$ is a complete.

Lemma 3. Assume that conditions (A1)–(A7) are satisfied, then operator Φ is invariant in $\mathcal{S}$.

Lemma 4. The operator Φ is contractive in $\mathcal{S}$.

By using Lemmas 2-4, one can prove the next theorem.

Theorem. The neural network (2) possesses a unique asymptotically stable Poisson stable solution provided thatconditions ($A1$)-($A7$) are fulfilled.

It is shown in [12] that there exists a Poisson stable solution $\rho_i, i \in \mathbb{Z}$, of the logistic map

$$\lambda_{i+1} = \mu\lambda_i(1 - \lambda i), i \in \mathbb{Z}, \quad (5)$$

where and $\mu \in \left[3 + (2/3)^{1/4}, 4\right]$ is a fixed constant. The sequence, ρ_i, is a discrete version of the Poisson stable function.

As a functions of rates and external inputs, we use the Poisson stable function $\Theta(t)$ [12]:

$$\Theta(\mathrm{t}) = \int_{-\infty}^{t} e^{-3(t-s)} W(s) ds, \tag{6}$$

where $W(t) = \rho_i$ for $t \in [hi, h(i+1)), i \in \mathbb{Z}$ and $h > 0$.

Example. Let us show the dynamics of neural network (2), where $i = 1,2, j = 1,2,3, f(s) = 0.5arctan(s)$, the coupling strength $C_{ij}^{11} = 0.04, C_{ij}^{12} = 0.0, C_{ij}^{13} = 0.05, C_{ij}^{21} = 0.01, C_{ij}^{22} = 0.06, C_{ij}^{23} = 0.02$. For each fixed k = 1, 2, and l = 1, 2, 3, the coefficients C_{ij}^{kl} are the same for all *i, j,* such that the cell C_{kl} belongs to $N_1(i,j)$. Functions $a_{ij}(t)$ are π-periodic such that $\mathrm{a}_{11}(\mathrm{t}) = 2 + \sin(6\mathrm{t}), \mathrm{a}_{12}(\mathrm{t}) = 4 + \cos(4\mathrm{t}), \mathrm{a}_{13}(\mathrm{t}) = 2 + \cos(2\mathrm{t}), a_{21}(\mathrm{t}) = 6 + \sin(4\mathrm{t}), a_{22}(\mathrm{t}) = 3 + \sin(2\mathrm{t}),\ a_{23}(\mathrm{t}) = 5 + \cos(4\mathrm{t})$. The functions $b_{ij}(t)$ and $v_{ij}(t)$are Poisson stable such that $b_{11}(t) = 0.4\Theta(t), b_{12}(t) = 0.5\Theta(t), b_{13}(t) = 0.3\Theta(t), b_{21}(t) = 0.2\Theta(t), b_{22}(t) = 0.4\Theta(t), b_{23}(t) = 0.6\Theta(t), v_{11}(t) = cos(0.4t) + 0.4\Theta^2(t)$, $v_{12}(\mathrm{t})$=cos(0.2t)+0.3Θ(t), $v_{13}(\mathrm{t})$= sin(0.2t) + 0.3Θ(t), $v_{21}(\mathrm{t})$ = cos(0.1t) + 0.8Θ^3(t), $v_{22}(\mathrm{t})$ = sin(0.4t) + 0.3Θ^2(t), v_{23} (t) = sin(0.1t) + 0.4Θ(t), where Θ(t) constructed with $h = 0.1\pi$. The functions $a_{ij}(t)$ and $v_{ij}(t)$ are periodic, with common period $\omega = 0.1\pi$. Figure 1 depicts simulation results of SICNNs (2) with initial data $x_{11}(0) = 0.4, x_{12}(0) = 0.2, x_{13}(0) = 0.5, x_{21}(0) = 0.1, x_{22}(0) = 0.4, x_{23}(0) = 0.2$.

Acknowledgments A. Zhamanshin and M. Akhmet have been supported by 2247-A National Leading Researchers Program of TUBITAK, Turkey, N 120C138. M. Tleubergenova and A. Zhamanshin have been supported by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (grant No. AP09258737 and No. AP08856170).

References

1. Chua L., Yang L. Cellular neural networks: Applications / IEEE Transactions on Circuits and Systems, 1998. – Vol. 35. – P. 1273–1290).

2. Bouzerdoum A., Pinter, R.B. Shunting inhibitory cellular neural networks: derivation and stability analysis / IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Fundamental Theory and Applications, 1993. – Vol. 40. – P. 215–221.

3. Li Y., Wang L., Fei Y. Periodic solutions for shunting inhibitory cellular neural networks on neutral type with time-varying delays in the leakage term on time scales / Journal of Applied Mathematics, 2014. - P. 496396.

4. Huang C., Wen S., Huang L. Dynamics of anti-periodic solutions on shunting inhibitory cellular neural networks with multi-proportional delays / Neurocomputing, 2019. – Vol. 357. – P. 47–52.

5. Ou C. Almost periodic solutions for shunting inhibitory cellular neural networks / Nonlinear Analysis: Real World Applications, 2019. – Vol. 10. – P. 2652–2658.

6. Lu Y., Ji D., Pseudo almost periodic solutions for shunting inhibitory cellular neural networks with continuously distributed delays / Journal of Inequalities and Applications, 2017. - P. 242.

7. Akhmet M., Tleubergenova M, Akylbek Z. Inertial neural networks with unpredictable oscillations / Mathematics, 2020. – Vol. 8. – P. 1–11.

8. Akhmet M. Domain structured dynamics: unpredictability, chaos, randomness, fractals, differential equations and neural networks / Akhmet M. – Bristol: IOP Publishing, 2021.

9. Akhmet M., Tleubergenova M., Zhamanshin A. Modulo periodic Poisson stable solutions of quasilinear differential equations / Entropy, 2021. – Vol. 23. P. 1535.

10. Sell G.R. Topological dynamics and ordinary differential equations / Sell G.R. – London: Van Nostrand Reinhold Company, 1971.

11. Hartman P. Ordinary differential equations / Hartman P. – Boston: Birkhauser, 2002.

12. Akhmet M., Fen M.O. Poincare chaos and unpredictable functions / Commun. Nonlinear Sci. Numer. Simul., 2017. – Vol. 48. – P. 85–94.

ХИМИЯЛЫҚ РЕАКТОРДЫ БАСҚАРУ ТУРАЛЫ

Мазақова Ә.Т.[1,2], Шаймерден Б.О. [2], Сейлхан Б.Ж. [2],
Мазаков Т.Ж.[1,2], Джомартова Ш.А.[2]
e-mail: jomartova@mail.ru
[1]ҚР БҒМ ҒК «Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты», Қазақстан
[2]әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

Аңдатпа. *Біздің өркениет дамуының қазіргі кезеңі, ең алдымен, компьютерлік технологияның күші мен таралуының бұрын-соңды болмаған өсуімен, содан кейін информатиканың адам қызметінің барлық салаларына енуімен сипатталады. Жасанды интеллектпен жабдықталған роботтар, әр түрлі құрылғылар мен компьютерлік программалар өз мүмкіндіктері бойынша жақын арада адам мүмкіндіктерінен асып түседі, тек күнделікті өмірде және өнеркәсіптік өндірісте ғана емес, ғылыми зерттеулерде де басым рөл атқара бастады. Ақпараттандыру процестері химияға тез енеді. Бұған әсіресе көп жылдар бойы химияның басым эмпирикалық ғылым ретінде дамып келе жатқандығы, сондықтан оның терең талдауы қазіргі информатика құралдарын пайдаланбай енді мүмкін болмайтын көптеген тәжірибелік деректердің жинақталуы ықпал етеді.*

Бұл мақалада химиялық реактордың басқару мүмкіндігі мәселесі қарастырылады. Зерттелетін мақаланың өзектілігі математикалық модельдеудің қымбат және қауіпті технологиялық процестерді ауыстыруға мүмкіндік беретіндігінде. Мақалада аралық (интервалдық) математиканы қолдану негізінде бағдарлама түрінде жүзеге асырылатын химиялық реактордың басқарылу критерийі алынған.

Түйінді сөздер: *аралық математика, кинетика, математикалық модель, басқару, химиялық реакция.*

Кіріспе. Жұмыс сызықты емес қарапайым дифференциалдық теңдеулер арқылы сипатталған химиялық процестерді математикалық модельдеуге арналған. Бұл теңдеулер процестердің кең класын сипаттайды – жану, полимерлену, гетерогенді талдау және т.б. Олардың барлығы күрделі динамикамен сипатталады. Соңғы жылдары химиялық процестер мен реакторларды математикалық басқару теориясы кеңінен дамыды. Математикалық модельдеуді қолдану жаңа процестерді, реакторларды, катализаторларды әзірлеу уақытын қысқартуға, реакторлардың тұрақты және тұрақсыз жұмыс режимдерінің аймақтарын, сондай-ақ химиялық процестерді басқарудың оңтайлы параметрлерін табуға мүмкіндік береді [1].

Нақты химиялық процестің математикалық моделін құру кезінде біркелкі параметрлері бар жүйелерді сипаттау үшін қарапайым дифференциалдық теңдеулер (мысалы, идеалды ауыстыру реакторлары) немесе бөлінген параметрлері бар жүйелерді сипаттау үшін ішінара дифференциалдық теңдеулер (мысалы, химиялық реакциялардың кинетикасы және әрекеттесуші заттардың диффузиясына байланысты масса алмасу процесі) қолданылады [2].

Бұл теңдеулердің сапалық теориясы мәселелерінің ауқымы мыналарды қамтиды: атап айтқанда, мәселені тұжырымдау дұрыстығы туралы, жалпы уақыт бойынша шешімдердің мінез-құлқының сипаты туралы, оларды тұрақтандыру туралы, тұрақтылық пен басқарушылық туралы сұрақтар. шешімдердің, параметрлік тәуелділік туралы және т.б.

Әдіс-тәсілдер мен мәселенің қойылуы. Мақалада үш заттың қоспасында жүретін химиялық реакциялардың математикалық моделі қарастырылған [3-4]:

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= -\left[K_1(u) + K_2(u) + K_3(u)\right]x_1, \\ \frac{dx_2}{dt} &= K_1(u)x_1 - K_4(u)x_2, \\ \frac{dx_3}{dt} &= K_4(u)x_2 - K_5(u)x_3, \quad 0 \le t \le T. \end{aligned} \tag{1}$$

мұнда келесі белгі қолданылады:

$t_0 = 0$ –химиялық реакцияның басталуына сәйкес келетін уақыт нүктесі;

T – байланыс реакциясының уақыты (немесе реакцияның аяқталу сәті);

$u(t)$ –t уақытындағы химиялық реактордың жұмыс аймағындағы абсолютті температурасының мәні;

$x_1(t)$ –t уақытындағы бастапқы заттың (шикізаттың) концентрациясы;

$x_2(t)$ –t уақытындағы аралық өнім концентрациясы;

$x_3(t)$ –t уақытындағы соңғы өнімнің концентрациясы;

$K_i(u)$, $i = \overline{1,5}$ –температураға байланысты реакция қарқындылығы;

$u_{\max}$ – реактордың технологиялық сипаттамаларымен немесе жүріп жатқан реакцияның каталитикалық тұрақтылығының шартымен анықталатын реактордағы мүмкін болатын ең жоғары температура.

Бұл модельде реакция жылдамдығының кинетикалық константалары K_i, $i = \overline{1,5}$, заңға бағынады деп есептеледі.

$$K_1(u) = C_i e^{\frac{E_i}{R}\left[\frac{1}{658} - \frac{1}{u}\right]}, \quad i = \overline{1,5},$$

жиілік коэффициенттері C_i, $i = \overline{1,5}$ $i = \overline{1,5}$, және активтену энергиялары E_i, $i = \overline{1,5}$, [6] сәйкес мәндерге ие болады.

$$\begin{aligned} &C_1 = 1.02, \quad C_2 = 0.93, \quad C_3 = 0.386, \quad C_4 = 3.28, \quad C_5 = 0.084, \\ &E_1 = 16000, \quad E_2 = 14000, \quad E_3 = 15000, \quad E_4 = 10000, \quad E_5 = 15000, \end{aligned}$$

әмбебап газ тұрақтысы $R = 1.9865$.

Реакцияның жүруіне белгілі бір температуралық режимді орнату арқылы оның пайда болу жылдамдығына және оның нәтижесінде алынған соңғы өнімнің мөлшеріне әсер етуге болады. Осылайша, реакция температурасы бақылаушы ретінде әрекет ете алады. Келесіде температура уақыт бойынша өзгереді деп есептеп, оны $u(t)$ деп белгілейміз. Қандай химиялық реактор болмасын, ондағы абсолютті температура 0 градустан төмен түсе алмайтынын және әрбір реактор үшін оның технологиялық сипаттамаларымен анықталатын белгілі бір мәннен жоғары көтеріле алмайтынын атап өткен жөн.

Осылайша, химиялық реакторды басқару міндеті химиялық реактордың ең жоғары өнімділігін қамтамасыз ететін реакцияның оңтайлы температуралық режимін және оңтайлы жанасу уақытын табу болып табылады.

Реакцияның басында реакторда аралық өнімдер мен соңғы өнімдер болмайды, яғни олардың концентрациясы нөлге тең. Шикізаттың концентрациясы, керісінше, максималды және 1-ге тең. Осылайша, бастапқы шарттар (2) түрге ие

$$x_1(0)=1, \quad x_2(0)=0, \quad x_3(0)=0. \tag{2}$$

Жоғарыда айтылғандай, реактордың жұмыс аймағындағы температура теріс болуы және белгілі бір шекті мәннен асып кетуі мүмкін емес. Осылайша, бізде бақылау мәндеріне мынадай шектеулер бар:

$$0 \le u(t) \le u_{\max}, \quad \forall t \in [0, T]. \tag{3}$$

Реакцияның каталитикалық тұрақтылығының шарттарынан таңдалған реактордың жұмыс аймағындағы максималды мүмкін болатын температура мәні $u_{\max}=823$-ке тең.

[5] жұмыста химиялық реактордың оңтайлы басқаруын таңдау мәселесі қарастырылған. Дегенмен, химиялық реактордың басқарылу мүмкіндігін анықтау мәселесі өзекті болып қала береді, яғни (3) шартты қанағаттандыратын және жүйені (2) күйден қажетті

$$x_1(T)=\overline{X}_1, \; x_2(T)=\overline{X}_2, \; x_3(T)=\overline{X}_3, \tag{4}$$

күйіне T белгіленген уақытта көшіретін басқару $u(t)$ бар ма?

Талқылау және нәтижелер. Нақты бастапқы деректері бар есептерді сандық шешу. Есепті шешу үшін [4] жұмыста келтірілген интервалдық математиканы қолданамыз. [6] жұмыста интервалдық математиканы қолдану негізінде стационарлық емес сызықтық жүйелердің басқарылу критерийі алынды. Дегенмен, бұл жұмыста қарастырылған жүйе сызықты емес, бұл зерттеу мәселесін айтарлықтай қиындатады.

(1) жүйені интегралдық түрде қайта жазайық

$$x_1(t) = x_1(0) - \int_0^t [K_1(u) + K_2(u) + K_3(u)]x_1 dt,$$

$$x_2(t) = x_2(0) + \int_0^t [K_1(u)x_1 - K_4(u)x_2]dt, \qquad (5)$$

$$x_3(t) = x_3(0) + \int [K_4(u)x_2 - K_5(u)x_3]dt, \qquad 0 \le t \le T.$$

(5) теңдеулер жүйесін h қадамымен дискреттейміз: (5) оң жағындағы интегралдарды қатармен ауыстырамыз.

$$\begin{aligned} x_1(t+h) &= x_1(t) - h[K_1(u(t)) + K_2(u(t)) + K_3(u(t))]x_1(t), \\ x_2(t+h) &= x_2(t) + h[K_1(u(t))x_1(t) - K_4(u(t))x_2(t)], \\ x_3(t+h) &= x_3(t) + h[K_4(u(t))x_2(t) - K_5(u(t))x_3(t)], \qquad 0 \le t \le h. \end{aligned} \qquad (6)$$

u интервал болсын. $u = (u_{\max}/2, u_{\max}/2)$ – интервалының центрі $\bar{u} = u_{\max}/2$ – (бірінші сан) және $u_\varepsilon = u_{\max}/2$ радиусымен белгілеңіз [7]. $(\bar{u}, u_e)$ интервалын $u(t)$ орнына қойып, интервалдық математиканы (6) қолданып, мынаны аламыз

$$\begin{aligned} x_1(t+h) &= SubIn(x_1(t), h * MultIn(FunInt([(AddIn(AddIn(K_1(u), K_2(u), K_3(u(t))]), x_1(t))), \\ x_2(t+h) &= AddIn(x_2(t), h * SubIn([MultIn(K_1(u), x_1(t)), MultIn(K_4(u), x_2(t)])), \\ x_3(t+h) &= AddIn(x_3(t), h * [SubIn(MultIn(K_4(u), x_2(t)), MultIn(K_5(u, x_3(t)])), \qquad 0 \le t \le h. \end{aligned} \qquad (7)$$

мұндағы u – интервалды басқару векторы және сәйкесінше күй векторлары интервал, (6) формуладағы барлық операциялар - SubIn, AddIn, MultrIn – [8] жұмыста анықталған ережелерге сәйкес анықталады. $FuncInt(u)$ функциясы да сызықты емес интервалдық функцияларды есептеу ережелеріне сәйкес анықталған [8]. 0-ден T-ге дейінгі уақыт аралығында (7) интервал формулалары бойынша есептей отырып, $t = T$ кезінде интервал векторын аламыз, оны $y_T = (x_1(T), x_2(T), x_3(T))$ деп белгілейміз.

Элементтері (4) формуладағы мәндерге ие болатын $\bar{x} = (\bar{X}_1, \bar{X}_2, \bar{X}_3)$ құрамыз.

<u>Теорема.</u> (1)-(3) жүйе басқарылатын болуы үшін $\bar{x}$ векторының y_T интервал векторына жататындығы жеткілікті.

Delphi тілінде [9-10] сандық модельдеу үшін ұсынылған басқарылатын критерийдің есебін және интервалды есептеудің арифметикалық операцияларын жүзеге асыратын программа жасалды.

Сандық есептеулер көрсеткендей, T = 1 уақытында (3) шектеулер орындалған кезде жүйе (1) бастапқы күйден (2) келесі күйлерге ауыса алады:

$$, \bar{X}_2 \in (0.059, 0.063), \bar{X}_3 \in (0.323, 0.325).$$

Қорытынды. Мақалада сызықты емес қарапайым дифференциалдық теңдеулермен сипатталған химиялық реактордың математикалық моделі зерттеледі. Интервалдық математиканы қолдану негізінде интервалдық функциялар кітапханасының көмегімен программа түрінде жүзеге асырылатын басқарылатын критерий алынады [8].

Программаның практикалық құндылығы мынада: онда жасалған технология мен алгоритмдер әртүрлі сипаттағы объектілерді басқару мәселесін шешуге мүмкіндік береді және электр энергиясын, роботтық жүйелерді және т.б. зерттеуге қолдануға болады.

Әдебиет

1. Слинько М.Г. Моделирование химических реакторов. – Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1996. – 96 с.

2. Акрамов Т.А. Качественный анализ эволюционных уравнений, описывающих химические процессы // Автореф. доктор.диссер. по спец. 05.13.16, Новосибирск: 1997. – 33 с.

3. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. – М.: Химия, 1976. – 464 с.

4. Кафаров В.В., Глебов С.А. Математическое моделирование основных процессов химических производств. – М.: Высшая школа, 1991 – 429 с.

5. Айсагалиев С.А., Кабидолданова А.А., Оспанова М.К. К теории оптимального управления химическим реактором // Известия НАН РК. Серия физико-математическая. – 2003. – № 5. – С. 53-61.

6. Мазаков Т.Ж., Джомартова Ш.А. Применение интервального анализа в практических вычислениях // Выч.технологии. – 2002. –№ 7. – С.6.

7. Мазаков Т.Ж., Жанабаев Е.З., Джомартова Ш.А. Критерий управляемости нестационарных линейных систем // Вестник МОН-НАН РК. – 2003. – № 1. – С. 5.

8. Свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права №7576 от 17 января 2020 «Библиотека интервальных функций» (программа для ЭВМ), авторы: Зиятбекова Г.З., Мазакова А.Т., Мазаков Т.Ж., Джомартова Ш.А., Карымсакова Н.Т., Амирханов Б.С., Жолмагамбетова Б.Р.

9. Фленов М.Е. Библия Delphi. – СПб.: БХВ-Петербург, 2014. – 688 с.

10. Культин Н.Б. Основы программирования в Turbo Delphi. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 384 с.

Авторлар туралы мәлімет:

1. Шаймерден Бектұрсын Орыналыұлы – әл-Фараби атындағы ҚазҰУ магистранты; e-mail: sbektursyn@mail.ru

2. Сейлхан Бекзат Жамиғатұлы – әл-Фараби атындағы ҚазҰУ магистранты;

e-mail: bekzatseilkhanov@gmail.com

3. Мазақова Әйгерім Талғатқызы – әл-Фараби атындағы ҚазҰУ докторанты;

e-mail: aigerym97@mail.ru

4. Мазаков Талгат Жакупович – ф.-м.ғ.д., әл-Фараби атындағы ҚазҰУ профессоры; e-mail: tmazakov@mail.ru

5. Джомартова Шолпан Абдразаковна – т.ғ.д., әл-Фараби атындағы ҚазҰУ профессоры; e-mail: jomartova@mail.ru

ӨНДІРІСТІК ОБЪЕКТІЛЕРДІ ОРНАЛАСТЫРУ ҮШІН ШТЕЙНЕР ӘДІСІН ҚОЛДАНУ

Еркенғали Ж.А.[2], Мазакова Ә.Т.[1,2], Мазаков Т.Ж.[1,2],
Джомартова Ш.А.[2], Зиятбекова Г.З.[1,2]
e-mail: jomartova@mail.ru
[1]ҚР БҒМ ҒК «Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты», Қазақстан
[2]әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

Аңдатпа. *Бұл мақалада өндірісті орналастыру үшін алгоритмдер мен бағдарлама жасау мәселесі қарастырылған. Зерттеу объектісі өндірісті орналастыру процестері болып табылады. Мақалада зерттелетін тақырыптың өзектілігі аймақтардағы әлеуметтік-экономикалық процестердің ерекшеліктерімен анықталады. Сондай-ақ олардың дамуының Қазақстанның ұлттық қауіпсіздігін қамтамасыз ететін стратегияларын таңдау, өңірлер мен тұтастай алғанда мемлекет дамуының әлеуметтік, экономикалық, саяси басымдықтары жүйесінде ымыраға келу қажеттілігі айтылады. Өңірлерді дамыту міндеттерінің күрделене түсуі мен көп факторлылығы да атқарылған істердің өзектілігін, оның ғылыми және практикалық маңыздылығын айғақтайды. Мақалада ең қысқа қашықтықтарды анықтау және оңтайлы көлік жүйелерінің геометриялық үлгісі ретінде қызмет ететін сызықтарды салу үшін Штейнер әдісі қолданылады.*

Түйінді сөздер: *мәліметтерді визуализациялау, математикалық модель, Штейнер әдісі, өндіріс орындарын орналастыру, бағдарлама.*

Кіріспе. Қызмет көрсету саласы объектілерін аумақтық орналастыру міндеті негізінен жалпы сипатта болады және халыққа көрсетілетін қызметтердің ерекшеліктерін есепке алу үшін имитациялық модельдеу әдісімен жақсы реттеледі. Бұл көлік, сауда, қаржылық және ақпараттық қамтамасыз ету қызметтері, медициналық және білім беру қызметтері және т.б. болуы мүмкін. Барлық жағдайларда қызметке сұраныс халық санымен, демографиялық, экономикалық, географиялық, ұлттық және басқа да сипаттамалармен анықталады, олар нақты қызметтерді көрсету үшін кәсіпорындарды орналастыру мәселесін шешу кезінде ескерілуі тиіс.

Өңірдің экономикалық маңызды аудандарында қызмет көрсету объектілерін орналастыруды көп өлшемді экономикалық негізделген таңдау проблемасы аумақ пен халықтың мүдделерін қызмет көрсететін кәсіпорындар мен ұйымдардың мүдделерімен үйлестіретін шешімдер қабылдау қажет [1, 2].

Ғылыми зерттеулердің қазіргі жағдайы қоғамдық өндірістің орналасу және аумақтық дамуының жалпы заңдылықтарын тұжырымдауға мүмкіндік береді. Өнеркәсіпті ұтымды бөлу ғылыми-техникалық прогреспен және өндіріс ауқымымен бірге оның салаларының табысты жұмыс істеуінің ең маңызды шарты болып табылады. Олар да өнеркәсіптің дамуының шешуші факторларының бірі болып табылады. Кез келген елдің экономикасы ұлттық шекаралардағы қоғамдық ұдайы

өндірісті ерекшелендіретін өзара байланысты салалардың біртұтас кешені болып табылады.

Кеңістік немесе барлық экономикалық және табиғи жағдайлардың кеңістіктегі өзара орналасуы жалпы орналасу факторы ретінде ерекше рөл атқарады. Кеңістік көліктің көмегімен еңсеріледі және көлік шығындарының сәйкес деңгейі арқылы өндіргіш күштердің таралуына әсер етеді. Экономикалық дамудың қазіргі кезеңінде өндіргіш күштерді бөлуде экологиялық факторлар тобы ерекше рөл атқарады, өйткені ол табиғи ресурстарды ұқыпты пайдалану және халықтың өмір сүруіне қажетті жағдайларды қамтамасыз етумен тікелей байланысты [3].

Зерттеу жалпы логистикалық шығындарды азайту үшін ірі қалалардың аумағында тарату орталықтарын орналастыру моделін әзірлеуге бағытталған. Бұл мақсатқа сақтау және көлік шығындарын оңтайландыру және ірі қалалар аумағында өнеркәсіптік және көліктік аймақтарды пайдалану тиімділігін арттыру арқылы қол жеткізіледі. Бұл мәселені шешудің қолданыстағы тәсілдерінің жеткілікті санына қарамастан, олардың кейбір кемшіліктері де бар: олар толығымен шынайы емес және логистикалық оңтайландыру мен технологиялық көрсеткіштердің талаптарына толық сәйкес келмейді, топографиялық шектеулерді, көлік коммуникацияларының және басқа қажетті ресурстардың жетіспеушілігін және факторлар [4].

Зерттеу объектілері мемлекеттік кәсіпорындардың халыққа тұтынушылық қызмет көрсету саласы болып табылады. Сондай-ақ, халыққа киім-кешек пен аяқ киім тігу және жөндеу, тұрмыстық техниканы жөндеу, химиялық тазалау және кір жуу, жиһазды жөндеу және жасау, ритуалдық қызмет көрсету, косметикалық қызмет көрсету және т.б. қызметтерін көрсететін шағын және орта бизнес субъектілерін жатқызуға болады

Бұл қызметтер адамның күнделікті өмірде қалыпты өмір сүруі және оның негізгі қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін қажет.

Тұрмыстық қызмет көрсетудің негізгі мақсаттары жұмыстан тыс уақыт құрылымын жақсарту, еңбек өнімділігін арттыру, адамның әлеуметтік-мәдени қажеттіліктерін қанағаттандыру, еңбек ресурстарын тиімді пайдалану және тұрмыстық заттар мен қызметтерге деген қажеттіліктерді қанағаттандыру болып табылады.

Сондықтан кез келген аймақта елді мекендерді орналастырудың берілген схемасы үшін халыққа қызмет көрсететін кәсіпорындарды оңтайлы орналастыру мәселелерінің бірі туындайды [5].

Жедел медициналық көмектің негізгі мақсаты – науқастың денсаулығын жақсарту. Науқастардың жағдайының жақсаруы туралы түсінік беретін және сонымен бірге математикалық модельге оңай біріктірілетін көрсеткіштер ретінде жедел жәрдем жұмысының уақыт параметрлері жиі қолданылады. Мысалы, шақыртылған жедел жәрдем бригадасының орташа келу уақытын айтуға болады. Жедел жәрдем станцияларын орналастырудың математикалық үлгілерінде жедел медициналық көмектің қолжетімділігін көрсететін көрсеткіш қызмет көрсету аймағын қамту болып табылады [6].

Математикалық кибернетика саласындағы зерттеулердің маңызды бағыты объектілерді оңтайлы орналастыру мәселелерін шешу болып табылады. Мұндай міндеттер кәсіпорындарды жобалауда, объектілердің орналасуын анықтауда, электронды құрылғыларды жобалауда және басқа да көптеген жұмыстарды орындауда туындайды. Объектілерді ең жақсы (математикалық тұрғыдан оңтайлы

болуы міндетті емес) орналастыру мәселесі географиялық ақпараттық жүйелердің (ГАЖ) көмегімен шешілуі мүмкін. Объектілердің рельефке картографиялық сілтемесі бар кеңістіктік орналасу мәселелерін шешудегі ГАЖ-технологиялары объектілерді топтастырудың, объектілер мен аумақтардың қасиеттерін талдау мен үйлестірудің, модельдеу арқылы сценарийлерді құрудың тиімді құралы болып табылады. ГАЖ технологиялары күрделі құрылымдар мен типтердің мәліметтерін сақтауды ұйымдастыруға және әлеуметтік-экономикалық жағдайдың өзгеруін көрсететін компьютерлік эксперименттер жүргізуге және берілген жағдайда объектілерді орналастырудың ең қолайлы нұсқасын таңдауға мүмкіндік береді [7].

Осылайша, бұл мәселе көптеген салаларға, ауыл шаруашылығына [8], қызмет көрсетуге, әскери-техникалық кешенге [9] және т.б. тікелей әсер етеді.

Жұмыстардың көптігіне қарамастан, біріктірілген құрылымдық бөлімшелерді орналастыру әдістерін жіктеуге және ресімдеуге байланысты бірыңғай көзқарас жоқ [10].

Әдіс-тәсілдер мен мәселенің қойылуы. Оңтайлы орналастыруды анықтауды келесі геометриялық есептерге келтіруге болады: салыстырмалы нүктелердің соңғы жиынтығы берілген және оларды ең қысқа ұзындықтағы сызықпен қосу қажет. Осыған байланысты ең қысқа қашықтықтарды анықтау және оңтайлы көлік жүйелерінің геометриялық моделі қызметін атқаратын сызықтарды салу үшін Штейнер әдісін қолдану ұсынылады.

Евклидтік жазықтықтағы Штайнер есебі былай тұжырымдалады: жазықтықтағы соңғы төбелер жиыны (n нүкте) берілсін, берілген төбелер жиынын қосатын ең қысқа желіні табу қажет. Маңызды шарт – қосылатын желінің ұзындығын азайту үшін Штейнер нүктелері деп аталатын қосымша нүктелерді қосуға болады. Мұндай қосымша нүктелердің саны әдетте (n−2) тең екені белгілі. Сонымен қатар, Штейнер ұпайларының әрқайсысы үшке тең дәрежеге ие. Тапсырманың күрделілігі осылармен байланысты болады, яғни мүмкін болатын байланыс құрылымдарының саны экспоненциалды түрде өседі.

Штейнер нүктелері бар ең қысқа желі Штейнер ағашы деп аталады [11]. Штейнер ағаштарын табу мәселесі геодезияда, жол желілерін жобалауда және т.б. маңызды рөл атқарады.

Қазіргі уақытта экспоненциалды уақытта Штейнер есебінің оңтайлы шешімін беретін Мелзак және Кокейн [12] алгоритмдері сияқты бірнеше комбинаторлық алгоритмдер белгілі. Мысалы, Кокейн алгоритмі қазірдің өзінде 105 топологияны сегіз терминалдық шыңдар жиынтығы үшін тексереді. Мұндай алгоритмдер үлкен көлемдегі кіріс деректері үшін практикалық қолдануға нашар сәйкес келетіні анық. Осыған байланысты, шамамен шешімдерді табатын Штейнер ағаштарын құруға арналған көптеген алгоритмдер бар.

Келесі жұмыстар ғылыми зерттеулердің әртүрлі аспектілеріне және практикалық мәселелерде қолдануларына арналған [13-15]. Атап айтқанда, Штейнер есебінің NP-күрделілігі дәлелденген.

Бұл мақала келесі мәселені зерттейді: жазықтықтың *M1, M2, ..., Mm* нүктелерінің берілген жиынын қосатын және жалпы ұзындығы ең қысқа болатын түзулерді салу.

Қажетті ең қысқа сызық берілген нүктелерде және *N1, N2, ..., Nn* қосымша салынған кейбір нүктелерде шыңдары бар ағашты елестетеді.

Ең қиыны – мәселені шешуді оңтайландыратын Штейнер нүктелері деп аталатын қосымша енгізілген *N* нүктелерінің саны мен орнын анықтау.

Мақалада Евклид метрикасының көмегімен жазықтықта берілген нүктелер жиынын қоса отырып, ең қысқа ұзындықтағы ағашты құрудың келесі алгоритмі жүзеге асырылады [16]:

1. Кез келген басқа жұпқа қарағанда арасындағы қашықтық ең аз болатындай M_i және M_j екі нүкте таңдалады. $КДШ_2$ құрылады.

$$d(M_1M_2)=\sqrt{(x_1-x_2)^2+(y_1-y_2)^2}$$

2. Алгоритмнің әрбір келесі қадамы *t* нүктелер тобы үшін құрастырылған $КДШ_t$ -дан *t*+1 нүктелер тобы үшін $КДШ_t$ +1-ге көшуден тұрады. Сонымен бірге ол былай анықталады:

а) ағашқа қосылуы керек келесі *t+1*-ші нүкте;

б) $КДШ_t$ +1 конфигурациясы, оған бұрын табылған $КДШ_t$, жалпы жағдайда, ішінара деформацияланған түрде кіреді.

3. $КДШ_t$ құрастырғаннан кейін келесі кезеңде $КДШ_t$ құрамына кірмейтін және қосылған нүктелердің жаңа тобын тудыратын бір-біріне жақын екі нүктені қосу қажет болуы мүмкін, яғни жаңа ең қысқа ішкі ағаш қалыптасады. Мұндай ішкі ағаштар оны құрудың әрбір жеке кезеңінде $КДШ_t$-ның ең аз ұзару принципіне негізделген белгіленген тәртіпте бір-бірімен біріктірілуі керек.

Ескерту: Мұнда *КДШ* – ең қысқа Штейнер ағашы.

Талқылау және нәтижелер. Нақты бастапқы деректері бар есептерді сандық шешу. Штейнер ағашын құру бағдарламасы DekSys.exe [17] нүктелер арасындағы қашықтықты есептеу үшін евклидтік метриканың көмегімен жазықтықта ең қысқа Штейнер ағашын салуға арналған. Кіріс ақпараты N нүктелерінің саны және fNxy.txt файлында орналастырылған нүктелердің координаталары туралы кіріс ақпараты болып табылады.

DekSys программасын шақыру кезінде экранға 1-суретте көрсетілген форма енгізіледі.

Сурет 1. Ұпайлар саны туралы ақпаратты енгізу формасы

5 санын енгізу кезінде f5xy.txt файлы қосылады, оның мазмұны 2-суретте және 3-суретте көрсетілген.

Сурет 2. f5xy.txt файлының мазмұны

Сурет 3. f5xy.txt файлындағы нүктелердің бастапқы орны

Бағдарлама алынған графикалық ақпаратты тікелей графикалық шығару құрылғысына шығарады (4-сурет), ал сандық есептеулердің нәтижелері rezult.txt файлына жазылады. Суретте енгізілген қосымша Штейнер нүктелері N әрпімен белгіленген.

Сурет 4. Бағдарламаның графикалық нәтижесі

Қорытынды. Мақалада дистрибьюторлық логистикалық орталықтарды орналастырудың белгілі үлгілері арасындағы негізгі ережелер мен түбегейлі айырмашылықтар қарастырылады. Штейнер алгоритмі арқылы орналастыру әдісі ұсынылады. Компьютерлік программалық қамтамасыз ету әртүрлі объектілерді орналастыру тиімділігін айтарлықтай арттырады. Құрылған программаға авторлық құқық сертификаты алынды [17].

Программаның практикалық құндылығы мынада: онда жасалған технология мен алгоритмдер әртүрлі сипаттағы объектілерді автоматтандырылған түрде орналастыру мәселесін шешуге мүмкіндік береді. Сондай-ақ қызмет көрсету саласында, өнеркәсіпте, ауыл шаруашылығында және т.б. қолданылады.

Әдебиет

1. Исмагилова Л.А. Модель территориального размещения объектов сферы услуг // Уфа: УГАТУ. – 2009. – Т.12, № 3(32). – С. 134-140.

2. Таранова И.В. Теории разделения труда и размещения производительных сил в системе научного обеспечения специализации сельского хозяйства // Бизнес в законе. – 2009. – № 4. – С. 238-240.

3. Ширшова Л.В. Закономерности, принципы и факторы размещения производительных сил // Вестник Университета. – 2013. – № 21. – С.189-193.

4. Вольхин Е.Г. Модели размещения распределительных центров // Управленец. – 2018. –Т.9. № 2. – С. 54-60. doi: 10.29141/2218-5003-2018-9-2-9.

5. Юрова К.Г., Судариков В.Г. Имитационная модель оптимального размещения предприятий сферы обслуживания // Научно-практический журнал «Вестник Университета Российской академии образования». – 2016. – № 3. – С.115-119.

6. Бегичева С.В. Анализ детерминированных моделей размещения станций скорой помощи // Вестник Евразийской науки. – 2019. – №6, Том 11. – С. 1-9.

7. Гордиенко Л.В. Геоинформационная модель обоснования территории под размещение автотранспортного предприятия // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона». – 2018. – №4. ivdon.ru/ru/magazine/archive /n4y2018/5400

8. Булгакова И.Н. Модель оптимального размещения интегрированных структур агропромышленного комплекса // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 7(38). – С.17-19.

9. Бунин М.А., Петров В.В., Тищенко В.А. Методика размещения объектов военной инфраструктуры двойного назначения и модель оптимизации размещения сети обслуживания // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона». – 2019. – №8 ivdon.ru/ru/magazine/archive/ n8y2019/6114

10. Алексеев Г.В., Холявин И.И. Математические средства решения задач управления логистическими системами. – М.: Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 142 с.

11. Courant, R. What is Mathematics / R. Courant, H. Robbins. – Oxford University Press, 1996. – 556 p.

12. Hwang, F. The Steiner Tree Problem / F.K. Hwang, D.S. Richards, P. Winter // Annals of Discrete mathematics. – 1992. – Vol. 53.

13. Лисин А.В., Файуллин Р.Т. Эвристический алгоритм поиска приближенного решения задачи Штейнера, основанный на физических аналогиях // Компьютерная оптика. – 2013. – №4, том 37. – С.503-510.

14. Ейбоженко Д.А. Приближенные методы решения задачи Штейнера на ориентированных графах // Автореф. дисс. канд.техн.наук, 05.13.11, Санкт-Петербург, 2012. – 16 с.

15. Щербакова В.А. Мощностная задача Штейнера на ориентированном градуированном графе // Автореф. дисс. канд.техн.наук, 01.01.09, Екатеринбург, 1998. – 15 с.

16. Куспеков К.А. Разработка методики построения кратчайших связывающих линий и ее применение в ПРТС работах // Автореф. дисс. канд. техн. наук, 05.01.01, Алматы, 1996. – 21 с.

17. Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом №1912 от 1 августа 2017 «Построение геометрической модели расчета трассировки сети на плоскости с евклидовой, ортогональной и полярной метрикой применяемые в решении различных инженерных задач» (сборник программ для ЭВМ), авторы: Куспеков К.А., Джомартова Ш.А., Мазакова А.Т.

Авторлар туралы мәлімет:

1. Еркенғали Жақсыбек Алмасұлы – әл-Фараби атындағы ҚазҰУ магистранты;

e-mail: yerkengalizhaksybek@mail.ru

2. Мазақова Әйгерім Талғатқызы – әл-Фараби атындағы ҚазҰУ докторанты;

e-mail: aigerym97@mail.ru

3. Мазаков Талгат Жакупович – ф.-м.ғ.д., әл-Фараби атындағы ҚазҰУ профессоры; e-mail: tmazakov@mail.ru

4. Джомартова Шолпан Абдразаковна – т.ғ.д., әл-Фараби атындағы ҚазҰУ профессоры; e-mail: jomartova@mail.ru

5. Зиятбекова Гулзат Зиятбеккызы – PhD , әл-Фараби атындағы ҚазҰУ доцент м.а.; e-mail: ziyatbekova@mail.ru

Сведение задачи исследования теплопроводности стержня к системе интегральных уравнений

Әлиасқар М.С.[1,2], Мазақова Ә.Т.[1,2], Бегалиева К.Б.[2], Мазаков Т.Ж.[1,2], Джомартова Ш.А.[1],
e-mail: 87071160626@mail.ru, aigerym97@mail.ru
[1]*КазНУ имени аль-Фараби*
[2]*Институт информационных и вычислительных технологий МНВО РК*

Аннотация. *Целью данной работы является исследование теплофизического состояния стержня постоянного сечения и ограниченной длины. Рассматривается трехмерное тело, постоянное поперечное сечение которого имеет форму квадрата. Предполагается, что левый конец стержня совпадает с началом координат и коэффициент теплообмена считается постоянным по всей поверхности стержня. Также предполагается, что стержень находится под воздействием точечной температуры и поверхностного теплообмена. Поставленная задача решается приведением к системе интегральных уравнений. Разработана программа нахождения распространения температуры по стрежню, которая помещает результаты численных расчетов в несколько файлов. Результаты численных расчетов в динамике (по времени) выводятся в виде таблицы и отображаются в виде одномерных графиков.*

Ключевые слова: *интегральное уравнение, теплопроводность, теплоизоляция, температура, энергия, MatLab.*

1. Введение

Стержни ограниченной длины применяются как несущие элементы современных реактивных и водородных двигателей, газогенераторных, атомных и тепловых электростанций, технологических линий перерабатывающей промышленности, энергетических установок космических кораблей. Несущие элементы этих установок работают при одновременном воздействии разнородных видов источников тепла. Поэтому разработка специальных методов и вычислительных алгоритмов и комплекса прикладных программ позволяющих исследовать установившегося теплофизического состояния стержней ограниченной длины находящихся под одновременным воздействием разнородных видов источников тепла является актуальной проблемой.

Существует несколько методов решения задач теплопроводности: аналитический, аналоговый, численный, графический и экспериментальный. Четыре из них исходят непосредственно из различных форм уравнений. Экспериментальным методом пользуются, когда остальные методы не дают результатов. Его применяют для определения теплофизических свойств, таких как теплопроводность и удельная теплоемкость [1].

Для решения задач теплопроводности в твердых телах сложной формы используются аналитические и численные методы. Решения возможны при известных

краевых условиях, включающих начальное распределение температур в теле и граничные условия на поверхности тела, которые могут быть заданы одним из трех способов: температурой поверхности, тепловым потоком и коэффициентом теплоотдачи [2].

Температура является параметром, характеризующим энергию теплового движения частиц вещества. Следовательно, процесс распространения теплоты и его направление неразрывно связаны с распределением температуры внутри тела. В общем случае температура неодинакова в различных точках тела и зависит от времени: T = T(x, y, z, t).

По истечении значительного промежутка времени температура всех частей тела выравнивается и становится равной температуре среды (это справедливо для случая, когда объем среды значительно больше объема тела и ее температура во времени практически не меняется) [3].

2. Постановка задачи

Рассмотрим горизонтальный стержень ограниченной длины l_2 и постоянного поперечного сечения $S_{nc} = l_1 * l_1$. Построим глобальную декартовую систему координат *Oxyz* (Рисунок 1).

Рис 1. Общий вид металлического стержня с квадратным сечением

Распространение тепла в однородном стержне при отсутствии тепловых источников описывается следующим трехмерным уравнением теплопроводности

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a^2 \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right), \quad (1)$$

где a^2 - коэффициент температуропроводности.

$t_0 \leq t \leq t_1$ – промежуток времени, в течение которого изучается процесс теплопроводности стержня.

l_1– ширина и высота стержня; l_2– длина стержня;

x, y, z – пространственные переменные $0 \leq y, z \leq l_1$, $0 \leq x \leq l_2$,

$x_ц$, $y_ц, z_ц$ - центр стержня: $x_ц = l_2/2$, $y_ц = l_1/2, z_ц = l_1/2$;
D – параллелепипед $\{0 \leq y, z \leq l_1, 0 \leq x \leq l_2\}$, Г – граница D,
$Q = \{x, y, z, t | (x, y, z) \in D, \ t \in [t_0, t_1]\}$.

Дифференциальное уравнение в частных производных (1) является дифференциальным уравнением сохранения энергии для изохорного процесса переноса теплоты, или уравнением нестационарной теплопроводности.

Предполагается, что левый конец стержня совпадает с началом координат и коэффициент теплообмена считается постоянным по всей поверхности стержня. Также предполагается, что стержень находится под воздействием точечной температуры и поверхностного теплообмена.

Для выделения единственного решения уравнения теплопроводности необходимо к уравнению (1) присоединить начальные и граничные условия.

В общем случае начальное условие аналитически может быть записано следующим образом:

$$T|_{t=0} = q(M), \qquad M = (x, y, z) \in D. \tag{2}$$

Граничные условия зададим в виде

$$\frac{\partial T}{\partial n}|_Г = 0\,, \quad T\big(0, y_ц, z_ц, t\big) = q. \tag{3}$$

Дифференциальное уравнение теплопроводности совместно с начальными и граничными условиями полностью определяют задачу, т. е. зная геометрическую форму тела, начальные и граничные условия, можно дифференциальное уравнение решить до конца и, следовательно, найти поле температур в теле, $T(x, y, z, t)$ – функцию распределения температуры в любой момент времени t.

Функция $T(x, y, z, t)$ должна удовлетворять дифференциальному уравнению (2), а также начальному и граничным условиям.

Отсюда следует корректность исследуемой задачи, однако ввиду сложности изучаемых явлений решить аналитически дифференциальные уравнения в частных производных современными математическими методами чаще всего бывает очень трудно, а иногда и невозможно. Однако существует много методов решения, пригодных для практического использования. В этой связи предлагается сведение уравнения теплопроводности к системе обыкновенных дифференциальных уравнений.

3. Разработка вычислительного алгоритма

Покроем область D равномерной сеткой с шагами Δx, Δy и Δz по осям x, y и z соответственно. Запишем следующую разностно-дифференциальную аппроксимацию уравнения (2)

$$\frac{dT_{i,j,k}}{dt} = a^2\left(\frac{T_{i+1,j,k} - 2T_{i,j,k} + T_{i-1,j,k}}{\Delta x^2} + \frac{T_{i,j+1,k} - 2T_{i,j,k} + T_{i,j-1,k}}{\Delta y^2} + \frac{T_{i,j,k+1} - 2T_{i,j,k} + T_{i,j,k-1}}{\Delta z^2}\right), \tag{4}$$

$t \in [t_0, \ t_1], i = \overline{2, nx-1}, j = \overline{2, ny-1}, k = \overline{2, nz-1},$

$\Delta x = l_1/nx$, $\Delta y = l_1/ny$, $\Delta x = l_2/nz$, nxyz=nx*ny*nz.

Здесь Δx–шаг и nx – количество точек разбиения вдоль оси Ox, Δy–шаг и ny–количество точек разбиения вдоль оси Oy, Δz–шаг и nz – количество точек разбиения вдоль оси Oz, индексы i, j, k – по координатам x, y и z соответственно[4].

Начальные условия (2) примут вид

$$T_{1,j,k}(t_0) = q_{i,j,k} \quad , \qquad i = \overline{1,nx}, j = \overline{1,ny}, k = \overline{1,nz}. \tag{5}$$

Граничные условия (3) аппроксимируем следующими дифференциальными уравнениями

$$\frac{dT_{1,j,k}}{dt} = 0, \frac{dT_{nx,j,k}}{dt} = 0, \ \frac{dT_{i,1,k}}{dt} = 0, \frac{dT_{i,ny,k}}{dt} = 0, \frac{dT_{i,j,1}}{dt} = 0, \frac{dT_{i,j,nz}}{dt} = 0, \tag{6}$$
$$i = \overline{1,nx}, j = \overline{1,ny}, k = \overline{1,nz}.$$

Введем вектор x размерности nxyz и матрицу A размерности nxyz*nxyz.

Элементы вектора x определим следующим образом:

$$x_p\,(\mathrm{t}) = T_{i,j,k}(\mathrm{t}), p = (i-1) * ny * nz + (j-1) * nz + nz \tag{7}$$
$$i = \overline{1,nx}, j = \overline{1,ny}, k = \overline{1,nz}.$$

Элементы матрицы A определяются через коэффициенты уравнения (4) и заданные шаги Δx, Δy, Δz по соответствующим осям.

Тогда исходная задача (2)-(4) сводится к следующей задаче Коши для системы линейных обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\frac{dx}{dt} = \mathrm{Ax}, \mathrm{x}(\mathrm{t}_0) = \mathrm{x}_0\ , t \in [t_0,\ t_1] \tag{8}$$

Т.к. для системы дифференциальных уравнений (8) выполнены условия теоремы Коши, то для любых начальных состояний x_0 существует единственное решение $x(t) \in C^1[t_0, t_1]$

Решение уравнения (8) можно представить в виде

$$x(t) = x(0) + \int_0^T Ax(\tau)d\tau\ ,\ t \in [t_0,\ t_1]\ . \tag{9}$$

Уравнение (9) является частным случаем интегрального уравнения Вольтерра второго рода [5]

$$y(t) = f(t) + \mu \int_0^t K(t,\tau)y(\tau)d\tau\ , \tag{10}$$

где

$$y(t) = x(t); f(t) = x(0); K(t,\tau) = A; \mu = 1. \tag{11}$$

<u>*Теорема 1*</u> [5]. Уравнение (10) имеет единственное непрерывное решение при любых начальных состояниях x_0. Это решение может быть найдено по формуле $x(t) = \left(E + At + \frac{1}{2}A^2 * t^2 \ldots + \frac{1}{k!}A^k * t^k + \cdots\right) * f(t)$.

<u>Доказательство.</u> Для уравнения (10) обозначим оператор Вольтерра через

$Qy = \int_0^t K(t,\tau)y(\tau)d\tau.$

Определим повторное ядро оператора Вольтерра:

$Q^n y = \int_0^t K_n(t,\tau)y(\tau)d\tau,$

$K_n(t,s) = \int_s^t K(t,\tau)K_{n-1}(\tau,s)d\tau, \quad R(t,s) = \sum_{n=1}^{\infty} K_n(\tau,s).$

Пусть $M = \sup\limits_{0\le t,s\le T} |K(t,s)| \le \|A\|$. Тогда для повторных ядер справедливо $| K_n(t,s)| \le \frac{M^n * (t-s)^n}{(n-1)!}$.

Тогда решение уравнения (10) примет вид

$$y(t) = f(t) + \int_0^t R(t,\tau)f(\tau)d\tau \ . \tag{12}$$

Вместо $y(\tau)$ в (12) подставим $x(\tau)$.

Отсюда в силу независимости матрицы A от времени получим

$$x(t) = \left(E + At + \frac{1}{2}A^2t^2 \ldots + \frac{1}{k!}A^k t^k + \cdots\right) * f(t) \tag{13}$$

Отсюда следует справедливость утверждения теоремы.

Для достаточно больших k величина $\frac{1}{k!}\|A^k t^k\|$ становится малой и (13) можно переписать в виде

$$x(t) = \left(E + \sum_{k=1}^{r} \frac{1}{k!}A^k t^k \right) * f(t), \ t \in [0,T]. \tag{14}$$

Теорема 2. Для любого $\varepsilon \ge 0$ существует номер r, такой что для всех $k > r$ справедливо $\frac{1}{k!}\|A^k T^k\| \le \varepsilon$.

Доказательство. Введем обозначения $\gamma = \|A\| T, \gamma_k = \frac{1}{k!}\gamma^k$. Рассмотрим ряд $1 + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\gamma_k}{k!}$. Вычислим $\rho = \lim\limits_{k\to\infty} \frac{\gamma_{k+1}}{\gamma_k} = \lim\limits_{k\to\infty} \frac{\gamma}{k+1}$ =0. Т.к. $\rho \le 1$, то построенный ряд является сходящимся. Для любого $\varepsilon \ge 0$ существует номер r, такой что для всех $k > r$ справедливо $\frac{\gamma_{k+1}}{\gamma_k} \le \rho + \varepsilon$.

Тогда $\frac{\gamma}{r+1} \le \varepsilon$ или $r = \left[\frac{\gamma}{\varepsilon}\right]$. (Целая часть от деления). Отсюда следует справедливость утверждения теоремы.

Предложен следующий итерационный алгоритм решения:

1. По данным исходной задачи (1)-(3) строится матрица A
2. По начальным условиям (5) вычисляется вектор x_0
3. На основе сведения уравнения (8) к интегральному виду (9) и теорем 1-2 решается задача Коши (8)
4. Полученное решение выводится Rezult.txt и в файл GrafX.txt для последующей визуализации с помощью программного средства MatLab [6-7].

4. Численное решение задач при конкретных исходных данных.

Разработана программа нахождения распространения температуры по стрежню, которая помещает результаты численных расчетов в несколько файлов. Результаты

численных расчетов в динамике (по времени) отображаются в виде одномерных графиков. Расчеты проведены при следующих исходных данных:

$l_1 = 1.0$; $l_2 = 10.0$; $\Delta t = 0.01$;

nx =10; ny= 6; nz= 6; $q = 200$.

На рисунке 2 представлен график распространения температуры по центру стержня в направлении X от начала координат в динамике.

Рис 2. График распространения температуры по центру стержня в направлении X от начала координат

ВЫВОДЫ

Исследование уравнения теплопроводности стержня с квадратным сечением сведено к системе интегральных уравнений, для решения которой разработан соответствующий алгоритм.

В виде теорем доказаны свойства предлагаемого алгоритма.

Результаты численных расчетов не противоречат экспериментальным данным. Дополнительно результаты выводятся в текстовые файлы и обеспечивают построение одномерных изображений динамики температуры с помощью системы MatLab, для которого написана соответствующая программа.

Работа выполнена за счет средств программно-целевого финансирования научных исследований на 2021-2022 годы по проекту ИРН OR11465437 «Разработка национального электронного банка данных по научной зоологической коллекции Республики Казахстан, обеспечивающего их эффективное использование в науке и образовании».

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпович Д.С., Суша О.Н., Коровкина Н.П., Кобринец В.П. Аналитический и численный методы решения уравнения теплопроводности //Труды БГТУ. Физико-математические науки и информатика, 2015, № 6. с.122-127

2. Вороненко Б.А., Крысин А.Г., Пеленко В.В., Цуранов О.А. Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. – 48 с.

3. Dede E.M., Yu Z., Schmalenberg P., Iizuka H. Thermal metamaterials for radiative plus conductive heat flow control // Applied Physics Letters, 2020. – 116(19). – DOI: 10.1063/5.0007574

4. Сиковский Д. Ф. Методы вычислительной теплофизики. Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 2013.- 98 с.

5. Васильев А.Б., Тихонов Н.А., Интегральные уравнения. – М.: МГУ, 1989. - 156 с.

6. Ануфриев И.Е., Смирнов А.Б., Смирнова Е.Н. Matlab 7. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 1104с.

7. Дьяконов В.П. Matlab 6.0/6.1/6.5/6.5+SP1+Simulink 5/5. Обработка сигналов и изображений. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 592 с.

Сведения об авторах

1. Әлиаскар Мағжан Сүндетұлы– докторант КазНУ имени аль-Фараби
2. Мазақова Әйгерим Талғатқызы – докторант КазНУ имени аль-Фараби
3. Бегалиева Каламкас Балтабековна – докторант КазНУ имени аль-Фараби
4. Мазаков Талгат Жакупович – доктор физ.-мат. наук, профессор КазНУ имени аль-Фараби, ГНС Института информационных и вычислительных технологий МОН РК
5. Джомартова Шолпан Абдразаковна - доктор технических наук, доцент КазНУ имени аль-Фараби

БИОМЕТРИЯЛЫҚ АУТЕНТИФИКАЦИЯ ЖҮЙЕСІНІҢ ҚАУІПСІЗДІГІ МЕН АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ

М.Ә. Шайхы[2], Г.З. Зиятбекова[1,2]
e-mail: mynzhan111@gmail.com
[1]ҚР БҒМ ҒК «Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты», Қазақстан
[2]әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

Аңдатпа. *Мақала биометриялық параметр бойынша тұлғаны сәйкестендіру жүйесін құруға арналған. Биометриялық аутентификация және жеке тұлғаны сәйкестендіру әдістеріне шолу жүргізілді. Бұл мақалада биометриялық сәйкестендіру жүйелерін унибиометриялық жүйелермен салыстыра отырып қарастырып, олардың бірқатар артықшылықтары анықталған. Эксперименттік зерттеулердің әдістемесі қарастырылады, сәйкестендіру нәтижелерін өңдеу процесі сипатталады.*

Түйін сөздер: *аутентификация, биометрия, деректерді қорғау, сәйкестендіру жүйесі.*

Кіріспе. Биометрия негізінен үлгіні тану жүйесін кеңейтуге негізделген. Қазіргі уақытта адамның ерекше сипаттамаларын суретке түсіру, жазу немесе өлшеу үшін камералар мен сканерлеу құрылғылары сияқты электронды немесе оптикалық сенсорлар қолданылады. Бұл технологиялар қауіпсіздіктің, киберқылмыстың алдын алу және шекараны бақылау, жеке куәлік, иммиграция, төлқұжат және медициналық сәйкестендіруді тексеру және коммерциялық кәсіпорындарды пайдалану сияқты бірқатар қосымшаларда қолданылады. Әдетте адам жеке басын анықтау үшін бір биометриялық сипаттаманы қолданатын биометриялық жүйелердің көпшілігінде жүйенің жалған қабылдау коэффициентін (FAR) арттыратын, шынайы қабылдау коэффициентін (GAR) төмендететін әмбебап емес мәліметтер сияқты кейбір проблемалар бар. Демек, биометриялық жүйенің қауіпсіздігі оның артықшылықтарын төмендетеді. Бұл мақалада біз биометриялық сәйкестендіру жүйелерін қарастырамыз, олар сонымен қатар унибиометриялық жүйелермен салыстырғанда бірқатар артықшылықтарға ие, мысалы, тексерудің дәлдігі, біршама субъектілерді орналастыру үшін көбірек мүмкіндіктер кеңістігі және жоғары спуфинг қорғанысы. Ұсынылған жетілдірілген биометриялық аутентификация жүйесі белгілерді шығаруға (саусақ іздерін, көз торын және саусақ тамырларын қолдана отырып) және кілттерді құруға (RSA қолдана отырып) жасалған эксперименттік бағалау gar 95,3% және FAR 0,01 бар RSA-мен биометрияның айтарлықтай жақсарғанын көрсетеді [1].

1–суретте көрсетілгендей смартфондағы сенсорлар мен қызметтердің алуан түрлілігінің арқасында смартфон ақылды бола бастады және оны күнделікті өмірін жеңілдету үшін қолданғысы келетін пайдаланушылар саны бұрынғыдан да арта бастады, сол себепті олар осы құрылғыға құпия және жеке ақпараттарын сақтайды, сонымен қатар шабуылдаушылар бұл құпия деректерге қол жеткізуге немесе ұрлауға көп әрекет етеді. Мұндай шабуылдарды ішкі шабуылдаушы немесе пайдаланушыны

білетін адам, мысалы, досы немесе отбасы мүшесі, сондай-ақ бейтаныс шабуылдаушыны, пайдаланушыны білмейтін адам жасай алады [2].

Сурет 1. Физиологиялық және мінез-құлық белгілері бойынша адамды тану үшін пайдалануға болатын смартфондағы сенсорлар, қызметтер және құрылғылар

Әдіс-тәсілдер мен мәселенің қойылуы. PIN-код, шаблон және пароль сияқты дәстүрлі аутентификация механизмдерінің, сондай-ақ смартфондардағы саусақ іздерін, бет-әлпетті және дауысты тану сияқты биометриялық механизмдердің кемшіліктеріне байланысты зерттеу қауымдастығы қимылдар, пернелерді басу сияқты мінез-құлық биометриялық сипаттамаларына негізделген аутентификация механизмдерін жасады. Бұл механизмдер белсенді немесе үздіксіз аутентификация механизмдері деп аталады. Осы мақалада біз белсенді аутентификация механизмдерінің компоненттері мен жұмыс процесін әрі белсенді аутентификация механизмдерінің жұмысын бағалау үшін қолданылатын кейбір басқа көрсеткіштерді ұсынамыз. Сондай-ақ, біз қазіргі заманғы белсенді аутентификация жүйелеріне және оларды смартфондарда бағалауға кең шолу жасадық. Біз әр мінез-құлық биометриялық белгісіне қатысты мәселелерді, күшті және шектеулерді талқылаймыз және олардың арасында салыстырмалы талдау жасаймыз [3].

Жалпы алғанда, биометриялық аутентификация жүйесі келесідей жұмыс істейді. Біріншіден, пайдаланушы (мысалы, қызметкер) жүйеге тіркеліп, өзінің жеке басын биометриялық үлгісімен бірге береді, ол оның анықтамалық үлгісіне айналады (тіркеу кезеңі). Пайдаланушы кейіннен жүйеде аутентификациядан (аутентификация кезеңі) жеке куәлік пен жаңа шаблон деп аталатын биометриялық үлгіні жібере алады. Жүйе сәйкестік процесін орындайды, оның мақсаты берілген жаңа шаблонның берілген пайдаланушы үшін сақталған үлгіге жеткілікті жақын екендігін тексеру болып табылады (бұл жағдайда пайдаланушы аутентификацияланған/қабылданған) немесе жоқ (бұл жағдайда пайдаланушы қабылдамаған). Жалпы жүйе пайдаланушының биометриялық тіркелгі деректері туралы үшінші тұлғаларға бере алатындығына қарамастан, пайдаланушыларды аутентификациялауға бағытталған. Мұндай процестер кейінгі кезеңдерде қосымша қызмет ретінде қабылданған кейінгі әрекет емес, жобалау кезеңінде құпиялылықты қорғайды. Керісінше, құпиялылықты сақтайтын пайдаланушының аутентификациясын жүйені жобалау сатысында құпиялылықты қамтитын құпиялылықты ескеретін процесс арқылы қамтамасыз етеді. Интуитивті түрде, құпиялылықты сақтайтын биометриялық сипаттамаларды

қорғалған домендердегі деректер векторларына түрлендіреді, осылайша жүйе биометриялық сипаттама иесінің анонимділігіне кепілдік бере алады, сонымен бірге жүйеде клиенттерді ажырата алады [4].

Биометриялық аутентификацияның қалай орындалатынын түсіну, содан кейін ықтимал шабуылдар мен оларды жою шараларын талқылау үшін біз құпиялылықты сақтайтын екі негізгі кезеңді ресми түрде ұсынуымыз керек. 2–суретте үлестірілген архитектураның аутентификация кезеңін көрсетеді, мұнда аутентификация процесіне қатысатын әр объект тек бір тапсырманы орындайды. Дәлірек айтқанда, биометриялық аутентификация процесінде таратылған архитектураны қолдана отырып (мысалы, есептеу сервері (CS), аутентификация сервері (AS), мәліметтер базасының дерекқоры (IDB)), әр объект қол жетімді ақпарат көлемін шектеуге және осылайша бір нүктеден аулақ болуға болады. Сонымен қатар, таратылған архитектура құпиялылықтың жоғары кепілдіктерін ұсынады, өйткені ешқандай объект барлық құпия мәліметтерге қол жеткізе алмайды (яғни, жаңа биометриялық шаблон, сақталған биометриялық шаблон және пайдаланушы куәлігі) [4].

Сурет 2. Үлестірілген архитектурасы бар биометриялық аутентификация жүйесіндегі аутентификация кезеңі

Талқылау және нәтижелер. Биометриялық аутентификация кезіндегі ықтимал қауіптер. Мұнда біз 3–суретте көрсетілгендей биометриялық аутентификация жүйесіндегі нөмірлерді қолдана отырып, бірнеше ықтимал шабуыл нүктелерін (немесе осал нүктелерді) қосымша анықтаймыз және сипаттаймыз [5]:

• Контрафактілік сенсор (шабуыл нүктесі 1). Шабуылдардың бұл түрі нақты биометриялық белгіні жалған саусақ, фотосурет, дауыс жазбасы және т.б. сияқты белгілермен алмастыра алады, олардың әдеттегі желілік жүйелерден айырмашылығы – биометриялық аутентификация жүйелері мұндай шабуылдарға осал. Желіге шабуыл жасау мүмкіндігі шабуылдаушыларға да қажет емес. Олар нақты биологиялық белгілерді жалған белгілермен алмастыру арқылы мақсатқа жете алады. Бұл UA терминалдарында бар елеулі әлсіздік.

• Биометриялық сигналдарды қайта жіберу (шабуыл нүктесі 2). Шабуылдың бұл түрі сенсорды айналып өтіп, жүйеге бұрын жазылған сигналды ауыстыра алады. Тіркеу/аутентификация туралы ақпаратты жүктеу кезінде шабуылдаушы желіні

тыңдау арқылы биометриялық ақпаратты ұрлай алады. Содан кейін шабуылдаушы екінші шабуылды аяқтау үшін келесі аутентификация кезінде биометриялық ақпаратты қайта жүктей алады.

• Серверлерге жалпы желілік шабуылдар (3 және 4 шабуыл нүктелері). Серверде RP және IdP болған кезде, шабуылдаушылар бірнеше қарапайым шабуылдармен қол жеткізе алады, мысалы, түсіру, қуатты көтеру және SQL енгізу. Осыдан кейін шабуылдаушылар тек заңды пайдаланушылар ғана білетін немесе қол жеткізе алатын қосымша ақпарат ала алады. Биометриялық аутентификация жүйесінде, егер шабуылдаушы заңды пайдаланушының биометриялық ақпаратын алса, ол бұл ақпаратты зиян келтіру үшін пайдалана алады. Іс жүзінде әр түрлі биологиялық ерекшеліктерге назар аудара отырып, шабуылдардың әртүрлі формалары бөлінеді:

• Бетті тануға шабуылдар: бет суреттері мен бейнелерін алу өте оңай. Пайдаланушылардан фотосуреттерді ұрлаудың қажеті жоқ. Зиянкестер интернеттен, әсіресе әлеуметтік желілер арқылы қажетті деректерді оңай ала алады. Осы суреттер мен бейнелерді қолдана отырып, бетті тану жүйесін оңай алдауға болады.

• Көз танудағы шабуылдар. Жоғары ажыратымдылықтағы камераның пайда болуымен бүгін көз суретін ұрлап, көзге негізделген тану жүйесіне шабуыл жасау мүмкін болды. Алайда, жоғары технологиялық оптикалық дизайн әрқашан жоғары бағаны білдіреді. Басқаша айтқанда, мұндай шабуылдардың құны салыстырмалы түрде жоғары.

• Саусақ іздері мен алақанға шабуылдар. Жалған саусақтарды жасау үшін силикагель, латекс, желатин және т.б. сияқты көптеген материалдарды қолдануға болады.

• Электрокардиография сигналдарына шабуылдар (ЭКГ): ЭКГ сигналдарын тиісті электродтар немесе инфрақызыл датчиктер жинауы керек болғандықтан, мұндай шабуылдарды анықтау және алдын-алу оңай.

• Дауысқа шабуылдар. Дауыс сонымен қатар биологиялық сигналдың бір түрі болып табылады, оны оңай алуға болады, өйткені ашық кеңістікте дыбыс барлық бағытта таралады. Егер шабуылдаушы пайдаланушының дауысын жазып, оны пайдаланушының аутентификациясы кезінде ауыстырса, дауыстық аутентификация жүйесі алданып қалуы мүмкін.

• Пернелер мен сенсорлық динамикаға шабуылдар: басқа адамдардың мінез-құлқына еліктеу қиын. Алайда, пернелерді басу және түрту динамикасына негізделген мұндай аутентификация жүйесі статистикалық шабуылдарға осал [5].

Сурет 3. Жүйе құрылымының мысалы

Тұлға әр түрлі қосымшаларда аутентификация және сәйкестендіру үшін қолданылатын маңызды биометриялық параметрлердің бірі болып саналады. Басқа биометриялық мәліметтерге саусақ іздері, ирис, қолтаңба, сия және қолжазба кіреді. Бетті тану – 1970 жылдардан бастап компьютерлік көру және машиналық оқытудың ең көп зерттелген тақырыбы. Бетті танудың сенімді жүйелерін жасау үшін көп күш жұмсалды. Дәстүрлі әдістер қолмен жасалатын әдістерге ұшырады, мысалы, жиектер мен контурлар [5], олар ұзақ уақыт бойы тұлғаларды жіктеу үшін қолданылған. Жақында дәстүрлі әдістерді терең оқыту әдістерімен алмастыру үрдісі күшейе түсті. Конволюциялық нейрондық желі (CNN) — бұл суреттерді жіктеу және нысандарды тану үшін кеңінен қолданылатын терең оқыту әдісі. Терең білімге негізделген бетті танудың автоматтандырылған жүйелері биометриялық аутентификация, мазмұнға негізделген деректерді іздеу, бейнебақылау, қол жетімділікті басқару және әлеуметтік желілерді қоса алғанда, қазіргі қосымшаларды жетілдіруде жоғары әлеуетке ие.

Геометриялық белгілерге негізделген әдістер бастапқыда жетпісінші жылдардың басында бетті автоматты түрде тану үшін қолданылған. Бұл әдістер бет әлпеті анықтап, содан кейін олардың орналасуы мен қашықтығы өлшенетін мамандандырылған шеттер мен бет контурларына байланысты, бет кескіні геометриялық примитивтерге айналады, ал көздер, мұрын және ауыз сияқты ерекше белгілер олардың орналасуын белгілейді. Бұл дәл нәтиже береді. Сыртқы келбетке негізделген белгілер ұсынылған әдіспен қолданылады, ол бет кескінінің пиксельдерінің статистикалық мәндерін тіркейді және оларды салыстырады. Геометрияға негізделген әдіс жылдам әрі сыртқы көрініске негізделген әдіске қарағанда аз жадты алады [6].

Қорытынды. Бұл мақалада қазіргі биометриялық аутентификация жүйелерінің сипаттамалары талданды. Биометриялық әдістерді құру және оларды жетілдіру саласындағы ғылыми зерттеулер қарастырылды Биометриялық аутентификация технологиялары мен заманауи ақпараттық қауіпсіздік жүйелеріне шолу жүргізілді. Қазіргі заманғы биометриялық технологияларды дамытудың тенденциялары және оларды ақпараттық қауіпсіздікте қолдану жолдары анықталды.

Әдебиет

1. D. Jagadiswarya , D. Saraswady. Biometric Authentication using Fused Multimodal Biometric. International Conference on Computational Modeling and Security, 2016.

2. I. Muslukhov, Y. Boshmaf, C. Kuo, J. Lester, K. Beznosov, Understanding users' requirements for data protection in smartphones, in: International Conference on Data Engineering Workshops, ICDEW '12, IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 2016.

3. Ahmed Mahfouz, Tarek M. Mahmoud, Ahmed Sharaf Eldin. A Survey on Behavioral Biometric Authentication on Smartphones. Journal of Information Security and Applications, 2017. - Vol. 37.

4. Elena Pagnin, Aikaterini Mitrokotsa. Privacy-Preserving Biometric Authentication: Challenges and Directions. Hindawi, Security and Communication Networks, 2017.

5. Zhang Rui, Zeng Yan. A Survey on Biometric Authentication: Toward Secure and Privacy-Preserving Identification. in IEEE Access, 2019. - Vol. 7.

6. Maheen Zulfiqar, Fatima Syed, Muhammad Jaleed Khan, Khurram Khurshid. Deep Face Recognition for Biometric Authentication. Proc. of the 1st International Conference on Electrical, Communication and Computer Engineering (ICECCE), 2019.

Авторлар туралы мәлімет:

Шайхы Мыңжан Әзизханұлы – әл-Фараби атындағы ҚазҰУ магистранты;
e-mail: mynzhan111@gmail.com
Зиятбекова Гулзат Зиятбеккызы – PhD , әл-Фараби атындағы ҚазҰУ доцент м.а.;
e-mail: ziyatbekova@mail.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕНДЕРОВ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Алимжанова Лаура Муратбековна
e-mail: dimkim_01@mail.ru
КазНУ имени Аль-Фараби,Казахстан

Сарбасова Алуа Кураковна
e-mail: aluasar@mail.ru
КазНУ имени Аль-Фараби,Казахстан

Анарбекова Салтанат Рашидқызы
e-mail: anarbekovasaltanat.888@gmail.com
КазНУ имени Аль-Фараби,Казахстан

Аннотация

Ключевые слова : *техническая спецификация , тендерная документация , госзакупки , тендер , заказчик ,поставщик, конкурс , аукцион , тендерные площадки , государственные учреждения , тендер .*

Актуальность работы: *На сегодняшний день, участие предприятия в торгах является возможностью для увеличения клиентской базы, заключения контрактов с крупными компаниями, и, конечно же, обеспечения себя работой на определенный период времени.*

Цель работы: *Изучение типов и технологии организации тендеров . Поставленная цель требовала решения следующих задач:*

- Анализ формальностей организации тендеров в разных странах ,

- Оценка эффективности прозрачности тендеров в Казахстане и других странах .

Методы исследования: *исследование , анализ, сравнение .*

Объектом исследования являются методы проведения тендеров , а предметом исследования – современные электронные порталы проведения тендеров и госзакупок .

По структуре тендеры и государственные закупки могут быть в виде:

- **Запроса ценовых предложений.**

Потенциальный поставщик, предъявивший наименьшую цену за поставку товара, оказания услуг и выполнения работ может выиграть государственную закупку способом запроса ценовых предложений.[1]

- **Аукцион**

Аукцион проводится в два этапа, пройдя первый потенциальные поставщики получают доступ к участию, пройдя проверку на соответствие требования конкурсной аукционной документации. Составляется список участников аукциона. На втором этапе, формируется сам аукцион, где участники предлагают свою цену на электронных торговых площадках.[1]

- **Конкурс**

В конкурсах также два этапа, где денежный оборот больше чем в остальных видах государственных закупках.[2]

- **Из одного источника.**

В закупках из одного источника, проведение конкурса проходит в два вида. Первый вид, закупки из одного источника осуществляемые по результатам несостоявшихся закупок, проведенных другими способами (конкурс, аукцион, запрос ценовых предложений). Ко второму виду относятся закупки из одного источника, проводимые путем прямого заключения договора о государственных закупках.[2]

На современном этапе закупок , проведение тендеров и государственных закупок сталкиваются своеобразной проблематикой . Тендерные торги , даже при нынешних обстоятельствах и условиях организации тендеров и госзакупок порой не всегда проходят честно . Потенциальным решением данной проблемы является анализ технологий организации тендеров в других странах.

Законодательное требование к публикации плана закупок: Доступность плана закупок важна для информирования поставщиков о намечающихся тендерах и возможностях для поставки; за счет этого достигается более высокая прозрачность процесса закупок и расширяется круг участников. [3]

Использование международных и национальных промышленных стандартов в технических спецификациях: Стандартизация предотвращает неопределенность confusion и гарантирует, что у всех участников одно и то же понимание условий тендера. Стандартизированные коммерческие условия и типовые документы являются стимулом к участию в тендере для потенциальных поставщиков. [4]

Таблица 1 *Доступность информации о государственных закупках*

	Публикация плана государственных закупок обязателен	Не требует публикации плана государственных закупок	Доступ к плану закупок возможен при ограниченных условиях	Международные и национальные стандарто в в технических спецификациях	Национальные стандарты в ТС	Стандарты в определенных условиях в ТС	Стандарты не требуются в ТС
Казахстан	-	+	-	-	-	+	-
Чили	+	-	-	-	-	-	+

Гана	+	-	-	-	-	-	+
Мексика	+	-	-	+	-	-	-
Турция	+	-	-	-	-	+	-
США	+	-	-	-	-	+	-
Россия	+	-	-	-	-	+	-
Афганистан	-	+	-	+	-	-	-
Иордания	-	+	-	-	-	+	-
Уганда	-	+	-	+	-	-	-
Швеция	-	-	+	+	-	-	-
Таиланд	-	-	+	-	+	-	-

Таблица сформирована авторами

Первым делом , в организации тендера , проводится информированием потенциальных участников о возможных государственных закупках. Это значит, что потенциальные участники должны иметь доступ к объявлениям о тендерах и тендерной документации – за ограниченную плату и своевременно. [5]

Время, предоставленное участникам, чтобы получить доступ к тендерной документации:

* Гарантия доступа к тендерной документации на протяжении определенного периода времени от момента публикации объявления о тендере повышает эффективность и инклюзивность тендерного процесса. [5]

Таблица 2 *Участие в тендере на государственные закупки*

	Стоимость доступа к тендерной документации	Время, предоставленное участникам, чтобы получить доступ к тендерной документации	Жалоба влечет за собой приостановление закупки	Закупка может быть приостановлена в зависимости от обстоятельств
Казахстан	платеж	Сразу же после объявления о тендере	+	
Чили	бесплатно	Сразу же после объявления о тендере		+
Гана		Сразу же после объявления о тендере		+
Мексика	платеж	15 рабочих дней после публикации		

		объявления о тендере		
Турция	платеж	Законодательного требования не существует		
США		Законодательного требования не существует	+	
Россия	платеж	2 банковских дня с момента получения запроса от участника	+	
Афганистан	платеж	Сразу же после объявления о тендере		
Иордания		Законодательного требования не существует		+
Уганда		Законодательного требования не существует	+	
Швеция	бесплатно	Не позже чем 6 дней после получения запроса от участника	+	
Таиланд		7 рабочих дней перед подачей заявки		

Таблица сформирована авторами

Временные рамки для принятия решения органом первой инстанции, рассматривающим жалобу: Как только подана жалоба, становятся важными временные рамки для принятия решения органом, рассматривающим жалобу. Данные показывают, что временные рамки сильно отличаются в зависимости от страны. [6]

В большинстве стран существуют прописанные в законе регулируемые временные рамки для принятия решения органом, рассматривающим жалобу. Но на практике это требование часто не соблюдается, поэтому период рассмотрения не прогнозируем. [6]

Схема 1 . *Временный рамки согласно закону и затраты времени на практике*

Таблица 3 *Диапазон мер правовой защиты, предоставляемых поставщикам в случае протеста до момента объявления победителя*

	Изменение тендерных спецификаций	Оплата нанесенного ущерба	Отмена решения по закупке	Переоценка заявок и выбор нового победителя
Казахстан	+	-	+	+
Чили	+	-	-	+
Гана	-	-	+	-
Мексика	+	-	+	+
Турция	-	-	+	-
США	+	+	+	+
Россия	+	-	+	-
Афганистан	+	-	+	+
Иордания	-	-	+	+
Уганда	+	+	+	+
Швеция	+	-	+	-
Таиланд	-	+	+	-

Диапазон мер правовой защиты, предоставляемых поставщикам в случае протеста до момента объявления победителя: Как только протест был рассмотрен, органы, его рассматривающие, предоставляют поставщикам четыре типа мер правовой защиты (табл.3). [6]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выяснили для чего нужны госзакупки и тендеры, дали определение способам закупок. Прояснили часто сталкивающиеся проблемы со стороны Заказчика и Поставщика. Было обнаружено, что подать объявление на порталах государственных закупок является не такой простой задачей, как кажется на первый взгляд. Да и само участие, своего рода в разных видах тендеров, представляет собой подготовку весомых и значимых видов документов. Порталы объявлений тендеров могут автоматически подсчитывать процент скидки на общий бюджет закупки, выставленный участником, на основе истории уплаты налогов и добросовестной

реализации проектов, что в свою очередь дает шанс на повышение вероятности выигрыша в конкурсе и любом виде тендера.

Отчет о неправомерном поведении – деликатный вопрос. Данные показывают, что применяемые практики заметно отличаются в зависимости от страны.

8 исследуемых стран: Соблюдают международные стандарты, требуя от государственных служащих, связанных с закупками, отчитываться о подозрениях в нарушениях, коррупции или несоответствии техническим и процедурным требованиям других служащих, вовлеченных в процедуру закупки

В Иордании, Швеции и США: Существует возможность отчитываться о неправомерном поведении анонимно без каких-либо ограничений

Российская Федерация :

1. Федеральный закон №94-ФЗ не определяет способы отчетности о неправомерном поведении ;
2. Статья 102 (5) закона №44-ФЗ дает право отчитываться о неправомерном поведении общественным объединениям и объединениям юридических лиц, осуществляющим общественный контроль .[6]

Закупочная документация является ключевым инструментом отслеживания процедур закупки, а также осуществления внутреннего контроля. Для улучшения подотчетности и обеспечения прозрачности процесса закупки важно детально документировать и обновлять информацию о каждом шаге проводимой процедуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Beketaev, V. (2018), *Draft amendments to the 2015 Procurement Law*

По материалам из сети ИНТЕРНЕТ:

[2] Государственные закупки в Казахстане : Реформирование системы в целях повышения эффективности,
https://www.oecd-ilibrary.org/sites/b3007708-ru/index.html?itemId=/content/component/b3007708-ru

[3] Тендеры в Казахстане ,
https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D1%80%D1%8B_%D0%B2_%D0%9A%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D1%85%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B5

[4] ОЭСР (2018), *Public Procurement in Nuevo León, Mexico: Promoting Efficiency through Centralisation and Professionalisation,* OECD Public Governance Reviews, OECD Publishing, Paris, https://dx.doi.org/10.1787/9789264288225-en.

[5] European Commission (2019), *Tendering Rules and Procedures,* Brussels,
http://europa.eu/youreurope/business/public-tenders/rules-procedures/index_en.htm (accessed on 12 June 2017).

The World Bank - http://doingbusiness.org/about-us/global-indicators

STUDY OF SOLUTIONS TO THE INVERSE PROBLEM OF PHARMACOKINETICS

Urmashev B.A., Kasenov S.E., Tursynbay A.T., Amantayeva A.B.
e-mail: baidaulet.urmashev@kaznu.kz
Al-Farabi KazNU, Almaty, Kazakhstan

Annotation. *In this paper, we consider the inaccuracy of the inverse problem of the pharmacokinetic three compartment linear model. As a direct problem, we study the Cauchy problem for the system of ordinary differential equations. By solving the direct problem analytically, we find the concentration for the first camera, which is the main object of this research. Also, there is shown the inequality for the inverse problem.*

Key words: *three compartment model, pharmacokinetics, non-uniqueness, inverse problem.*

1. Introduction. The development of modern computational technologies, supercomputer modeling and cloud computing enables to use modern mathematical methods to analyze the processes in society, epidemiology and pharmacokinetics. However, the study of model situations can lead to erroneous conclusions and it cannot serve as a tool to assess the current situation. One of the most effective methods of control and management of processes is mathematical modeling, specifically the development and identification of mathematical models. Such models are described by systems of differential equations, the coefficients of which characterize the distribution of drugs in the body. To draw up an optimal plan of measures for controlling processes, it is necessary to clarify the coefficients of the models using some additional information (inverse problem). One of the ways to solve the problem of specifying the coefficients is to reduce the inverse problem to a variational formulation, where the functional characterizes the square deviation of the model data from the experimental data.

Pharmacokinetic models are widely used for predicting the location of a drug in the body. This can be predicted by simulating the simultaneous distribution of the drug through body tissues and clearance [1]. The fundamental pharmacokinetic concepts are volume and clearance. The time required to remove the drug from the body is determined by the ratio of volume to clearance [2].

Kinetics is defined as the rate of change in the concentration of a drug, expressed in concentration units per unit of time [3]. A chamber in a chamber model is defined as the amount of a substance that has a homogeneous and tangible kinetics of transformation and transport [4-6].

In practice, the number of chambers is usually limited to 3, although the biological variability and change of the analysis do not allow to evaluate the additional coefficients and indicators according to the observed data [7]. The function of exponential distribution can be mathematically transformed into a multicameral model with the injection of the drug in the central camera and the transfer of processes of the first order in the peripheral cameras. In 1981, Schwilden proposed a method to maintain a constant concentration of the drug in the central chamber (c1) in models with three compartment [7].

2. Problem statement.

Differential equations describing the dynamics of changes in the amount of drugs in a three compartment linear model of pharmacokinetics are as follows:

$$\frac{dm_a}{dt} = -k_a m_a \quad (1)$$

$$\frac{dm_1}{dt} = k_a m_a - (k_{12} + k_{13} + k_{el})m_1 + k_{21}m_2 + k_{31}m_3 \quad (2)$$

$$\frac{dm_2}{dt} = k_{12}m_1 - k_{21}m_2 \quad (3)$$

$$\frac{dm_3}{dt} = k_{13}m_1 - k_{31}m_3 \quad (4)$$

$$\frac{dm_{el}}{dt} = k_{el}m_1 \quad (5)$$

The initial conditions are added to the system of equations (1) - (5):

$$m_a(0) = m_0, m_1(0) = m_2(0) = m_3(0) = m_{el}(0) = 0, \quad (6)$$

Scheme of the three chamber model with absorption

Problem (1) - (6) describes the process of drug distribution in the body. In this task, the body is divided into three chambers. Chamber 1, the so-called central chamber, is a part of the body, at all points of which the concentration of the drug is equal to $C_1(t)$. It consists of the heart and the circulatory system, the second chamber is organs with a high blood supply (kidneys, liver, lungs). The rest of the body belongs to the third chamber, which consists of tissues with low blood supply (fat, bones, muscles, etc.) [1].

Let m_0 be the amount of the drug at the injection site, m_1, m_2, m_3, m_{el}– its quantity in chambers 1, 2, 3, el respectively. V_1 – blood volume. Then the concentration of the drug is calculated by the formula: $C_a(t) = m_a(t)/V_1$, $C_1(t) = m_1(t)/V_1$, $C_2(t) = m_2(t)/V_1$, $C_3(t) = m_3(t)/V_1$, $C_{el}(t) = m_{el}(t)/V_1$

Here k_a is rate constant of drug adsorption at the site of its introduction into the body, k_{12} and k_{21} are constants of the rate of transition of the drug from chamber 1 to chamber 2, respectively, and backward, k_{13} and k_{31} are the rate constants of transfer of the drug from

chamber 1 to chamber 3, respectively, and backward, k_{el} is the rate constant for drug elimination from chamber 1.

Further, by dividing the systems of equations (1) - (6) and the initial data on the corresponding volumes V_1 we obtain a system of differential equations for concentrations $C_a(t),\ C_1(t), C_2(t), C_3(t), C_{el}(t)$:

$$\frac{dC_a}{dt} = -k_a C_a \tag{7}$$

$$\frac{dC_1}{dt} = k_a C_a - (k_{12} + k_{13} + k_{el})C_1 + k_{21}C_2 + k_{31}C_3 \tag{8}$$

$$\frac{dC_2}{dt} = k_{12}C_1 - k_{21}C_2 \tag{9}$$

$$\frac{dC_3}{dt} = k_{13}C_1 - k_{31}C_3 \tag{10}$$

$$\frac{dC_{el}}{dt} = k_{el}C_1 \tag{11}$$

with initial data:

$$C_a(0) = C_0,\ \ C_1(0) = C_2(0) = C_3(0) = \ C_{el}(0) = 0 \tag{12}$$

3. Analytical decision. We solve the system (7) - (11) with the initial conditions (12), using the Laplace transformation [8-10].

$$\overline{C_a} = \frac{C_0}{p+k_a}$$

$$\overline{C_{el}} = \frac{k_{el}\overline{C_1}}{p}$$

$$\overline{C_2} = \frac{k_{12}\overline{C_1}}{p+k_{21}}$$

$$\overline{C_3} = \frac{k_{13}\overline{C_1}}{p+k_{31}}$$

$$\overline{C_1}(p) = \frac{C_0 \cdot k_a \cdot (p + k_{21}) \cdot (p + k_{31})}{(p + k_a) \cdot (p + \alpha) \cdot (p + \beta) \cdot (p + \gamma)} = \frac{A_1}{p + \alpha} + \frac{A_2}{p + \beta} + \frac{A_3}{p + \gamma} + \frac{A_4}{p + k_a} \tag{13}$$

Transforming $\overline{C_a}, \overline{C_2}, \overline{C_3}, \overline{C_{el}}$ to the originals, we receive the function describing the concentration:

$$C_a(t) = C_0 \cdot e^{-k_a t}$$

$$C_1(t) = A_1 \cdot e^{-\alpha t} + A_2 \cdot e^{-\beta t} + A_3 \cdot e^{-\gamma t} - (A_1 + A_2 + A_3) \cdot e^{-k_a t}$$

$$C_2(t) = \frac{A_1 k_{12}}{k_{21} - \alpha} \cdot e^{-\alpha t} + \frac{A_2 k_{12}}{k_{21} - \beta} \cdot e^{-\beta t} + \frac{A_3 k_{12}}{k_{21} - \gamma} \cdot e^{-\gamma t} - \frac{(A_1 + A_2 + A_3)k_{12}}{k_{21} - k_a} \cdot e^{-k_a t}$$

$$C_3(t) = \frac{A_1 k_{13}}{k_{31} - \alpha} \cdot e^{-\alpha t} + \frac{A_2 k_{13}}{k_{31} - \beta} \cdot e^{-\beta t} + \frac{A_3 k_{13}}{k_{31} - \gamma} \cdot e^{-\gamma t} - \frac{(A_1 + A_2 + A_3)k_{13}}{k_{31} - k_a} \cdot e^{-k_a t}$$

$$C_{el}(t) = \frac{A_1 k_{el}}{\alpha} \cdot (1 - e^{-\alpha t}) + \frac{A_2 k_{el}}{\beta} \cdot \left(1 - e^{-\beta t}\right) + \frac{A_3 k_{el}}{\gamma} \cdot (1 - e^{-\gamma t}) - \frac{(A_1 + A_2 + A_3) k_{el}}{k_a} \cdot (1 - e^{-k_a t})$$

where

$$\alpha + \beta + \gamma = k_{12} + k_{13} + k_{21} + k_{31} + k_{el}$$
$$\alpha\beta + \alpha\gamma + \beta\gamma = k_{12}k_{31} + k_{13}k_{21} + k_{21}k_{31} + k_{21}k_{el} + k_{31}k_{el}$$
$$\alpha\beta\gamma = k_{21}k_{31}k_{el}$$

$$A_1 = \frac{C_0 \cdot k_a \cdot (k_{21} - \alpha) \cdot (k_{31} - \alpha)}{(k_a - \alpha) \cdot (\beta - \alpha) \cdot (\gamma - \alpha)}$$
$$A_2 = \frac{C_0 \cdot k_a \cdot (k_{21} - \beta) \cdot (k_{31} - \beta)}{(k_a - \beta) \cdot (\alpha - \beta) \cdot (\gamma - \beta)}$$
$$A_3 = \frac{C_0 \cdot k_a \cdot (k_{21} - \gamma) \cdot (k_{31} - \gamma)}{(k_a - \gamma) \cdot (\alpha - \gamma) \cdot (\beta - \gamma)}$$

Studying dynamic processes (7) - (12) there are raises the question of the uniqueness of the set of parameters $C_0, k_{12}, k_{13}, k_{21}, k_{31}, k_{el}, k_a$ satisfying to existing experimental data. On the other hand, it is impossible to determine this set of parameters by measured data. Therefore, we analyze the uniqueness of the original task. For this we consider the equation (13)

$$S_n = \frac{A_1}{n + \alpha} + \frac{A_2}{n + \beta} + \frac{A_3}{n + \gamma} - \frac{A_1 + A_2 + A_3}{n + k_a}$$

By transforming this expression we get

$$C_0 k_a [k_{21}k_{31} + (k_{21} + k_{31})n + n^2] = \\ = S_n (n + k_a)[\alpha\beta\gamma + (\alpha\beta + \alpha\gamma + \beta\gamma)n + (\alpha + \beta + \gamma)n^2 + n^3]$$

Next

$$\frac{S_0}{S_n}[\alpha\beta\gamma + k_{el}(k_{21} + k_{31})n + k_{el}n^2] = \\ = \left(\frac{n}{k_a} + 1\right)[\alpha\beta\gamma + (\alpha\beta + \alpha\gamma + \beta\gamma)n + (\alpha + \beta + \gamma)n^2 + n^3]$$

where $S_0 = \frac{C_0}{k_{el}}$.

Then there is the following new meaning

$$\begin{cases} x_1 = \dfrac{\alpha+\beta+\gamma}{k_a} + 1 \\ x_2 = \dfrac{1}{k_a} \\ x_3 = \alpha\beta\gamma \\ x_4 = k_{el} \\ x_5 = (\alpha\beta + \alpha\gamma + \beta\gamma) + \dfrac{\alpha\beta\gamma}{k_a} \\ x_6 = k_{el}(k_{21} + k_{31}) \end{cases} \quad (14)$$

We get

$$x_1 + x_2 n - \frac{S_0}{S_n \cdot n} x_4 + \frac{S_n - S_0}{S_n \cdot n^3} x_3 + \frac{1}{n^2} x_5 - \frac{S_0}{S_n \cdot n^2} x_6 =$$
$$= -\frac{1}{n}\left(\frac{x_1 - 1}{x_2} + (x_5 - x_3 x_2) \cdot x_2\right) \quad (15)$$

We equate the left part of the equation ξ and transform $x_i = B_i \xi, i = \overline{1,6}$.

$$B_1 + nB_2 + \frac{S_n - S_0}{S_n \cdot n^3} B_3 - \frac{S_0}{S_n \cdot n} B_4 + \frac{1}{n^2} B_5 - \frac{S_0}{S_n \cdot n^2} B_6 = -\frac{1}{n} \quad (16)$$

Then for the meaning $n = \overline{1,6}$ we obtain a system of linear algebraic equations relative to B_i.

After the discovery of B_i relatively to the right part of the equation

$$\xi = \frac{x_1 - 1}{x_2} + (x_5 - x_3 x_2) \cdot x_2$$

we get the equality of the fourth degree:

$$B_2^3 \cdot B_3 \cdot \xi^4 - B_2^2 \cdot B_5 \cdot \xi^3 + B_2 \cdot \xi^2 - B_1 \cdot \xi + 1 = 0 \quad (17)$$

This equation shows four solutions of this system (7) - (12). Hence the conclusion that when solving the inverse problem, there are four sets of parameters.

Analysis of numerical calculations of the inequality of a given task.

To check the work of algorithms, we enter the exact solution

k_a	k_{12}	k_{13}	k_{21}	k_{31}	k_{el}	C_0
1.5	1.0	1.0	0.15	0.1	0.1	5.0

Coefficients of function:

A_1	A_2	A_3	α	β	γ	k_a
-9.8571	0.0136	0.2593	2.2196	0.1249	0.0054	1.5

Approached roots of equation (17):

ξ_1	ξ_2	ξ_3	ξ_4
1.718 971 359 500	2.543 532 614 083	30.535 236 949 812	705.312 692 873 813

Graph of functions $C_a(t)$, $C_1(t), C_2(t), C_3(t), C_{el}(t)$

Find out the four solutions of the system (15) we transform it backwards, and calculate the coefficients of the system (7) - (12):

	For ξ_1	For ξ_2	For ξ_3	For ξ_4
k_a	2.219 350 531 926	1.499 882 478 388	0.124 937 625 581	0.005 408 948 455
k_{12}	0.652 675 964 069	0.999 915 344 954	-53.865 605 670 099	-9.336 677 316 765
k_{13}	0.660 386 163 526	1.000 194 341 250	56.140 068 951 136	-14.800 554 410 558
k_{21}	0.150 000 000 156	0.150 000 000 159	0.150 000 000 162	0.150 000 000 162
k_{31}	0.100 000 000 149	0.100 000 000 146	0.100 000 000 144	0.100 000 000 144
k_{el}	0.067 587 340 459	0.100 007 835 387	1.200 599 093 363	27.731 822 778 849
C_0	3.379 367 022 968	5.000 391 769 399	60.029 954 668 197	1386.591 138 942
α	1.500 312 178 321	2.219 767 450 580	2.219 653 429 438	2.219 653 426 344
β	0.124 928 326 414	0.124 941 128 577	1.499 999 996 801	1.499 999 999 990
γ	0.005 408 963 627	0.005 408 942 741	0.005 408 948 455	0.124 937 625 486

4. Conclusions

For all models of pharmacokinetics with intravascular administration, when solving inverse problems, there is only one unique solution. But not all medicines can be used by the intravascular method. Therefore, extravascular administration of drugs is widely used.

When the condition $x_i = B_i\xi, \quad i = 1{,}6$ is satisfied, equation (15) it is transformed into a system of linear homogeneous algebraic equations (16). We have shown that it is indeed possible to solve this problem. We have shown finding several sets of solutions for inverse problems of two-chamber and three-chamber models of absorption pharmacokinetics. In the intravascular case, when the inverse problem is solved, only one unique solution will be found. When numerically solving the inverse problem of pharmacokinetics with absorption, you get rate constants with a negative value, you can always go to the solution where the rate constants will be with a positive value.

Graph of functions a $C_a(t),\ C_1(t), C_2(t), C_3(t), C_{el}(t)$ for ξ_1

Graph of functions a $C_a(t),\ C_1(t), C_2(t), C_3(t), C_{el}(t)$ for ξ_2

Graph of functions a $C_a(t),\ C_1(t), C_2(t), C_3(t), C_{el}(t)$ for ξ_3

Graph of functions a $C_a(t),\ C_1(t), C_2(t), C_3(t), C_{el}(t)$ for ξ_4

For further work in this direction, it is necessary to consider the case when the condition is not satisfied $x_i = B_i\xi, \quad i = 1,6$. The system of nonlinear equations (15) can be solved by numerical methods.

$$x_1 + x_2 n - \frac{S_0}{S_n \cdot n} x_4 + \frac{S_n - S_0}{S_n \cdot n^3} x_3 + \frac{1}{n^2} x_5 - \frac{S_0}{S_n \cdot n^2} x_6 = -\frac{1}{n}\left(\frac{x_1 - 1}{x_2} + (x_5 - x_3 x_2) \cdot x_2\right)$$

When numerically solving the inverse problem with accurate data on the concentration of the central chamber using the genetic algorithm method, we found a solution that differs from those solutions when the condition is satisfied $x_i = B_i\xi, \quad i = 1,6$. For the time being, we cannot answer this question correctly. There is no clear evidence base. An algorithm for solving a system of nonlinear equations is considered. The mathematical apparatus for calculating the system of non-linear equations is prepared.

In the future, the four-chamber pharmacokinetic model will be considered. Using the proposed method, the direct problem of pharmacokinetics for four chambers will be solved. We will consider the question of the only solution of the inverse problem for the intravascular case. The problem of the existence of five sets of solutions when the condition $x_i = B_i\xi, \quad i = 1,8$ is satisfied will be investigated.

The work was carried out with the financial support of the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP05132915) "Development and implementation of the cloud information and computing complex for automated development and optimization of pharmacokinetics models and pharmacokinetics".

Reference

1. H.-H. Lin, C. Beck, and M. Bloom, “Multivariable lpv control of anesthesia delivery during surgery,” in Proceedings of the 2008 American Control Conference, 2008, pp. 825–831.
2. J. Grevel and B. Whiting, “The relevance of pharmacokinetics to optimal intravenous anesthesia.” Anesthesiology, vol. 66, no. 1, pp. 1–2, 1987.
3. S. BOWER and C. Hull, “Comparative pharmacokinetics of fentanyl and alfentanil,” British Journal of Anaesthesia, vol. 54, no. 8, pp. 871– 877, 1982.
4. B. Marsh, M. White, N. Morton, and G. Kenny, “Pharmacokinetic model driven infusion of propofol in children,” British journal of anaesthesia, vol. 67, no. 1, pp. 41–48, 1991.
5. G. Betzien, B. Kaufmann, B. Schneider, and W. Ritschel, “Kinpak–a new program package for standardized evaluation of kinetic parameters.” Arzneimittel-Forschung, vol. 35, no. 1, pp. 14–20, 1984.
6. N. Jagtap, K. Bhole and S. Malge, "Target Controlled anesthetic drug infusion," 2015 International Conference on Industrial Instrumentation and Control (ICIC), Pune, 2015, pp. 1362-1366. doi: 10.1109/IIC.2015.7150960
7. H Schwilden: A general method for calculating the dosage scheme in linear pharmacokinetics. Eur J Clin Pharmacol 20:379-383, May, 1981
8. Urmashev B.A., Tursynbay A.T., Temirbekov A.N., Amantayeva A.B. Solving the Reverse Problems of Pharmacokinetics for a Linear Two Compartment Model with Absorption. The IEEE 12th International Conference Application of Information and Communication Technologies. -Almaty, Kazakhstan, 2018, 17-19 October, Pages 33-39.

9. Anvar Azimov, Syrym Kasenov, Daniyar Nurseitov, Simon Serovajsky Inverse problem for the Verhulst equation of limited population growth with discrete experiment data// AIP Conference Proceedings. – 2016. – V. 1759, 020037

10. Kasenov, S., Urmashev, B., Temirbekov, A., Amantayeva, A. Numerical Solution of the Inverse Pharmacokinetic Problem for the Three Compartment Model// Journal of Engineering Science and Technology Review (SpecialIssue). – 2019, - Pages 123-126

BIOTECHNICAL SYSTEM OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL TESTING

Mazakova A.T., Jomartova Sh.A., Mazakov T.Zh.,
Daribaeva G.D., Ziyatbekova G.Z.
e-mail: aigerym97@mail.ru
al-Farabi Kazakh National Universityr, Kazakhstan

Annotation. A biotechnical system (BTS) has been developed for psychophysiological testing with recording the physiological parameters of the test person in real time. Photoplethysmogram (PP) data of galvanic skin response (GSR) were identified as sources of physiological data. The BTS of psychophysiological diagnosis allows, when answering each question of the test, to record and evaluate the psychophysiological state of the test person, which provides additional information for the psychologist.

As experimental tests, the Bass-Darkey methods were chosen, which allow diagnosing the aggressiveness of a person, assessing neuropsychic stability and diagnosing conflict in a person. These tests are recommended for use in psychological selection for employment in public and private organizations, as well as for service in law enforcement agencies [1-2].

Introduction

In the era of scientific and technological progress, with its intense rhythms, new specific conditions for human activity, the requirements for its intellectual, emotional and volitional resources are significantly increasing. In this regard, there is a particularly acute need on the part of the personnel departments of organizations in an objective psychophysiological portrait of a person. The main apparatus of psychologists are psychological tests. However, as practice shows, due to the general accessibility to tests, the effect of subjectivity will increase in recent years.

The active introduction of technological achievements into the theory and practice of studying the functions of living organisms and biological systems is a distinctive feature of modern medicine, veterinary medicine, agronomy, ecology and biology. In this regard, knowledge of the basics of biophysics, biochemistry and systems analysis acquires a special role in the training of an engineer working in these areas. This knowledge serves as the foundation for the subsequent study of methods for designing biomedical equipment [1].

A single complex in which interactions of a technical device with a biological object are purposefully implemented is called a biotechnical system (BTS). BTS refers to a special class of complex systems consisting of biological and technical components (subsystems) combined and functioning in a single control complex (Fig. 1), where B is a biological object, T is a technical device (TD), T_i are the main subsystems of TD, T_{ij} – components of the main subsystems of TD, B_i – main subsystems of the biological object, B_{ij} – components of the main subsystems of TD. Between a technical device and a biological object, there can be substance (substance flows), energy (energy flows), information (information flows) connections [2-3].

The rapid development of computer technology contributed to the automation of the conduct and processing of psychological testing and the use of new methods of mathematical processing of biomedical data. Modern possibilities for the development of various sensors

and the reduction in the cost of microprocessors also opened up a wide opportunity for the introduction of hardware and software tools for assessing the psychophysiological portrait of a person.

One of the representatives of biotechnical systems is software and hardware systems for psychophysiological testing of a person, the relevance of which is caused by the ever-increasing need on the part of personnel departments of organizations in an objective psychophysiological portrait of a person. At the same time, one of the few possible ways to improve personality recognition is the development of new criteria for assessing the psychophysiological parameters of a person. If previous scientific studies were mainly focused on psychological tests of building a portrait of a personality, then in this work it is supposed to use hardware and software.

Figure 1. Block diagram of the BTS

The formulation of the scientific and technical problem of the analysis and synthesis of biotechnical systems was due to the need to develop a general theory of integration of technical and biological elements in a single control loop. For the first time, this problem arose in connection with the need to solve applied interdisciplinary problems related to the development of automated systems for artificial circulation and respiration, systems for replacing lost hemodialysis functions, and the creation of biocontrolled limb prostheses. The beginning of these works date back to the late fifties and sixties.

Somewhat later, in the early seventies, new tasks were set for the application of bionic methodology to the development of adaptive biotechnical systems of the ergatic type, as well as biotechnical systems that control the purposeful behavior of living organisms.

The subject, tasks and methods of the BTS theory can be formulated as follows:

– determination of requirements for the characteristics of medical equipment and biotechnology from the standpoint of a systematic approach;

– establishment of links for the intended purpose and technical characteristics of BTS, taking into account the specificity of biological objects;

– development of methods for the quantitative description of biological objects;

– formulation of problems of analysis and synthesis of various classes of BTS.

In the BTS theory, invasive and non-invasive methods of interaction between technical devices and biological objects are distinguished.

Methods and problem statement

Methods for determining the state of a biological object using influences that destroy or damage the biological object and its subsystems to one degree or another are called invasive. Thus, invasive methods (various bioassays, blood tests, bone tissue punctures, biopsies) are associated with dismemberment or destruction of biological objects.

Methods for studying a biological object that use the difference in the physical and chemical properties of subsystems without destroying the integral biosystem are called non-invasive. The current trend in the development of BTS is to improve non-invasive methods, which include fluoroscopy and rheography.

Discussion and results

According to the functions performed by a biological object in the system, BTS can be divided into medical, ergatic, BTS for managing the whole organism. In turn, each group has its own varieties, which differ in the type of objective function or the scope.

There are four main classes of medical BTS:

– diagnostic – radiographs, rheocardiographs, tomographs, ultrasound machines, electrocardiographs, electroencephalographs;

– therapeutic – devices for aeroionotherapy, phototherapy, EHF-therapy;

– surgical – devices for ultrasonic and laser surgery;

– artificial organs (prostheses, artificial heart) and artificial life support devices (artificial liver, kidney, ALV).

Ergatic BTS combine tools that solve the problems of managing complex technical objects with the help of a human operator. These are aerospace and other transport systems, control systems for power plants with a high risk of decision-making, telecommunications, and computer systems.

The study of ergatic BTS is necessary for the formation of requirements for a human operator, the requirements for coordinating the flows of information coming from technical means to a living organism, as well as the control actions of a human operator on technical means.

BTS of whole organism control combines living organisms and means that serve to form an artificial habitat (space, deep-sea research), the formation of directed behavior in living organisms (behavioral reactions in animals, virtual reality in humans).

Depending on the field of application, the BTS under consideration may contain one biological link – the subject, and three technical links: a data recording and processing device, a device for diagnosing the condition of the subject and a device for influencing the formation of a functional test, or the BTS may include two biological links (the subject and the doctor conducting diagnostics of the condition of the subject) and two technical ones: a device for recording and processing data and an impact device for forming a functional test [4].

BTS design includes the following main stages:

1. Determination of the intended purpose and class of the designed BTS. Based on a detailed analysis of the possible scope, it is established which of the four classes listed above

belongs to the created BTS, formulate the development goal and the objective function of the BTS.

2. Creation of a database on the properties of a biological object based on reference materials and, if necessary, studies of a biological object. Due to the complexity of a biological object, it is often practically impossible to give its qualitative and, even more so, quantitative description as an integral system. To determine the state of a biological object, a description of individual subsystems is used. For example, during a general examination of a patient, the doctor prescribes a blood test. Based on the results of such an analysis, a conclusion is made about the state of the whole organism. Special diagnostic methods are based on the fundamental relationship between the properties and functions of individual organs, tissues and cells of the body with the state of homeostasis of the body.

3. Analysis of the bioobject, choice of the state vector and method of quantitative description of the bioobject. This stage of the study consists in describing the biological link of the BTS based on the study of the physiological processes of the body in the conditions of its interaction with the technical links of the BTS.

As noted earlier, the state of a biological object is characterized by a state vector. To describe in detail such a biological object as a human body, it is necessary to operate with a state vector containing a huge number of components ($n \sim 10^4$). As a rule, to solve specific problems of analysis and synthesis of BTS, such a number of components is not required, therefore, minimization (reduction) of the number of state vector components is carried out.

4. Designing an objective function that determines the degree of compliance of the designed medical equipment with the basic requirements for this class of BTS: bioadequacy, criteria for operating errors (for example, the accuracy of measuring the properties of a biological object), the criterion of optimality, both in terms of technical characteristics and cost (resources).

5. Creation of verbal, physical and mathematical models of a biological object. At this stage, it determines the model of the biological link of the BTS, which connects the input and output variables of the considered physiological system. The study of BTS in order to establish requirements for the construction of equipment and algorithms for its functioning is carried out by the method of sequential modeling of verbal, physical and mathematical models of a biological object.

6. Determining the dose-effect relationship. Accounting for the main factor of BTS bioadequacy – the minimum harmful effect of a technical device on a biological object.

7. Regularization (correctness check) of the BTS model.

8. Description of the structure and design of the BTS includes the development of experimental models of equipment and testing of the created methods and tools. At this stage, medical and technical requirements for prototype equipment for serial production are also established.

Instrumental methods of psychophysiological testing (as opposed to psychological tests-questionnaires) objectively evaluate physiological indicators that characterize the state of the central nervous system. When performing these tests, conscious control by the criterion of "improvement" is impossible, and therefore the results obtained are more reliable and veracible [5-6].

To conduct psychophysiological research in medicine and other fields, various devices for collecting and analyzing human physiological reactions are widely used, which include

polygraphs, voice stress analyzers, strain gauge platforms, etc. These devices register and process human responses to perceived stimuli [7].

Psychophysiological examination helps to determine the level of stress resistance, the ability to concentrate, which will significantly reduce the likelihood of accidents at work [8].

Psychophysiological studies of a person allow us to conclude that:

- the level of concentration of attention;
- resistance to stressful situations;
- the level of anxiety.

Psychophysiological testing examines certain psychophysiological characteristics of a person's condition:

- activity of the brain;
- activity of the cardiovascular system;
- electrical activity of the skin;
- activity of muscle groups;
- activity of the respiratory system;
- eye reaction.

During testing, the following physiological parameters are recorded and processed [9-10]:

1. Galvanic skin reaction (rheogram)
2. Cardiovascular activity (photoplethysmogram)
3. Breathing (pneumogram)
4. Motor activity (mechanogram)
5. Trajectory of eye movement
6. Change in pupil area
7. Blink

Indicators of the cardiovascular system are usually assessed by the method of electrocardiogram and plethysmography. Plethysmography allows recording the reactions of the vascular system in the body [11-12].

In addition, during the psychophysiological study, the electrical activity of the skin is determined in order to follow the reactions of a person. The fact is that the electrical activity of the skin is directly related to the activity of the sweat glands, which in turn are controlled by the work of the nervous system. By examining the electrical activity of the skin, the expert determines the emotional state of a person under the influence of various external stimuli.

Human muscle activity is analyzed using electromyography. This method allows you to determine the electrical impulses in the muscles, to record the potentials in the fibers.

In psychophysiological testing, respiratory rate is recorded using a pneumograph, a special belt that is wrapped around a person's chest. The sensors of this device register any changes in the volume of the chest. As a result, the expert makes a conclusion about the number of breaths per minute of time and about the change in the amplitude of movements under the influence of various factors.

The GSR sensor is used to measure the magnitude and amplitude of the human galvanic skin response. Measures the electrical resistance of the skin, phasic and tonic component. One of the most sensitive and informative sensors. Clearly fixes the reactions of recognition and activation of mental representations. The amplitude and magnitude of the reaction is fixed in real time and depends on the functional state of the human body. Method of measurement – according to Ferret. Sensor type – electrodes with a special coating to

eliminate the effect of coating polarization. The current in the measurement circuit is 2 μA. Operating range 1 – 2048 kOhm [13-15].

Photoplethysmogram pickup sensor (PPG). Measures indicators of cardiovascular activity of a person. Sensor type – optocoupler. Gain factor – 1500. Automatic and manual gain correction in the range of 1-64. Retrieval of information from the finger of the hand (signal reflection). In a state of strong emotional stress, when a person is presented with verbal stimuli, the amount of blood in the vessels of the extremities changes significantly. With each heartbeat, the size of the gaps and the elasticity of the vessels and a number of other indicators change. This sensor makes it possible to detect a whole range of changes in the body caused by emotional stress and can serve as a reliable indicator of their magnitude during polygraph tests [16].

On the Arduino platform, a system has been developed for receiving and processing data from PP and GSR sensors. To connect the sensors, the AD8232 chip (a product of Analog Devices) was used, which is an integrated signal processing unit for the PP and GSR.

A distinctive feature of this module is its compactness and external connection to computers, which allows you to create mobile systems of diagnostic equipment. The device connects to the computer via a USB connector.

The BTS of psychophysiological testing allows, when answering each question of the test, to record and evaluate the psychophysiological state of the test person, which provides additional information for the psychologist.

When processing physiological data, the following parameters of PP and GSR are calculated, which are necessary for a mathematical model for assessing the state of the subject: minimum and maximum amplitude; the mean value is the standard deviation of the amplitude. For the PP, the minimum and maximum values of the RR-interval and the minimum and maximum values of the amplitude T-peak are additionally calculated; minimum and maximum offset of the T-peak.

Personality aggressiveness test

Aggression is an individual or collective behavior, an action aimed at causing physical or psychological harm, damage, or destruction of another person or group of people. Aggressive behavior in this case is defined as one of the forms of response to various physically and mentally unfavorable life situations that cause stress and frustration. Aggressive actions with aggressive behavior act as a way to achieve some significant goal, a way of psychological relaxation, a way to satisfy the need for self-realization and self-affirmation [17].

Personality traits are more pronounced in a state of emotional stress. Therefore, psychologists carefully study the reactions of the individual in a situation of frustration. Considering the concept of "frustration" within the framework of the psychodiagnostic approach and from the point of view of interpersonal interaction, we mean situations in which the persons surrounding the individual intentionally or inadvertently infringe on his interests, which leads to blocking of significant needs, or hurt his pride, negatively affecting him self-esteem.

In a situation of frustration, the emotional state manifests itself:

1) as a reaction of fear, anxiety, refusal of self-realization, may be accompanied by a sense of guilt, the desire to escape from the conflict;

2) as offensive, blaming others, active or even aggressive behavior, hostile statements or actions;

3) as a desire to suppress both those and other reactions, to take a passive or indifferent attitude to what happened, to try to level the sharpness of the conflict.

Test of neuropsychic stability of personality

Neuropsychic stability is a property that characterizes a person in the process of complex activity, some of his emotional mechanisms, closely interacting with each other, lead to the successful achievement of goals.

The main elements here are: the level of self-esteem, emotional stability, social approval of the surrounding people. The concept of reliability and functionality of reality is included in the understanding of stability. The stability of psychological stability depends on the realization of the individual in society, it affects life satisfaction, the success of professional activity and the worldview in general. A decrease in neuropsychic stability leads to the emergence of stressful situations with negative consequences for health and the fading of personality development in the process of life. Nervous-psychic stability is considered as an integral personality trait and a complex of individual abilities. Its manifestation in a person depends on various factors. Among the variety of factors, there are personality traits and factors associated with the social environment.

Factors of neuropsychic stability are:

- environmental factors maintaining self-esteem;
- support in self-realization;
- promotion of adaptation;
- reliable help from the social world, including from friends, relatives, colleagues.

These factors have a positive effect on neuropsychic stability in a person. Their presence forms favorable behavior in the process of professional activity and personal development of a person. With the negative influence of these factors, neuropsychic stability weakens, symptoms of apathy, despondency, depressive states and anxiety appear.

Psychological stability represents various personality traits and individual aspects of character, which are determined by stamina, poise, and resilience. These qualities help to resist a person in the process of life's difficulties, unfavorable circumstances, while maintaining health and efficiency of labor activity [18].

One of the most important criteria for entering the military service is an assessment of the level of neuropsychic stability. The assessment of neuropsychic stability and the identification of persons with neuropsychic instability is an important direction in the psychological (psychophysiological) support of conscripted and contracted military personnel in military units.

Personal conflict test

The conflict nature of a personality is understood as its integral property, which reflects the frequency of entry into interpersonal conflicts. With high conflict, the individual becomes a constant initiator of tense relationships with others, regardless of whether this is preceded by problem situations. Personal conflict is determined by the complex action of psychological (temperament, level of aggressiveness, psychological stability, level of claims, current emotional state, accentuation of character, etc.), socio-psychological (social attitudes and values, attitude towards the opponent, the focus of interaction "on oneself" , competence in communication, etc.) and social factors (living and working conditions, relaxation opportunities, social environment, general level of

culture, opportunities to meet needs, etc.). Let us consider the most commonly used tests and questionnaires that allow us to identify certain aspects of personality conflict [19].

The most numerous are interpersonal conflicts. 75-80% of interpersonal conflicts are generated by a clash of material interests of individual subjects, although outwardly this manifests itself as a mismatch of characters, personal views or moral values. These are communication conflicts. Conflicts between the individual and the group are similar [20-21].

Conclusions

A BTS has been developed for psychophysiological testing of personality conflicts, which allows recording and evaluating the psychophysiological state of the test person when answering each question of the test. The graphical user interface of the application is implemented in Kazakh and Russian languages. When processing physiological signals, algorithms and programs of interval mathematics were used [22–24].

For the system of professional selection, tests were selected that allow diagnosing aggressiveness, neuropsychic stability and conflict of personality.

It is expected to use a hardware-software complex to obtain a psycho-physiological portrait of a person when applying for a job in public and private organizations, as well as for service in law enforcement agencies.

The work was carried out at the expense of program-targeted funding of scientific research for 2021-2022 under the IRN OR11465437 project “Development of the national electronic data bank on the scientific zoological collection of the Republic of Kazakhstan, ensuring their effective use in science and education".

Reference

1. Baranov Yu.A. Nervous-psychic instability and methods of detection among conscripts // Topical issues of PPO and rational distribution of conscripts in military commissariats. – M.: MO USSR, 1988. – 183 p.

2. Bulka A.P. The system of organization of psychophysiological measures in the Armed Forces of the Russian Federation // Abstract of the thesis. Doctoral dis. according to special 19.00.02 – Psychophysiology, St. Petersburg, 2011. – 49 p.

3. Akhutin V.M. etc. Biotechnical systems. Theory and design. – Orenburg: GOU OGU, 2008. – 204 p.

4. Ershov Yu.A., Schukin S.I. Biotechnical systems for medical purposes. In 2 parts. Part 1. Quantitative description of biological objects. – M.: Yurayt, 2017. – 180 p.

5. Ershov Yu.A., Shchukin S.I. Biotechnical systems for medical purposes. In 2 parts. Part 2. Analysis and synthesis of systems. – M.: Yurayt, 2017. – 348 p.

6. Akulov S.A., Fedotov A.A. Fundamentals of the theory of biotechnical systems. – M.: Fizmatlit, 2014. – 129 p.

7. Aleksandrov Yu.I. Psychophysiology. – St. Petersburg: Peter, 2014. – 464 p.

8. Danilova N.N. Psychophysiology. – M.: Aspect Press, 2012. – 368 p.

9. Duke V.A. Computer psychodiagnostics. – St. Petersburg: Brotherhood, 1994.–364 p.

10. Bicheev M.A. Psychophysiology of professional activity. – Novosibirsk: Nauka, 2015. – 220 p.

11. Rangaiyan R.M. Analysis of biomedical signals. Practical approach. – M.: Fizmatlit. – 2010. – 440 p.

12. Dontsov V.I., Krutko V.N., Kudashov A.A. Virtual instruments in biology and medicine. M.: Lenand, 2009. – 216 p.

13. Kulachev A.P. Computer electrophysiology and functional diagnostics. – M.: Forum, INRFA-M, 2010. – 640 p.

14. New methods of electrocardiography // Ed. Gracheva S.V., Ivanova G.G., Syrkina A.L. – M.: Technosfera, 2007. – 552 p.

15. Dmitrieva N.V. System electrophysiology. System analysis of electrophysiological processes. – M.: Science-press, 2008. – 256 p.

16. Banica F.-G. Chemical and biological sensors: basics and applications. – M.: Technosfera, 2015. – 880 p.

17. Khvan A.A., Zaitsev Yu.A., Kuznetsova Yu.A. Standardization of the questionnaire by A. Bass and A. Darki // Psychological Diagnostics, 2008, No. 1, P. 35-58.

18. Karayani A.G., Syromyatnikov I.V. Applied military psychology. – St. Petersburg: Peter, 2006. – 480 p.

19. Zdravomyslov A.G. Sociology of conflict. – M.: Aspect-Press, 1996. – 317 p.

20. Antsupov A.Ya., Shipilov A.I. Conflictology. – M.: UNITI, 2000. - 551 p.

21. Stepanov E.I. Modern Conflictology: General Approaches to Modeling, Monitoring and Management of Social Conflicts. – M.: LKI, 2015. – 176 p.

22. Mazakov, T., Wójcik, W., Jomartova, Sh., Karymsakova, N., Ziyatbekova, G., Tursynbai, A. (2021). The Stability Interval of the Set of Linear System. INTL Journal of Electronics and Telecommunications, 67(2), P.155-161. DOI: 10.24425/ijet.2021.135958

23. Jomartova, Sh., Mazakov, T., Zhaydarova, A., Karymsakova, N. (2014). Comparison of Two Interval Arithmetic. Applied Mathematical Sciences, 8(72), P. 3593–3598.

24. Jomartova, Sh., Mazakov, T., Baibekova, G., Nugmanova, S. (2016). Interval arithmetic in calculations. Open Engineering formerly Central European Journal of Engineering Editor-in-Chief: Noor, Ahmed, Open Engineering, 6(1). ISSN (Online) 2391–5439, DOI: https://doi.org/10.1515/eng-2016-0036

Information about authors

6. Mazakova Aigerim, Doctoral Student of Al-Farabi Kazakh National University aigerym97@mail.ru

7. Jomartova Sholpan, Doctor of Technical Sciences, Professor of Al-Farabi Kazakh National University jomartova@mail.ru

8. Mazakov Talgat, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of Al-Farabi Kazakh National University tmazakov@mail.ru

4. Daribaeva Gulzhan – Master of Psychology, Al-Farabi Kazakh National University gulzha_d@mail.ru

5. Ziyatbekova Gulzat – PhD, Al-Farabi Kazakh National University ziyatbekova@mail.ru

631.6. (575.2)

METHOD FOR DETERMINING DEPENDENCE OR INDEPENDENCE OF KINEMATIC CHARACTERISTICS OF OPEN TURBULENT WATER FLOW, MEASURED IN TWO NEIGHBORING POINTS

Presnyakov Konstantin Aleksandrovich

Doctor of Engineering Science, Senior Research Scientist, Institute of Mechanical Engineering and Automation of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic https://orcid.org/0000-0002-2279-8442

Kerimkulova Gulsaat Kubatbekovna

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Institute of Automation of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, 720071, Bishkek, Chui Ave. 265,

e-mail: gulsaat@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-8561-608X

Askalieva Gulzada Orozobaevna

Candidate of Engineering Sciences, Institute of Automation of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, 720071, Bishkek, Chui Ave. 265,

e-mail: 87guzya@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-4513-5828

Annotation:

The study of the results of measuring the kinematic characteristics in order to test the hypothesis of M. A. Velikanov on the dependence of these measurements on the distance between the measuring points. In this case, not the longitudinal component of the water velocity, but the pulsations of the longitudinal and vertical components of the velocity were chosen as the measured values, and the measurements themselves were not carried out in the longitudinal, but in the vertical direction. As a result, it was found that the correlation coefficient between the same kinematic characteristics of the flow decreases with an increase in the distance between the measuring points. In the interval of the considered values of the relative distance between the measuring points (from 0,00015 to 0,015), the measurements of the pulsations of the longitudinal and vertical components of the water velocity are dependent on each other. The pulsating field of velocities of an open turbulent water flow actively participates in the transfer of the momentum along the vertical and its exchange between the individual layers of the liquid.

Keywords:

Open turbulent water flow, pulsations, longitudinal and vertical components of water velocity, measuring vertical, empirical correlation coefficient.

There is known method for determining the dependence or independence of the kinematic characteristics of open turbulent water flow, measured at two of its neighboring points, which consists in the synchronous measurement of the values of the longitudinal component of the water velocity at two adjacent points and the values of the vertical

component of the water velocity, measured in similar way [1] and determining the correlation coefficients r_{uu} and r_{vv}, if r_{uu} equal to 1 and r_{vv} equal to 1, then the measurements of the longitudinal component of the water velocity depend on each other, and the measurements of the vertical component of the water velocity are also dependent; if r_{uu} equal to 0 and r_{vv} equal to 0, then the measurements of the longitudinal component of the water velocity are independent of each other and the measurements of the vertical component of the water velocity are also independent of each other.

The disadvantage of the known method is the fact that it lacks of information on the possible contribution of the pulsating velocity field to the transfer of momentum and exchange between individual volumes of water.

The technical problem is to determine the dependence or independence of the values of the pulsations of the longitudinal component of the water velocity, measured at two of its adjacent points along the vertical, and the value of the pulsations of the vertical component of the water velocity, measured at two of its neighboring points along the vertical.

The technical problem is solved in such way that in the method of determining the dependence or independence of the kinematic characteristics of open turbulent water flow measured at two of its adjacent points, which consists in choosing the longitudinal and vertical components of the water velocity as the indicated characteristics, measuring each of the mentioned characteristics at two adjacent points in the direction of the water flow, on the basis of these measurements, the correlation coefficients r_{uu} and r_{vv} are calculated, where r_{uu} is the correlation coefficient between the values of the longitudinal component of the water velocity and r_{vv} is the correlation coefficient between the values of the vertical component of the water velocity; if r_{uu} equal to 1 and r_{vv} equal to 1, then the measurements of the longitudinal component of the water velocity are dependent and the measurements of the vertical component of the water velocity are also dependent; if r_{uu} equal to 0 and r_{vv} equal to 0, then the measurements of the longitudinal component of the water velocity are independent and the measurements of the vertical component of the water velocity are also independent, in which the choice is made as the measured kinematic characteristics of the pulsations of the longitudinal component of the water velocity and the pulsations of the vertical component of the water velocity; assigning in pairs the coordinates of the measuring points along the vertical of the water flow, making measurements at the said measuring points with the selected coordinates of the values of the pulsations of the longitudinal component of the water velocity and the pulsations of the vertical component of the water velocity; on the basis of the above measurements, empirical correlation coefficients $r_{u'u'}$ and $r_{v'v'}$ are calculated, where $r_{u'u'}$ is the empirical correlation coefficient between the values of the pulsations of the longitudinal component of the water velocity measured at two adjacent points along the vertical and $r_{u'u'}$ is the empirical coefficient of correlation between the values of the pulsations of the vertical component of the water velocity, measured at two adjacent points along the vertical ; if $r_{u'u'}$ equal to 1, then the measurements of the pulsation values of the longitudinal component of the water velocity, carried out at two adjacent

vertical points, if $r_{u'u'}$ equal to 0 are dependent on each other, then the measurements of the pulsation values of the longitudinal component of the water velocity, carried out at two adjacent points along the vertical, are independent of each other; if $r_{v'v'}$ equal to 1, then the measurements of the pulsations of the vertical component of the water velocity, carried out at two adjacent points along the vertical, are dependent on each other; if $r_{v'v'}$ equal to 0, then the measurements of the values of the pulsations of the vertical component of the water velocity, carried out at two adjacent points along the vertical, are independent of each other.

Such execution of the method for determining the dependence or independence of the kinematic characteristics of open turbulent water flow, measured at two of its adjacent vertical points, allows in comparison with the prototype, firstly, to measure the pulsations of the longitudinal and vertical components of the water velocity; secondly, to make similar measurements of each of them at two adjacent points along the vertical of the water flow; third, on the basis of these measurements, calculate the empirical correlation coefficients $r_{u'u'}$ and $r_{v'v'}$; fourth, as a result, make a physical conclusion about the possible contribution of the pulsating velocity field to the transfer of momentum in the vertical direction and the exchange of momentum between separate volumes of water.

The substantiation of the proposed method for determining the dependence or independence of the kinematic characteristics of open turbulent water flow, measured at two of its adjacent points, as follows.

First of all, it is necessary to form an array of data required to determine the desired empirical correlation coefficients. First, let's define the considered areas of measurement along the vertical of the water flow. The average coordinate of these areas will be

0,9993; 0,993; 0,93; 0,8881; 0,881; 0,81; 0,6659; 0,659; 0,59; 0,2215; 0,215; 0,15. (1)

Secondly, inside the considered measurement areas, we assign the coordinates of pairs of measurement points: for the first option, the measurement area 1

(0.9999, 09997); (0.9998, 0.9996); (0.9997, 0.9995); (0.9996, 0.9994);
(0.9995, 0.9993); (0.9994, 0.9992); (0.9993, 0.9991); (0.9992, 0.9990); (2)
(0.9991, 0.9989); (0.9990, 0,9988),
for the second variant of the measurement area 1

(0.999, 0.997); (0.998, 0.996); (0.997, 0.995); (0.996, 0.994);
(0.995, 0.993); (0.994, 0.992); (0.993, 0.991); (0.992, 0990); (3)
(0.991,0.989);(0.990, 0.988);
for the third variant of the measurement area 1

(0.99, 0.97); (0.98, 0.96); (0.97, 0.95); (0.96, 0.94); (0.95, 0.93);
(0.94, 0.92); (0.93, 0.91); (0.92, 0.90); (0.91, 0.89); (0.90, 0.88). (4)

The assignment of coordinates of pairs of measuring points for three options for all other measurement areas (1) is performed in the same way (the entire set of specified coordinates is omitted for brevity).

To obtain data arrays in order to calculate the correlation coefficients for longitudinal velocity fluctuations, we use the semi-empirical dependence of I.K. Nikitin [2].

As a result, for three variants of the first measurement area, we will receive table. 1 ... 3.

Table 1 - Data array for calculating the correlation coefficients between the values of pulsations of the longitudinal component of the water velocity measured at two points (option I; $u'u'$; average relative vertical coordinate of the measurement area $\tilde{y}_{ср} = 0.9993$; average relative distance between the measuring points $\tilde{l}_y^{н} = 0{,}00015$)

$\tilde{x}'_i = \tilde{u}'_1$	$\tilde{y}'_i = \tilde{u}'_2$
0,414063	0,414063
0,414075	0,414088
0,414088	0,414114
0,414101	0,414139
0,414114	0,414165
0,414127	0,414191
0,414139	0,414216
0,414152	0,414242
0,414165	0,414268
0,414178	0,414294

To compile data arrays in order to calculate the correlation coefficients for vertical pulsations, we use the semiempirical formula of I.K. Nikitin [2].

Table 2 - Data array for calculating the correlation coefficients between the values of the pulsations of the longitudinal component of the water velocity measured at two points (option II; $u'u'$; average relative vertical coordinate of the measurement area $\tilde{y}_{ср} = 0.993$; average relative distance between the measuring points $\tilde{l}_y^{н} = 0{,}0015$)

$\tilde{x}'_i = \tilde{u}'_1$	$\tilde{y}'_i = \tilde{u}'_2$
0,414063	0,414063
0,414191	0,414319
0,414319	0,414577
0,414448	0,414835
0,414577	0,415094
0,414706	0,415354
0,414835	0,415615
0,414965	0,415877
0,415094	0,416139
0,415224	0,416403

Table 3 - Data array for calculating the correlation coefficients between the values of pulsations of the longitudinal component of the water velocity, measured at two points (option III;

$u'u'$; average relative vertical coordinate of the measurement area $\tilde{y}_{cp} = 0.93$; average relative distance between the measuring points $\tilde{l}_y^{н} = 0{,}015$)

$\tilde{x}_i' = \tilde{u}_1'$	$\tilde{y}_i' = \tilde{u}_2'$
0,414063	0,414063
0,415354	0,416667
0,416667	0,419355
0,418000	0,422131
0,419355	0,425000
0,420732	0,427966
0,422131	0,431034
0,423554	0,434211
0,425000	0,43750
0,426471	0,440909

As a result, for three variants of the first measurement area, we will receive table. 4 ... 6.

Similar data sets for the three variants of the remaining measurement areas, both for longitudinal and vertical pulsations, are composed in a similar way (for brevity, these materials are omitted).

Analysis of the results obtained (Tables 7 and 8) allows us to establish that, as theoretically and suggested by M.A. Velikanov, as the distance between the measuring points increases, the correlation coefficient decreases, but remains quite high. This suggests that, in any case, in the interval of the considered values of the distances between the measuring points (from 0.00015 to 0.015), the measurements of the pulsations of the longitudinal and vertical components of the water velocity are dependent on each other. In other words, the pulsation field of the velocities of an open turbulent water flow actively participates in the transfer of the momentum along the vertical and in its exchange between the individual layers of the liquid.

Table 4 - Data array for calculating the correlation coefficients between the values of pulsations of the vertical component of the water velocity measured at two points (option I; $v'v'$; average relative vertical coordinate of the measurement area $\tilde{y}_{cp} = 0.9993$; average relative distance between measuring points $\tilde{l}_y^{н} = 0{,}00015$)

$\tilde{x}_i' = \tilde{v}_1'$	$\tilde{y}_i' = \tilde{v}_2'$
0,653475	0,653475
0,653473	0,653470
0,653470	0,653466
0,653468	0,653462
0,653466	0,653457
0,653464	0,653453

0,653462	0,653449
0,653459	0,653444
0,653457	0,653440
0,653455	0,653436

Table 5 - Data array for calculating the correlation coefficients between the values of pulsations of the vertical component of the water velocity measured at two points (option II; $v'v'$; average relative vertical coordinate of the measurement area $\tilde{y}_{ср} = 0.993$; average relative distance between measuring points $\tilde{l}_y^{н} = 0{,}0015$)

$\tilde{x}'_i = \tilde{v}'_1$	$\tilde{y}'_i = \tilde{v}'_2$
0,653475	0,653475
0,653453	0,653432
0,653432	0,653394
0,653412	0,653361
0,653394	0,653334
0,653377	0,653311
0,653361	0,653293
0,653347	0,653281
0,653334	0,653273
0,653322	0,653271

Table 6 - Data array for calculating the correlation coefficients between the values of the pulsations of the vertical component of the water velocity measured at two points (option III; $v'v'$; average relative vertical coordinate of the measurement area $\tilde{y}_{ср} = 0.93$; average relative distance between the measuring points $\tilde{l}_y^{н} = 0{,}015$)

$\tilde{x}'_i = \tilde{v}'_1$	$\tilde{y}'_i = \tilde{v}'_2$
0,653475	0,653475
0,653311	0,653273
0,653273	0,653574
0,653361	0,654376
0,653574	0,655676
0,653913	0,657471
0,654376	0,659759
0,654964	0,662535
0,655676	0,665797
0,656512	0,66954

The empirical correlation coefficients are calculated using the formula given in [3].

As a result, we get table. 7.

Table 7 - Empirical correlation coefficients for three variants of the first measurement area (longitudinal and vertical pulsations)

The correlation coefficients	I	II	III
$r_{u'u'}$	0,999999959	0,999998005	0,983773589
$r_{v'v'}$	0,999970968	0,999755505	0,994803098

For the rest of the measurement areas, the correlation coefficients are calculated in the same way in table 8.

Table 8 - Empirical correlation coefficients for three variants of the remaining measurement areas (longitudinal and vertical pulsations)

Measure-ment area	I		II		III	
	$r_{u'u'}$	$r_{v'v'}$	$r_{u'u'}$	$r_{v'v'}$	$r_{u'u'}$	$r_{v'v'}$
2	0,999999955	0,99999912	0,99999760	0,99993361	0,9996948	0,9991011
3	0,99999996	0,99999994	0,99999632	0,99999422	0,9995045	0,9998199
4	0,99999987	0,99999826	0,99998659	0,99962662	0,9975612	0,7445051

The technical diagram of the implementation of the method for determining the dependence or independence of the kinematic characteristics of an open turbulent water flow, measured at two adjacent points, is illustrated by a drawing (see fig.).

It consists of a preliminary part - PP, measuring part - MP, calculating part - CP, and analytical part - AP.

Within the framework of the preliminary part, the initial conditions for the implementation of the considered method are determined (the purpose of the measuring areas, the choice of the measuring coordinates and the purpose of a specific type of measured kinematic characteristics of the water flow).

Within the measuring part, the actual measurements of the values of the selected kinematic characteristics for the mentioned measuring coordinates are performed.

Within the framework of the computational part, the empirical coordinates of the correlation between the values of the measured kinematic characteristics of the water flow are calculated.

Within the analytical part analyze the obtained results and make a conclusion about the degree of contribution of the pulsation of the field of water velocities in the transfer of momentum in the vertical water flow.

The method for determining the dependence or independence of the kinematic characteristics of an open turbulent water flow, measured at two adjacent points is carried out as follows.

P.P. Block 1 - formation of measuring areas Block 2 - assignment of coordinates of measuring points. Block 3 - selection of measured kinematic characteristics.
M.P. Block 4 - measurements of pulsations of the longitudinal component of the water velocity for the specified coordinates Block 5 - measuring the pulsations of the vertical component of the water velocity for the specified measuring points.
C.P. Block 6 - calculation of empirical correlation coefficients between the values of pulsations of the longitudinal component of the water velocity. Block 7 - calculation of empirical correlation coefficients between the values of pulsations of the vertical component of the water velocity.
A.P. Block 8 - analysis of the results obtained. Block 9 - conclusion about the contribution of the pulsating velocity field to the transfer of the momentum along the vertical flow.

FIG. – Method for determining the dependence or independence of the kinematic characteristics of an open turbulent water flow, measured at two adjacent points.

First, all the initial conditions for the implementation of the method are determined. First, measuring areas are assigned along the vertical flow (fig. 1, block 1). Secondly, pairs of measuring points are selected in the indicated measuring areas (fig. 1, block 2), and the sets of selected pairs of coordinates are assigned for three variants of distances between adjacent measuring points for each measuring pair. Third, the pulsations of the longitudinal component of the water velocity and the pulsations of the vertical component of the water velocity are chosen as the measured kinematic characteristics (fig. 1, block 3).

Then, the pulsations of the longitudinal component of the water velocity are measured at two adjacent points along the vertical (fig. 1, block 4) and the pulsations of the vertical component of the water velocity at two adjacent points along the vertical (fig. 1, MP, block 5).

Then, the empirical correlation coefficients are calculated between the values of the pulsations of the longitudinal component of the water velocity at two adjacent points along the vertical (fig. 1, CP, block 6) and the pulsations of the vertical component of the water velocity at two adjacent points along the vertical (fig. 1, CP, block 7).

In conclusion, the analysis of the results obtained is carried out (fig. 1, AP, block 8).

If the empirical correlation coefficient between the values of the pulsations of the longitudinal component of the water velocity at two adjacent vertical points $r_{u'u'}$ is approximately equal to 1 and the empirical correlation coefficient between the values of the pulsations of the vertical component of the water velocity at two adjacent vertical points $r_{v'v'}$ is approximately equal to 1, then the corresponding measurements are considered to be dependent on each other;

If the empirical correlation coefficient between the values of the pulsations of the longitudinal component of the water velocity at two adjacent points along the vertical $r_{u'u'}$

is approximately equal to 0 and the empirical coefficient of correlation between the values of the pulsations of the vertical component of the water velocity at two adjacent points along the vertical $r_{v'v'}$ is approximately 0, then the corresponding measurements are considered independent of each other.

The economic efficiency of the proposed method for determining the dependence or independence of the kinematic characteristics of an open turbulent water flow measured at two of its neighboring points is to justify the choice of the tactics of hydrometric measurements, namely: if $r_{u'u'}$ is approximately equal to 1 and $r_{v'v'}$ approximately equal to 1, it is necessary to measure the pulsations of the longitudinal component the water velocity at two adjacent points along the vertical and the pulsations of the vertical component of the water velocity at two adjacent points along the vertical, since in this case the pulsation field of the water velocities takes an active part in the transfer of the momentum of water along the vertical of the flow; and, in the case when $r_{u'u'}$ is approximately 0 and $r_{v'v'}$ equal to approximately 0, it makes no sense to make the above measurements, since in this case the pulsation field of water velocities does not affect the transfer of the momentum of water along the vertical flow.

Literature

1 M.A. Giants. Channel flow dynamics, V.1 Flow structure. M.: Gosizdat tekhn.-teor. lit., 1954, p. 323

2 Nikitin I.K. Turbulent channel flow and processes in the bottom area. – Kiev: Publishing house of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, 1963.

3 Rumshinsky L.Z. Mathematical processing of the experimental results. Reference Guide. M. Nauka, 1971, p.192

МҰНАЙ ҚАЛДЫҚТАРЫН ТЕРМИЯЛЫҚ ӨҢДЕУДІ МОДЕЛЬДЕУ

Балакаева Г.Т[1]., Калменова Г.Б[2].
e-mail[1]: gulnardtsa@gmail.com , e-mail[2]: kalmenova.g.b@gmail.com

аль-Фараби атындағы ҚазҰУ, Қазақстан

Аннотация. *Мақалада мұнай қалдықтарының құрамындағы зиянды заттардан қоршаған ортаны қорғау мәселесін шешу жолдарының бірі ұсынылған. Сондай-ақ мұнай шламын өңдеу әдістері мен технологияларының егжей-тегжейлі талдауы берілген, оның негізінде қалдықтардың қоршаған ортаға әсерін барынша азайту мақсатында мұнай шламын өңдеудің термиялық әдісі таңдалған. Термиялық өңдеу үшін мұнай шламынан зиянды заттардың булануы кезіндегі жылу мен масса алмасуды сипаттайтын математикалық модель құрастырылды. Дифференциалдық теңдеулердің сандық шешімі және ауқымды есептеу тәжірибесі алынған нәтижелер мұнай шламын термиялық өңдеу кезінде зиянды заттардың жылу және масса алмасу және булану заңдылықтарын дұрыс сипаттайтынын көрсетті. Әртүрлі технологиялық параметрлердің әсерін зерттеу және болжау және мұнайлы қалдықтарды экологиялық таза деңгейге дейін өңдеуді зерттеу және талдау үшін Python құралдарының көмегімен бағдарламалық қосымша әзірленді. Бағдарламалық қосымша мұнай шламын өңдеудің интерактивті пайдаланушы талдау мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Авторлардың зерттеулері мұнай шламын зиянды қоспалардан тазартуға және олардың қоршаған ортаға теріс әсерін азайтуға бағытталған.*

Кіріспе

Қоршаған орта үшін табиғи ресурстарды қайта өңдеу экологиялық және экономикалық тұрғыдан маңыздырақ болып отыр. Мұнай өңдеу зауыттары мен мұнай-газ кәсіпорындарының өндірістік қызметі қоршаған ортаны ластаудың негізгі көздерінің бірі болып табылады. Мұнай өңдеу кәсіпорындарының қалдықтарының қоршаған ортаға және адам денсаулығына кері әсері ең алдымен олардың жоғары уыттылығымен байланысты маңызды экологиялық болып мәселе болып табылады. Табиғи ортаның барлық дерлік компоненттерінің ішіндегі ең қауіпті ластаушы – мұнай шламы. Қоршаған ортаның ластануы мұнай мен мұнай өнімдерін өндіру, тасымалдау, өңдеу және кәдеге жарату нәтижесінде, сондай-ақ мұнай өнімдерін қабаттарға рұқсатсыз төгу, техногендік авариялар, өнеркәсіптік өндіріс нәтижесінде болады.

Мұнай шламын термиялық өңдеу мәселесін модельдеу маңызды жер учаскелерінің мұнай қалдықтарымен ластануы нәтижесінде экология мәселесін шешу қажеттілігіне байланысты өте өзекті, өйткені қазіргі уақытта қоғамды толғандыратын негізгі мәселелердің көпшілігі қоршаған ортаны қорғау саласы.

Термиялық өңдеу әдісі

Мұнай шламын кешенді термиялық өңдеу әдісі еңбекті үнемдейтін процедура болып табылады. Мұнай шламын термиялық ыдырату процесі қауіпті мұнай шламын тиімді пайдаланудың перспективті әдісі болып табылады, өйткені оның ұшқыш органикалық

материалдары және жоғары қыздыру қасиеті бар [1]. Шетелдік және отандық тәжірибеде мұнай шламын термиялық бейтараптандыру әдісі кеңінен қолданылады.

Термиялық процестер әдетте жоғары улы қалдықтар немесе жоғары концентрацияланған органикалық қалдықтар үшін қолданылады. Термиялық деструкция процестері жоғары температурада (1600-ден 2000 ^{o}F) жұмыс істейді, ластаушы заттардың кемінде екі секунд тұру уақытын қамтамасыз етеді және негізгі органикалық ластаушылар үшін 99,99%-дан жоғары жою тиімділігіне қол жеткізе алады [4].

Термиялық әсер – мұнай шламын өңдеудің негізгі әдісі. Термиялық әсерлердің ең көп қолданылатын түрлері жану, газдандыру, пиролиз, ауада, вакуумда қыздыру және т.б. Жылулық әдістерге әдетте шламды өңдеуге дайындау; жоғары температурада өңдеу; көп сатылы газды тазарту; жылуды қалпына келтіру; органикалық жанама өнімдер (газ, отын) және минералды өнімдер (оксидтер, цемент, минералды тұздар) өндірісі. Олардың бір-бірінен маңызды айырмашылығы – пайдаланылған оттегінің мөлшерінде .

Мұнай шламын өңдеудің термиялық әдістері өнімді коллекторды жылыту үшін жылу энергиясын пайдалануды қамтиды. Мұнайдың тұтқырлығының айтарлықтай төмендеуіне қол жеткізу үшін қабат температурасы айтарлықтай жоғарылауы керек, оны мұнай шламының қозғалғыштығы әсерін арттыру үшін пайдалануға болады. Өңдеу әрекетінде тау жынысының суланғыштығы артады, мұнай қалдықтарын неғұрлым тиімді өңдеу мүмкіндігі артады.

Жылудың жеткілікті мөлшерімен және өнімді қыздырылған аймақтан бір мезгілде шығарумен тұру уақытымен барлық шикізатты (қалдықтарды) азайып бара жатқан шикізаттың қажетті түрлендіру дәрежесін қамтамасыз ету үшін жылу беру қарқындылығын өлшеу арқылы «өңдеуге» болады [5].

Көп жағдайда термиялық өңдеуді қолдану үнемді емес, өйткені қалдықтардың құрамында май мен су тым көп [6]. Май шламын сүзгілеу мүмкін емес, себебі қатты заттардың мөлшері тым жоғары және сүзгілеу әрекеттері сүзу жүйелерін бітеп тастайды.

Мұнай шламын қыздырған кезде байқалатын эндотермиялық әсер материалдан суды және басқа да ұшқыш заттарды кетірумен байланысты.

Мұнай қалдықтарын тотықтыру оны өңдеудің тиімді әдісі болып табылады, бұл шламды аккумуляторларды жоюдың экологиялық мәселесін шешуге мүмкіндік береді. Мұнай шламын тотықтырғыш термиялық өңдеу пиролиз бен өртеу арасындағы технология болып табылады [7-8]. Мұнай қалдықтарының органикалық бөлігін термиялық өңдеу және тотықтыру оған ыстық газбен және ауа ағынымен әсер етуді қажет етеді және мұнай қалдықтарының бетінде газ тәрізді және сұйық фракциялар түзіледі .

Зерттеу жұмысында [9] битумның көмірсутекті компоненттерінің біршама тотығуы көрсетілген. [10] ғалымдар зерттеулер жүргізіп, онда эксперименттер нәтижесінде газ тәрізді өнімдердің ең жоғары концентрациясы көмірқышқыл газы, сутегі, метан және көміртегі тотығы болатынын көрсетті.

Сұйық мұнай қалдықтарынан және мұнайлы қабаттардағы майлы шөгінділер мен шламдардан құтылу үшін термиялық қыздыру жүргізілді . Барлық нәтижелер

фрагменттерге қыздыру кезінде 150°C, 250°C, 350°C және 450°C ыстық ауа ағындарына ұшыраған кезде алынды.

Мұнай шламдарын өңдеудің термиялық әдісін модельдеу

Есептің қойылымы

Мұнай шламын термиялық өңдеу арқылы экологиялық қауіпсіз деңгейге дейін мұнай қалдықтарын залалсыздандыру және кәдеге жарату мәселелерін шешуге арналған бағдарламалық кешен әзірлеу арқылы қоршаған ортаның мұнайлы қалдықтармен ластануын азайту – біздің жұмысымыздың басты міндеті.

Қайта өңдеу қажеттілігі қалдықтардың қоршаған ортаға теріс әсерінен де, көмірсутек шикізатының қайта қалпына келмеуінен де туындайтын экологиялық проблемаларға байланысты. Айналадағы экожүйелерге антропогендік әсерді барынша азайту үшін технологиялық шешімдерді әзірлеу қажеттілігі мұнай кешенінің қарқынды дамуы экологиялық тепе-теңдікті бұзатын бірқатар қолайсыз факторларға әкеліп соқтыруымен байланысты.

Жылыту конвективті ауа ағыны төменнен (1-суреттегідей) өтеді деп болжанады , ал қалған жақтары өте жақсы оқшауланған деп саналады. Уақыттың ұлғаюымен жылу мұнай шламының бүкіл көлеміне ішке қарай таралады, демек, мұнай шламының сұйық фракциялары буланып, сыртқа таралады. Төменде сипатталған процесті модельдеуге сәйкес, авторлар мұнай шламын термиялық өңдеу кезінде жылу және масса алмасу процестерінің сәйкес сипаттамаларын зерттейді және талдайды.

.

1-Сурет. Жылу беру ағынының схемасы .

Мұнай қалдықтарын термиялық өңдеуді модельдеу

Процестің математикалық моделі жылу және масса алмасу теңдеулер жүйесімен сипатталған және термиялық өңдеу кезінде жылу мен концентрация алмасуды стационар емес, конвективті және диффузиялық қамтитын жеке туындылардағы екінші ретті параболалық дифференциалдық теңдеулер жүйесін қамтиды.

Мұнай шламын термиялық өңдеудің тұрақсыз жылу және масса алмасу есебін математикалық модельдеу өлшемсіз айнымалылардағы дифференциалдық теңдеулер жүйесін қамтиды. Жылу алмасу теңдеуі мұнай шламының пластинасын ыстық ауа ағынымен қыздырған кездегі жылу алмасу процесін сипаттайды ((1) бірінші теңдеу). Масса алмасу теңдеуі ((1)-дегі екінші теңдеу) мұнай шламын термиялық өңдеу кезінде сұйық фракцияның жоғалуын сипаттайды:

$$\begin{cases} \frac{\partial \overline{T}}{\partial \overline{t}} + \overline{u}\,\frac{\partial \overline{T}}{\partial \overline{x}} + \overline{v}\,\frac{\partial \overline{T}}{\partial \overline{y}} = \frac{1}{Re*Pr}\left(\frac{\partial^2 \overline{T}}{\partial \overline{x}^2} + \frac{\partial^2 \overline{T}}{\partial \overline{y}^2}\right) \\ \frac{\partial \overline{C}}{\partial \overline{t}} + \overline{u}\,\frac{\partial \overline{C}}{\partial \overline{x}} + \overline{v}\,\frac{\partial \overline{C}}{\partial \overline{y}} = \frac{1}{Re*Sc}\left(\frac{\partial^2 \overline{C}}{\partial \overline{x}^2} + \frac{\partial^2 \overline{C}}{\partial \overline{y}^2}\right) \end{cases} \quad (1)$$

Жылу өткізгіштік денелердегі жылу таралу дифференциалдық теңдеуіне коэффициент ретінде кіреді:

Дифференциалдық теңдеулер жүйесі өткізгіш жылу процесінің дамуын сипаттайды және массалық тасымалдау.

Нақты есептерді шешу кезінде дифференциалды берілу теңдеулер жүйесін бастапқы және шекаралық шарттармен толықтыру қажет [12]. Теңдеулер жүйесінің шешімін алу үшін оған бастапқы және шекаралық шарттарды қосу керек. Осылайша, біз T және C үшін уақыттың бастапқы моментіндегі бастапқы шекаралық шарттарды және шекаралардағы шекаралық шарттарды бердік .

Жылу алмасудың бастапқы және шекаралық шарттары былай жазылады :

$\overline{T}|_{t=0}= 0$

$\frac{\partial \overline{T}}{\partial x}|_{x=0}= 0, \frac{\partial \overline{T}}{\partial x}|_{x=L}= 0$

$\overline{T}\,|_{y=0}= 1,\ \frac{\partial \overline{T}}{\partial y}|_{y=H}= 0$

Масса алмасудың бастапқы және шекаралық шарттары былай жазылады:

$\overline{C}\,|_{t=0}=\ C_0$

$\frac{\partial \overline{C}}{\partial x}|_{x=0}= 0\ , \frac{\partial \overline{C}}{\partial x}|_{x=L}= 0$

$\overline{C}\ |_{y=0}= \text{const},\ \frac{\partial \overline{C}}{\partial y}|_{y=H}= 0$

Сандық шешім және бағдарламалық қосымша

(1) жүйесіндегі сандық дифференциалдық теңдеулер үшін айнымалы бағыттар әдісі қолданылды. Біздің мәселеміз үшін ADI әдісінің қолдану және жинақтылық шарттары тексерілді [13]. Шешім конвергенция шарты орындалғанға дейін ауыспалы бағыттар арқылы жасырын айырмашылық схемасын қолдану арқылы жүзеге асырылады. Мұнай шламын өңдеуге әртүрлі технологиялық параметрлердің әсерін зерттеу және болжау үшін біз арнайы бағдарламалық пакет әзірледік. Алынған есептеу нәтижелері Python құралдарының көмегімен өңделеді. Мұнай шламының қалдықтарын өңдеу нәтижелерін визуализациялау үшін кіріктірілген питон түрлері құралы пайдаланылды.

Бағдарламалық қосымша әзірлеу

Мұнай шламының қалдықтарын өңдеуді есептеу бағдарламасы алынған нәтижелерді талдау үшін Python тілінде жазылған графикалық интерфейсті қолдануға болатындай етіп жасалған. Дисплей үшін Matplotlib құралы пайдаланылды. Бұл құралдың көмегімен температураның өзгеруін көрсететін 3D сызбасы жасалды [14]. Tkinter құралының көмегімен мұнай шламындағы жылу және масса алмасу заңдылықтарын зерттеуді жүзеге асыру үшін нақты интерфейс жасалды. Деректерді визуализациялау біздің қолданбамыздың ажырамас бөлігі болып табылады. Интерактивті графиктермен жұмыс істеуге ғана емес, сонымен қатар оларды веб-сайтта көрсетуге мүмкіндік беретін Python-Dash деректер визуализациясы жүйесі қолданылады. Dash қолданбасының коды декларативті және жауап береді, бұл көптеген интерактивті элементтерді қамтитын күрделі қолданбаларды жасауды жеңілдетеді. Кірістірілген python ctypes құралы шөгінділерді өңдеуді есептеу кітапханасымен біріктіру үшін пайдаланылды. Бұл құрал Python ішіндегі C\C++ тілінде жазылған функцияларды алуға және пайдалануға көмектеседі. Tkinter құралының көмегімен оның параметрлерін жүзеге асыру және сәйкес нәтижелерді алу үшін интуитивті интерфейс жасалды. Бағдарламалық қосымша Python объектілі-бағытталған бағдарламалау ортасында жүзеге асырылды.

Нәтижелер

Сұйықтықтың жоғалу процесіне әсер ететін негізгі параметрлерді анықтау үшін мұнай шламы қыздырылған конвективті ауа ағындарының әсеріне ұшырады. Тікбұрышты плиталардағы жылу және масса алмасу процестерін талдау конвективтік ағынның температурасы мен жылдамдығы , сонымен қатар пластинаның геометриялық өлшемдері зерттелетін негізгі параметрлердің қатарына жатады. Осылайша, бұл сандық тәжірибелік зерттеу ауа температурасының 150°C-тан 450°C-қа дейінгі диапазондағы өзгеруін және ауа жылдамдығының 0,83 м /с-тан 2,7 м /с -ге дейінгі аралықта өзгеруін болжады.

Есептеулер жоғарыда көрсетілген параметрлер бойынша буланған компоненттердің массалық концентрациясына негізделген. Жылдамдық пен температураны, пластина өлшемін өзгерту арқылы термиялық өңдеу кезінде ластаушы заттардың булануын есептеу арқылы келесі нәтижелер алынды.

3-сурет. 150 °C 0,83 м/с жылдамдықта мұнай шламының температурасының өзгеруі

Суреттер (3) және (4) 2,7 м/с және 0,83 м/с 150 °C жылдамдықта технологиялық параметрлері өзгеретін резервуар учаскелеріндегі температураның өзгеруін көрсетеді.

Жоғарыдағы суреттер жалпы ауа ағынының температурасы мен өлшемі тұрақты сақталатын жағдайларға арналған. Осылайша, графиктер масса алмасу процесіне жылдамдық әсерін көрсетеді. 3-4-суреттердегі алынған сандық нәтижелер физикалық процестерді дұрыс сипаттайды.

4 -сурет . 150 ° C 2,7 м / с жылдамдықта мұнай шламының температурасының өзгеруі

Конвективтік қыздыру жағдайында жылдамырақ қозғалатын сұйықтық жүйедегі жылу беру сипаттамаларын жақсартады, демек, қыздырылған мұнай қалдықтары ішіндегі булану және диффузиялық жетектерді күшейтеді. Сондай -ақ , қыздырылған плита бетіндегі жоғары

5 - суретте әртүрлі температурадағы ыстық ауа ағындарына енгізілген мұнайлы қадықтары бар плиталарының массалық жоғалуы көрсетілген.

5 - Сурет. 0,83 м/с жылдамдықпен әртүрлі ағын температурасында сұйықтық фракциясының уақытпен салыстырғанда салыстырмалы талдауы . Бұл көрсеткіш басқа авторлар алған нәтижелерді қамтиды [9].

Көріп отырғанымыздай, ағынның жоғары температурасы соңғы ұшқыштық шектерін арттырады және масса алмасу жылдамдығын арттырады. Демек, ағынның температурасы неғұрлым жоғары болса, булану фракциясы соғұрлым көп болады. Атап айтқанда, ағын температурасының жоғарылауымен мұнай қалдығы бар

тақтасының ішінде үстемдік ететін температураның жоғарғы шегі үлкен болады, бұл ауыр компоненттердің булануын және диффузиясын тудырады. Екінші жағынан, сұйық буларының диффузиялық қасиеті жоғарырақ температурада жоғарырақ болар еді, бұл сұйықтықтың диффузия процесін жеделдетеді. Сонымен қатар, ағынның жоғары температурасы булардың қыздыру ағындарына диффузиясы мен конвекциясын жақсартады, бұл өз кезегінде ұшпалану жылдамдығын күшейтеді және тездетеді.

Қорытынды

Өңдеу өнеркәсібінің қалдықтарының көлемі жыл сайын артып келеді. Мұнай қалдықтарының зиянды әсері адам өмірі мен денсаулығына қауіп төндіретін және болашақ ұрпақтың өмірі мен денсаулығына қауіп төндіретін экологиялық факторларға әсер етеді. Сондықтан қоршаған ортаны қорғау үшін мұнай шламын сандық әдістермен термиялық өңдеу моделін жасау тапсырманың негізгі мақсаты болды.

Мұнай шламдары туралы ашық әдебиеттерге шолу ыстық конвективтік атмосферадағы мұнай плиталарындағы жылу және масса алмасу процестерін сандық талдауға қатысты салыстырмалы түрде аз ақпарат бар екенін көрсетті. Тікбұрышты мұнай плиталарындағы энергия мен заттардың тасымалдануының талдауы талқыланды және қыздырылған мұнай қалдықтары плиталарындағы сұйықтық концентрациясы мен өтпелі температура профильдерінің қарапайым шешімі өлшеніп, теориялық түрде есептелді.

Ұсынылған сандық нәтижелер мұнай шламын термиялық өңдеудің физикалық заңдылықтарын дұрыс сипаттайды, осылайша, құрастырылған математикалық модель және әзірленген сандық модельдеу мұнай шламын термиялық өңдеу кезінде болатын жылу және масса алмасу процестерін зерттеуге мүмкіндік береді, өнеркәсіпте қолдану үшін тек теориялық емес, сонымен қатар практикалық маңызы бар деп үміттенеміз.

Әдебиеттер

1. M. U. Kankia, L. Baloo, B. S. Mohammed, S. B. Hassan, E. A. Ishak, Z. U. Zango. Review of petroleum sludge thermal treatment and utilization of ash as a construction material, a way to environmental sustainability. International Journal of Advanced and Applied Sciences 2020;7(12):68-81. DOI: 10.21833/ijaas.2020.12.008

2. O. A. Johnson, A. Ch. Affam. Petroleum sludge treatment and disposal: A review. Environmental Engineering Research 2019; 24(2): 191-201. DOI: https://doi.org/10.4491/eer.2018.134

3. X. Wang, Q. Wang, Sh. Wang, F. Li. Effect of biostimulation on community level physiological profiles of microorganisms in field-scale biopiles composed of aged oil sludge. Bioresource Technology 2012; 111: 308-315. DOI:10.1016/j.biortech.2012.01.158

4. N. Jadidi, B. Roozbehani, A. Saadat. The Most Recent Researches in Oily Sludge Remediation Process. American Journal of Oil and Chemical Technologies 2014; 2(10): 340-348.

5. E. I. Bakhonina, U. B. Imashev. Processing of hydrocarbon-bearing slurries without their removing from outdoor storages. Bashkir chemical journal 2017; 22(1): 20-29. ISSN: 0869-8406 (In Russian)

6. B. Islam. Petroleum sludge, its treatment and disposal: a review. Int. J. Chem. Sci. 2015; 13(4):1584-1602. ISSN 0972-768X

7. J. Shie, J. Lin, Ch. Chang, Ch. Wu, D. Lee, Ch. Chang, and Y. Chen. Oxidative Thermal Treatment of Oil Sludge at Low Heating Rates. Energy & Fuels 2004;18: 1272-1281. DOI: 10.1021/ef0301811

8. Sh. Cheng, F. Chang, F. Zhang, T. Huang, K. Yoshikawa, H. Zhang. Progress in thermal analysis studies on the pyrolysis process of oil sludge. Thermochimica Acta 2018; 663: 125-136. DOI: 10.1016/j.tca.2018.01.006

9. M. A. Abdrabboh. Studies in Heat and Mass Transfer in Oil Sand Beds [dissertation]. Calgary, Alberta, Canada: The University of Calgary; 1983

10. A. S. Hanafi. Experimental and Analytical Studies of Volatilization and Burning of Oil Sand Particles [dissertation]. Calgary, Alberta, Canada: The University of Calgary; 1979

11. M. A. Abdrabboh, G. A. Karim. A Study of Mass Transfer Around Oil Sand Fragments in HighTemperature Atmospheres. ASME Journal of Energy Resources Technology 1989; 111: 97-99.

12. G.T. Balakayeva, E. Mikebaev, M. Safonov, E.K. Ongarbaev, S.Zh. Tetenov. Numerical modeling of heat and mass transfer in a reactor for continuous movement of oxidation of oil slime. Chemical Bulletin of Kazakh National University 2000; 3: 47-55 (in Russian).

13. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы математической физики. - 2-е изд. -М.: Научный мир. -2003.-316 с.

14. G. T. Balakayeva, G. B. Kalmenova, M. T. Turdaliev. Using Python tools to digitize data processing. Marchuk scientific readings 2020; June 29 - July 3, 2020, Novosibirsk, Russia. p104

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИКИ И ПРОЦЕССА ДЕНЕЖНОГО ОБМЕНА

Калимолдаев М.Н., Абдилдаева А.А.
e-mail: mnk@ipic.kz
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

Аннотация. *Статья посвящена исследованию математической модели, параметры которой оцениваются средствами математической статистики. Эта модель выступает в качестве средства анализа и прогнозирования конкретных экономических процессов на основе реальной статистической информации. Описан обобщающий классический закон теории денег, а также более точно оценена роль основных факторов управления обмена в финансовом рынка Республики Казахстан. Полученное обобщенное уравнение дает наиболее конкретные результаты, определены критические значения параметров уравнения, которые дают возможность придерживать эти факторы в определенном численном интервале.*

Допустим, в стране низкий уровень жизни населения, нехватка денег, государство производит эмиссию, то есть увеличивается денежная масса, тогда мы получаем снижение скорости обращения денег в стране (по уравнению обмена). Но ведь это не решение проблемы, необходимо знать определенные границы выпуска денег. В этом случае, предложено использование выведенного обобщенного уравнения обмена и вычислены критические значения этих факторов. Это позволяет обойти неприятные ситуации, которые могут сложиться в определенном сочетании параметров количественной теории денег.

Как известно, законы физики являются наиболее общими и могут быть применены непосредственно в экономике. Известно, что существует мало экономических законов, но более точная интерпретация физических законов в экономической теории открывает большие перспективы, как в теоретическом, так и в практическом плане.

Теория денег в нынешней ситуации очень важна для рыночной экономики Республики Казахстан, так как на сегодняшний день ни для кого не секрет, что в стране наблюдается рост инфляционных явлений. И с этим не обходимо бороться, предпринимать все реальные меры для предотвращения роста инфляции.

Инфляция, в свою очередь тесно связана с денежной массой, то есть с теорией количества денег. В этом плане, данная работа является наиболее актуальной для расчета различных сценариев развития для нашей Республики.

В первую очередь, в данной работе доказана эффективность использования обобщенной формулы обмена, исследования моделей номинального дохода и в нахождении точных численных значений количества денег в обращении, уровня цен, количества товаров и скорости обращения денег. Также, были исследованы непосредственно основные макро-экономические показатели страны, с помощью которых сделаны расчеты критических значении данных показателей и выведены численные интервалы возникновения нестандартной ситуации в экономике.

Анализ функционирования народнохозяйственной системы постсоветских стран указывает на то, что рыночная экономика которых далека от стабильности требует тщательного изучения и осмысления экономических показателей и методику их регулирования.

Известно, что основные положения количественной теории денег сводится к следующему: покупательная способность денег, как и цены товаров, устанавливается на рынке; в обращении находятся все выпущенные деньги: покупательная способность денег обратно пропорциональна количеству денег, а уровень цен прямо пропорционален количеству денег.

В развитии современной количественной теории денег, базирующейся на бумажно-денежном обращении, большое влияние оказали работы американского экономиста, статистика и математика Ирвинга Фишера. Всякое положение, касающееся этих переменных, требует объединения количественной теории со специальными условиями, налагаемыми на предложение денег и другие переменные.

Было отмечено, на основе законов физики, в частности уравнения состояний идеального газа, уравнения Клапейрона-Менделеева и уравнения Ван-дер-Вальса, предложено обобщенное уравнение обмена. В свою очередь, предложенное обобщенное уравнение обмена дает возможность вычислить критические значения элементов данного уравнения, что позволяет придерживать значения экономических факторов уравнения обмена И. Фишера в конкретном численном интервале.

Вследствие этого предложенное в данной работе в качестве одного из решений экономических проблем обобщенное уравнение обмена и стабилизация моделей номинального дохода, в особенности рыночной, денежной сферы, является актуальными и важными.

В работе описывается уравнение денежного обмена

$$MV = PQ \tag{1}$$

Уравнение обмена денег позволяет исследовать влияние изменения объема денежной массы в обращении на общий уровень цен и объем производства в краткосрочной перспективе, что особенно важно для выработки денежно-кредитной и финансовой политики в рамках общей экономической стратегии борьбы инфляцией. Посредством уравнений обмена сформулированы три теоремы:

1) Если V и все Q остаются неизменными, в то время как M изменяется в некотором отношении, вся денежнвя часть уравнения изменится в том же самом отношении и, слодовательно, равная ей товарная часть его точно также должна измениться в том же отношении. В соответствии с этим или все P изменятся в том же отношении, или некоторые изменятся в большем, а другие в меньшем отношении, но на столько, чтобы уравновесить изменение первых и сохранить ту же самую среднюю.

2) Если M и все Q остаются неизменными, в то время как V изменяется в некотором отношении, вся денежнвя часть уравнения изменится в том же самом отношении, и, слодовательно, равная ей товарная часть уравнения должна также измениться в том же отношении. В соответствии с этим, или все P изменятся в том

же отношении или некоторые из них изменятся в большем, а другие в меньшем отношении, но так, чтобы компенсировать большее изменение в первых.

3) Если M и V остаются неизменными, денежная часть и товарная часть уравнения останутся также неизменными; следовательно, если при этом все Q изменятся в данном отношении, то или все P должны измениться в обраном отношении, или некоторые из них изменятся в большем, другие в меньшем отношении, но так, чтобы компенсировать большее изменение первых.

Уравнение денежного обращения6 распространенное и на банковские депозиты6 читается таким образам:

$$MV + M'V' = \sum pQ, \text{ или } PT$$

Для того чтобы одной цифрой выразить общее движение цен, строится index number (P), а для того чтобы выразить одной цифрой общее движение объема торговли, строится index jf trade (T). Выяснение природы этих двух индексов составит содержание следующего раздела.

Также в работе рассматриваются методические проблемы формирования уравнения денежного обмена. Необходимость представления уравнения денежного обмена в индексной форме

Уравнение денежного обмена Ньюкомба−Фишера в исходной форме (1) отражает взаимосвязи довольно абстрактных понятий и в таком виде не пригодно для практического применения. Все четыре используемые в нем показателя не являются непосредственно наблюдаемыми и, как минимум, два из них не имеют даже физической размерности.

И. Фишер расматривал соотношение (1) как обобшение следующих соотношений между измеряемыми величинами:

$$\sum_{i=1}^{n} P_i \; Q_i = V_{\sum} = \sum_{j=1}^{m} M_j \; S_j \qquad (2)$$

Где M_j, S_j – масса и скорость обращения (среднее количество раз использования за период) отдельных типов платежных средств, $j=1,\ldots,m$; Q_i, P_i – объем и средняя цена продажи всех товаров, $i=1,\ldots,n$; $V_{\sum}$ − стоимость всех проданных товаров.

Во втором разделе подробно освещен переход от соотношения (2) к соотношению

$$PQ=V_{\sum}=MS \qquad (3)$$

Для анализа процессов интерес представляют не сами абсолютные значения указанных агрегированных показателей, а соотношения данных величин в разные периоды – их темпы роста. Иначе говоря, P и Q задаются в (2) с точностью до любого положительного коэффициента, на который можно умножать одну из этих величин и делить другую во все сравниваемые периоды.

Следовательно, вместо (2) для любых двух периодов t и r определенно соотношение

$$\mathrm{I}_p^{r\,t}\ \mathrm{I}_p^{r\,t} = \mathrm{I}_v^{r\,t} = \mathrm{I}_m^{r\,t}\,\mathrm{I}_S^{r\,t} \tag{4}$$

Где

$$\mathrm{I}_v^{r\,t} = V_\Sigma^t / V_\Sigma^r \tag{5}$$

− индекс стоимости всех товаров; $\mathrm{I}_p^{r\,t}$, $\mathrm{I}_q^{r\,t}$ – индексы цен и объемов товаров; $\mathrm{I}_m^{r\,t}$, $\mathrm{I}_S^{r\,t}$ –индексы массы и скорости обращения платежных средств.

Описаны следующие методы расчета индексов, индексы в форме средних с постоянными весами; индексы, соизмеряющие стоимости одинаковых наборов товаров в ценах сравниваемых периодов; описаны способы генерирования методов расчета индексов цен и объемов товаров такие как – симметричные индексы объемов и цен; построение новых индексов путем усерднения исходных: «идеальные» индексы Фишера; комбинированные способы создания методов; преобразование, приводящее к индексам, удовлетворяющим условно о среднем, индексы с постоянной и расширенной базами; индексы в непрерывным времени.

Модель номинального дохода является основой теоретической схемы монетаризма. Стержнем монетаристкой концепции являются модели номинального дохода, предложенные М.Фридменом. Эти модели представляют собой соединение традиционной для неоклассического синтеза макроэкономической модели с рядом специфических предположений, отражающих монетаристкие представления об изменениях денежной массы и процентных ставок в условиях краткосрочного неравновесия.

Исходная макромодель представлена в виде системы из шести уравнений:

$$\frac{C}{P} = ʃ\left(\frac{Y}{P}, r\right),$$
$$\frac{I}{P} = \varphi(r),$$
$$\frac{Y}{P} = \frac{C}{P} + \frac{I}{P}$$
$$M^{⅃} = \mathrm{PL}\left(\frac{Y}{P}\right),$$
$$M^{⅃} = M^S$$
$$M^{⅃} = \mathrm{M},$$

где ʃ − номинальный доход; C – потребление в текущих ценах; I – инвестиции в текущих ценах; P – индекс цен; r – процентная ставка; $M^{⅃}$ − спрос на деньги; M^S – предложения денег; ʃ - функция потребление; L – функция спроса на деньги; φ – инвестиционная функция; M – экзогенно определенное количество денег в обрашении.

Описывается математическое моделирование макроэкономических процессов на базе уравнения денежного обмена Ньюкомба-Фишера. Рассмотрена физическая интерпретация данной формулы.

Вид уравнения обмена И.Фишера напоминает известное в законах физики уравнение состояний идеального газа, уравнение *Клапейрона - Менделеева.*

$$PV=RT \tag{6}$$

Известно, что уравнение Клапейрона – Менделеева справедливо лишь при достаточно низких давлениях и достаточно высоких температурах. При достаточно низких температурах (или ценах) оно заведомо *не выполняется*.

В этой связи, уточнение уравнение Клапейрона – Менделеева (6), предложенное Ван-дер-Вальсом, имеет вид:

$$\left(P + \frac{\alpha}{V^2}\right)(V - \beta)=RT \tag{7}$$

где параметр α учитывает силы межмолекулярного притяжения, а β – размер молекул. Уравнение Ван-дер-Вальса (7) позволяет лучше описывать поведение газа при низких температурах и высоких давлениех, т.е. там, где уравнение Клапейрона – Менделеева дает большие погрешности. В соответствии с вышесказанным, предлагается аналогично использовать Уравнение Ван-дер-Вальса (7) для уравнение И.Фишера. Тогда уравнения обмена И.Фишера (1), будет иметь следующий вид (пользуясь вышеуказанными соответствиями):

$$\left(V + \frac{\alpha}{M^2}\right)(M - \beta)=PQ \tag{8}$$

Эта формула справедлива также при низких ценах P и высокой скорости обращения денег V. Коффициент β отражает неизменяемую часть количества денег, т.е. доступным для изменения является не весь объем количества денег, а лишь его часть $(M - \beta)$. Коффициент α в какой-то степени соответствует “притягиванию” денег , т.е. при малых скоростях обращения денег имеем более сильное притягивание (сохранение), а при больших скоростях обращения действуют силы “отталкивания” денег.

Найдены численные показатели величин уровня потребительских цен, скорости обращения денег и денежной массы. Показаны интервалы в которые они не должны попадать, иначе в экономике Казахстана возникнет нестандартная ситуация, которая приведет к нарушениям в сфере рыночной экономики страны и непосредственно приведет к противоречию уравнения обмена.

Заключение

Данная работа посвящена исследованию обобщающего уравнения обмена денег. Доказано эффективность использования обобщенной формулы обмена в нахождениточных численных значений количества денег в обрашении, уровня цен, количества товаров и скорости обращения денег. Исследованы непосредственно основные макроэкономические показатели страны, с помощью которых сделаны расчеты критических значении данных показателей и выведены численные интервалы возникновения нестандартной ситуации в экономике. Разработаны численные процедуры алгоритмов и комплекса программ для тестовых примеров.

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ИНТЕРФЕЙС КАНАЛЫ В СЕТЯХ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ

[1,2]Wojcik W., [1,3]Калижанова А.У., [1]Кунелбаев М., [1,4]Козбакова А.Х., [1,5]Айткулов Ж.С., [1]Орманов Т.А., [3]Ахсутова А.А., [1]Масимканова Ж.
kalizhanova_aliya@mail.ru, murat7508@yandex.kz, ainur79@mail.ru, jalau@mail.ru

[1]Институт информационных и вычислительных технологий КН МНВО РК
[2]Lublin Technical University, Poland
[3]Алматинский университет энергетики и связи имени Г. Даукеева, Казахстан
[4]Алматинский технологический университет, Казахстан
[5]Казахский национальный женский педагогический университет, Казахстан,

Аннотация. *Данная работа посвящена перспективной передовой технологии, способу и устройству для объединенной передачи данных и источников питания для применения нейтральных и нулевых взаимодействий в сетях передачи сигналов. Представлены методика организации, математическая модель и структура волоконно-оптических интерфейс-каналов передачи данных (ВОИКПД), ориентированные на специализированное применение и задачи объединенной передачи информации и энергии светом. Это открывает новые возможности для стабильности передачи измерительных и вычислительных сигналов и потоков данных в условиях воздействия электромагнитных полей и других потенциальных негативных факторов для сигналов. Также он обеспечивает единую передачу питания электронике и устройствам с низким энергопотреблением через световой поток и объединяет его с информационными оптическими сигналами посредством новой модификации метода WDM.*

Ключевые слова: *волоконно-оптические каналы передачи данных и мощности, сети передачи данных, объединенные сигналы, пассивные оптические сети.*

1. ВВЕДЕНИЕ

В современных технологиях сигнальных и промышленных сетей существует ряд задач, которые требуют комбинированной передачи данных (информации) и подачи питания на конечное удаленно размещенное оборудование с низким энергопотреблением. В большинстве случаев это делается по каналам, среда передачи которых имеет металлические проводники. Но в некоторых задачах необходимо обеспечить высокую скорость передачи данных, нейтральность и нулевое влияние канала на окружающую среду, гальваническую развязку с высоким сопротивлением изоляции и устранение электростатических воздействий в окружающую среду [1,2,3].

Среди таких задач:

- передача информации наряду с подачей энергии на биомедицинские зонды (электронный катетер), которые вводят внутри тела человека при операциях на внутренних органах (например, на сердце);

- передача информации и энергии к и от различных датчиков во взрывоопасных местах и помещениях;

- дистанционная передача информационно-энергетических компонентов к датчикам в зонах с высоким уровнем электрического потенциала (цепи с высоким и сверхвысоким напряжением, например, в линиях электропередачи) [4,5,6];

- организация локальной конфиденциальной передачи данных наряду с энергоснабжением и обеспечение высокой информационной безопасности канала в системах защиты информации и др.

Для оптимального решения этих проблем в качестве носителя данных и энергии может быть эффективно использовано оптическое излучение в волоконно-оптической среде благодаря его нейтральности и «неинерционности» к внешним электромагнитным полям. Он обеспечивает передачу оптических импульсов с высокой символьной скоростью, полной изоляцией и нейтральностью канала как для данных, так и для энергии (мощности) [7,8,9]. Волоконно-оптические структуры также могут быть использованы в качестве чувствительных элементов во многих областях, таких как измерение температуры или деформации [10,11].

Результаты работ [2-5] предлагают использование волоконно-оптических каналов передачи данных (информационная энергия) для объединенной передачи информации и энергии на удаленное электронное и оптоэлектронное оборудование. Создание компонентных оптоволоконных интерфейсов для одновременной передачи информационных данных и электропитания на современное оптоволоконное оборудование является актуальным с практической и теоретической точки зрения. Недавние исследования [4-5] показали, что оптическое волокно можно использовать не только как эффективную среду для передачи информации, но также как достаточно эффективную среду и материал для передачи мощности оптическим потоком высокой интенсивности. Кроме того, для целей передачи потоков мощности оптическое волокно выбирается на основе специализированного многомодового волокна с большим диаметром сердечника (Ø200-1000 мкм) [12,13,14].

Рис. 1. Размещение спектральных каналов в оптическом волокне в структуре волоконно-оптических информационно-энергетических каналов в соответствии с методом и волновой сетью построения ВОИКПД

Формирование ВОИКПД (рисунок 1) обеспечивает как минимум два типа каналов с длинами волн λ_i, i=1...N - данные и λ_j, j=1...K -мощности оптических спектральных каналов.

Мощность света в спектральных каналах оптической мощности (энергии) λ_j намного больше мощности в спектральных каналах информации (данных) λ_i, то есть $P_{\lambda j} >> P_{\lambda i}$. Структура ВОИКПД в соответствии с методом построения показана на рис.2.

Благодаря использованию оптических мультиплексоров и демультиплексоров происходят процессы мультиплексирования и демультиплексирования длин волн в оптических каналах и формирования информационно-энергетических световых потоков в одном волокне (рис. 2). На входе силового (энергетического) канала в блоке происходит электрооптическое преобразование энергии, а на выходе блока происходит фотоэлектрическое преобразование энергии. Управление приемом и передачей осуществляется с помощью соответствующих блоков управления в блоках передатчика и приемника.

Рис.2 Структура ВОИКПД с использованием оптического мультиплексирования WDM

Рис 3. Принципы, использующие оптическое мультиплексирование для сжатия данных в информационных каналах

Квадратурная модуляция (QAM) [13] и ее разновидности xPM-фотоприемник могут быть использованы для эффективной модуляции оптических сигналов в трактах данных (информации). Модуляция и демодуляция световых потоков для информационных каналов обеспечиваются соответственно информационными излучателями (излучателями) и фотоприемниками. Входные и выходные оптические системы играют основную роль процесса преобразования излучающих и принимающих блоков данных в оптическое волокно. Использование оптических усилителей позволяет увеличить дальность и дальность связи. Структура (рис. 3) является более универсальной по сравнению с традиционными волоконно-оптическими системами, поскольку она предполагает использование меньших количеств оптического волокна и объединенную передачу информационных световых потоков в одном волокне.

Основной проблемой при создании ВОИКПД является небольшой процент эффективности электрооптических и фотоэлектронных (фотоэлектрических) преобразований на входе и выходе. Коэффициент эффективности передачи питания оптическим потоком составляет:

$$\square_{IE} \square \square k_i \square 100\% \square \square k_{laser} \square k_{fiber} \square k_{FEP} \square \square 100\% \square k_{IE} \square 100\% , \quad (1)$$

где k_{laser} , k_{fiber} , k_{FEP} - коэффициенты полезного действия источника лазерного света, оптического волокна и фотоэлектрического преобразователя энергии (FEP); k_{IE} - это общий коэффициент передачи мощности, который в пределах 0,15-0,45. Мощность силового канала при выходе *ВОИКПД* определяется энергоэффективностью (1) как:

$$P_{out} = k_{IE} \cdot P_{in} \; ; \; P_{out\,M} = M \cdot k_{IE} \cdot P_{in} , \quad (2)$$

где P_{in} - входная мощность канала питания системы; M - количество силовых каналов в системе. Решение проблем повышения эффективности может быть достигнуто за счет использования современных мощных лазеров, энергоэффективных фотопреобразователей, оптики с небольшим процентом потерь и специализированных оптических волокон [4] с чрезвычайно минимальными потерями. В качестве излучателей энергии целесообразно использовать высокоэффективные волоконные лазеры (≥45-65%). Для силовых (энергетических) фотопреобразователей может быть использована технология компактного FEP на основе монокристаллического кремния и поликристалина (≥25-45%). Также могут быть эффективно использованы GaAs, InGaAs, InGaP (A^3B^5), концентрирующие фотоэлектрические элементы. Общая мощность (энергия) оптических потоков, воспроизводимых на приемном конце фотоэлектрическим преобразователем (FET), определяется как:

$$E_{out}\,(t, \square) \square k_{IE} \square P_{in}^{m}(t) \square \square, \text{ , [J, mJ]} \quad (3)$$

где $P_{in}{}^{m}(t)$ - мгновенная входная мощность *(ВОИКПД* (импульсная мощность, как у той же); □ - длительность импульса. Максимальная ширина полосы пропускания, определяемая по максимальной интенсивности света в оптическом волокне (ОВ):

$$E(t) = \int_0^r \int_0^t S_{core}\, I_{Nmax}\,(r,t) dr dt = \int_0^r \int_0^t 2\pi r^2\, I_{lim}(r,t) dr dt, [\text{Дж/с}] \quad (4)$$

где I_{Nmax} - максимально допустимая интенсивность оптического потока в сердцевине оптического волокна, которая определяется прочностью оптического волокна

$$I_{Nmax}(r,t) = I_{lim} \approx \sum_{j=1}^{K} I_{\lambda j max}(r,t),$$

и оптической интенсивностью (плотность оптической мощности) в волокне описывается отношением величины мощности к площади оптического волокна

$$I_{\lambda_j max}(r,t) = \sum_{j=1}^{K} P_{\lambda j}(t) \Big/ \pi r_{core}^2, P_{\lambda_j} \gg P_{\lambda_i}$$

Средний размер интернет-пакета (TCP / IP-пакет) в доменной сети и каналах такого интерфейса λ-WDM составляет 1518 бит. Каждый пакет содержит служебные данные и адрес протоколов IP (20 байтов), TCP (от 20 до 25 байтов), HDLC (6 байтов), причем последний уменьшается посредством переключения λ-MPLS (1500-битный пакет IPv4 содержит 320 бит L-сервиса служебная информация об уровнях данных L2-L3 и 2064 бит). Кроме того, перед передачей в AAL3 каждый дополнительный пакет добавляет 8 дополнительных байтов кадра AAL3 и 8 байтов LLC / SNAP и 2 бита LLC / SNAP / λ-MPLS, т.е. кроме того, перед передачей в AAL3 каждый дополнительный пакет добавляет 8 дополнительных байтов кадра AAL5 и 8 + 2 байта LLC / SNAP.

Общее количество каналов, которые могут быть сжаты с использованием комбинации технологий TDM и WDM, может быть определено на основе количества входов мультиплексирования M для TDM и N для WDM, таких как Sig = M xN. Увеличение количества каналов, которые могут быть мультиплексированы, может быть определено путем сопоставления соединения каждого мультиплексора WDM с одним мультиплексором TDM как общего числа умножителей Si входных сигналов SiTMX 1 ... N в волоконно-оптических каналах оптическая сеть со сжатием:

$$S_{TDM-WDM} = N * \sum_{i=1}^{M} S_{TMXi} \quad (5)$$

Современные одномодовые источники лазерного излучения для волоконной оптики (например, в качестве DBR-лазеров) имеют спектральную ширину полосы менее 0,1 нм [12]. В этих условиях на интервалах между соседними полосами 0,8 нм (технология WDM) можно разместить до 50 каналов на длинах волн λ1-λN со скоростью 2,5-10 Гбит/с на канал.

Чтобы полностью использовать полосу пропускания оптического интерфейсного кабеля, к описанному способу следует добавить технологию пространственного переключения оптических волокон, реализованную с помощью оптических переключателей4. В этом случае входной сигнал волокна может быть отправлен через λ-потоки по WDM-спектру на маршрутизаторе коммутатора λ-ESR (B) на любой выходной оптический порт. В этом случае N входных меток оптического волокна могут быть связаны с портами $N_{\lambda k}$ посредством матрицы оптических переключателей N_k. Однако в них каждый оптический канал занимает свою пространственную координату, и другие каналы не могут передаваться одновременно. Для устранения ограничений на уровне L3 создается пространственная матрица. Общая ширина полосы волоконно-оптического канала на физическом уровне L1 может быть оценена с учетом дисперсии оптического волокна, увеличения спектральной эффективности S_{psk} и количества волноводов DWDM волокна N_{TDM} в ВОИКПД по формуле:

$$W_F = \frac{0.44 N_{TDM} * N_{\lambda} * C_{PSK}}{\tau_Z} \quad (6)$$

Расчет оценки данного оптического волокна 500 мкм дает пропускную способность спектральных каналов волокна = 160λ, с учетом N_{TDM} = 2, CPSK = 4, N с общей (включая поляризационную модальную) дисперсию волокна порядка 50 пс/км дает значение 450 Мбит/с - 1,5 Гбит. Принимая во внимание количество волоконно-оптических жил в NF-кабеле, общая пропускная способность сетевого канала будет увеличиваться пропорционально их количеству модифицированного количества:

$$W_{WDM} = W_F * N_F = \frac{0.44}{\tau_Z} N_{TDM} * N_\lambda * C_{PSK} * N_F$$

При реализации предложенного подхода теоретическое предельное значение полосы пропускания DAN составляет W_{WDM}> 10 Тбит/с.

Для облегчения анализа процессов необходимо иметь 2 спектральных канала для ВОИКПД: 1 данные и 1 энергия (рис. 3).

Рис. 4 Модель ВОИКПД с 2 спектральными каналами

Характерной особенностью нелинейного эффекта является то, что он вызывает асимметричное спектральное расширение распространяющихся оптических импульсов. Это приводит к появлению дополнительной нелинейной дисперсии τdNE (расширяющихся оптических импульсов7), которая составляет другие компоненты дисперсии: ($\tau_{mat} + \tau_{chr} + \tau_{mod}$) + τ_{dNE}. На рисунке 5 изображено влияние среды на сигнал в каналах передачи данных ВОИКПД.

Рис. 5 Модель влияния окружающей среды на сигнал данных в ВОИКПД

Сигнал данных на выходе оптоволоконного информационно-энергетического канала с учетом влияния оптического носителя и соседних энергетических каналов определяется как: $S_{i\ out}(\square)\ \square\ S_{i\ in}(\square)\ \square\ K(\square)\ \square\ \square^2(\square)$, где $S_{i\ in}(\omega)$ – входной информационный сигнал K(ω) – амплитудно-частотная характеристика ВОИКПД, $\xi^2(\omega)$ – квадрат амплитуды шума.

Для проведения экспериментов и подтверждения теоретических результатов была разработана и изготовлена экспериментальная модель ВОИКПД (рис. 6) для совместной работы с осциллографом С1-296 в диапазоне частот 0-350 МГц.

В таблице 1 приведены основные технические характеристики устройства. Разработка экспериментальной модели ВОИКПД основывалась на предложенном методе и теоретической основе для построения волоконно-оптического информационно-энергетического интерфейса.

Рис. 6 Экспериментальный объект устройства волоконно-оптического интерфейса передачи данных по мощности с 1-м каналом питания

Благодаря технологической реализации волоконно-оптических интерфейсных каналов можно достичь эффективности до 60-65%, поскольку в промышленных условиях достигается гораздо меньший процент оптических потерь и более высокое качество электронных и оптических компонентов. Поэтому значение КПД 17-25% не является пределом для ВОИКПД, а определяет только энергетические возможности экспериментальной модели. Кроме того, значение процента эффективности, равный 17-25%, можно объяснить использованием высокооптических оптических потерь в модели ВОИКПД а = 200 дБ / км (0,2 дБ / м) и использованием ввода средней точности выходная оптика. Исследование процесса передачи информационных сигналов по модели ВОИКПД проводилось по скомпилированной схеме (рис. 7).

Таблица 1. Характеристики разработанного оптоволоконного интерфейса

Параметры	Значение
Напряжение питания для оптоэлектронного тракта	~ 220 В, 50 Гц переменного тока (- 12 В постоянного тока)
Потребляемая мощность / доставка энергии	3,7 Вт / 0,21 Вт
Оптическая сила энергии (мощности) спектрального канала	300 мВт ± 15%
Оптическая мощность информационного (информационного) спектрального канала	5 мВт ± 5%
Рабочие длины волн	785 нм / 658 нм
Скорость передачи данных	170 Мбит / с
Эффективность передачи энергии (КПД)	17-25%

Выходной оптический сигнал, который преобразуется в электрическую форму с помощью FEP, подвергается оптической фильтрации в диапазоне длин волн фильтра $\Delta\lambda F$=0,7-1,3 мкм. Фильтрация необходима для исключения влияния на фотоприемник информации из энергетического спектрального канала λpow=0,785 мкм. Осциллограммы сигналов приведены на рис.8-10. Исследование проводилось для формы 2-й несущей частоты информационного сигнала (1-а является оптическим). Предварительные результаты исследований на экспериментальной модели ВОИКПД были опубликованы в [7].

a) b) c)

Рис. 7 Осциллограммы сигналов типа меандра с амплитудой входного сигнала Um = 3,61 В и частотой F = 100,05 МГц: а) входной; б) промежуточный; в) исходящий

Из рисунка 8 видно, что модель модели ВОИКПД показывает линейность переходной характеристики (9) на частоте 100 МГц. В процессе передачи прямоугольного сигнала (рис. 9, а) изменяется только его амплитуда (рис. 9б, в) в промежуточной и выходной точках после прохождения через оптоволоконный канал L = 2 м, Ø = 500 мкм , На рис. 10 показывает формы волны на повышенной частоте F = 302,01 МГц. При трехкратном увеличении частоты до F = 302,01 МГц наблюдается ухудшение форм промежуточных и выходных сигналов.

a) b) c)

Рис. 8 Формы сигналов типа меандр на частоте F = 302,01 МГц и амплитуде входного сигнала Um = 5,01В: а) входной; б) промежуточный; в) исходящий

Наряду с естественным уменьшением амплитуды наблюдается небольшое искажение формы, которое можно объяснить полным нелинейным воздействием на переходную характеристику (аддитивная составляющая KA (ω) по энергетическому спектральному каналу λj = 785 нм и поперечным спектральные взаимодействия на приемном тракте. Второй случай будет более выраженным, потому что нелинейные эффекты от энергетического спектра будут происходить на частотах, соизмеримых с оптическими, то есть, когда двухосевая несущая частота приближается к 1 (оптическая частота до 2 × 1014 Гц). Поскольку такое чрезвычайно высокое значение частоты информационного сигнала в модели ВОИКПД не достигается, можно утверждать, что искажение формы импульса обусловлено эффектами поперечного сечения энергетического спектра. Последний проявляет себя как влияние на спектральные характеристики информационного фотоэлемента kA PD (ω), что ухудшает его динамические характеристики. Чтобы уменьшить перекрестные эффекты в ВОИКПД, необходимо добиться большего распределения спектральных составляющих. Сигнал (рис. 9, в) с искаженной формой может использоваться для передачи информации по оптоволоконному информационно-энергетическому интерфейсу, поскольку в течение длительного времени изучается схема (t> 10 ч), в частности исследование температуры влияние дрейфа на аппаратную часть устройства, фазу и амплитуду выходного сигнала (рис. 9). Это указывает на возможность полностью стабильной работы разработанной модели ВОИКПД на частоте F = 302,01 МГц и уровне мощности Ppow = 298 мВт. В результате исследований были установлены условия максимальной линейности модели ВОИКПД (рис. 9) на частоте сигнала F = 275 МГц.

a) b) c)

Рис. 9 Формы сигналов типа меандр на частоте F = 302,01 МГц и амплитуде входного сигнала Um = 5,01В: а) входной; б) промежуточный; в) исходящий

Стабильная рабочая частота F = 275 МГц типична только для модели ВОИКПД и ни в коем случае не является теоретическим пределом. Это значение обусловлено максимальной скоростью элементной базы данной модели.

На основании сравнения результатов исследований волоконно-оптических информационно-энергетических каналов связи можно сделать вывод, что в большей степени результаты теоретических исследований были подтверждены экспериментом, который показал эффективность и возможность использования ВОИКПД для специализированных задач.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе описан новый тип волоконно-оптических линий (волоконно-оптические каналы передачи мощности данных) и метод их построения, которые позволяют передавать данные (информацию) и мощность оптическому потоку в одной и той же волоконно-оптической среде. Обеспечивая полную изоляцию и нейтральность канала, обеспечивая при этом высокую пропускную способность при передаче информации. В этой статье были рассмотрены перспективные передовые технологии, метод и устройство для прогрессивной объединенной передачи данных и источников питания для нейтрального и нулевого взаимодействия. применение в сетях передачи сигналов.

Он может эффективно использоваться в таких специализированных задачах, как: 1) передача данных через оптический сигнал, объединенный с подачей энергии (энергии) на биомедицинские зонды, которые вводятся внутри организма человека при операциях на внутренних органах; 2) передача информации и энергии на датчики во взрывоопасных местах и помещениях и передача данных и энергии на терминалы волоконно-оптических линий связи; 3) дистанционная передача информационно-энергетической составляющей к датчикам и контрольному оборудованию в зонах с высоким уровнем электрического потенциала в линии электропередачи; 4) организация конфиденциальной передачи информации наряду с энергоснабжением и обеспечение высокой информационной безопасности канала в системах защиты информации и т. д.

Представлены методика организации, математическая модель и структура волоконно-оптических интерфейсов-каналов передачи данных с ориентацией на специализированное использование и задачами объединенной передачи информации и энергии светом. Это обеспечивает новые возможности для стабильной передачи измерительных и вычислительных сигналов и потоков данных в условиях воздействия электромагнитных и других потенциальных негативных факторов для сигналов. Также он обеспечивает объединенную передачу питания электронике и устройствам с низким энергопотреблением через световой поток и объединяет их с информационными оптическими сигналами с новой модификацией метода WDM.

Экспериментальные исследования проводились в лабораториях Оптоэлектроники факультета электротехники и компьютерных наук Люблинского технического университета в рамках проекта ГФ №AP09259547 «Разработка системы из распределенных волоконно-оптических датчиков на основе волоконных решеток Брэгга для контроля состояния строительных конструкций» ИИВТ КН МНВО РК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lach, E., ”Modulation formats for 100G and beyond,” Optical Fiber Technology 17(5), 377-386 (2011).
2. Shah, Y. K., “Formation and Design Considerations of Grid Architecture,” Int. J Comp Sci. Emerging Tech 5(4), 169-176 (2014).
3. Olifer, V., Olifer, N., [Computer Networks. Principles, Technologies, Protocols], Piter Publishing House, St Petersburg, 672 (1999).
4. Ubaiydulaev, R. R., [Optical fiber networks], Eco-Trend, Moscow, 267 (1998).
5. Semenov, A.B., [Fiber optics in local and corporative communication networks], Computer Press, Moscow, 302(1998).
6. Malinovskyi, V.I., “The principles and structure organization of channels for full optical geoinformation-power networks,” Visnuk of Vinnitsia Politechnical University 1, 95-101 (2008).
7. Malinovskyi, V.I., “Channels organization in optical geoinformation-power networks,” Information Technologies and Computer Engineering 2(12), 19-25 (2008).
8. Malinovskyi, V.I., “Technologies of data and power exchange in optical geoinformation-power networks,” Optoeletronic Information-Power Technologies 2(16), 207-222 (2008).
9. Malinovskyi, V.I., “The models of fiber optical interface-channels of geoinformation-power networks,” Optoelectronic Information-Power Technologies 1(17), 179-193 (2009).
10. Kaczmarek, C., “Spectral-domain measurement of the strain sensitivity of phase modal birefringence of polarization-maintaining optical fibers,” Optics Communications 375, 43-48 (2016).
11. Wojcik, W., Kisala, P., “The application of inverse analysis in strain distribution recovery using the fibre Bragg grating sensors,” Metrology and Measurement Systems 16(4), 649-660 (2009).
12. Shah, Y.K., “Formation and Design Considerations of Grid Architecture,” Int. J Comp. Sci. Emerging Tech 5(4), 169-176 (2014).
13. Kozhemjako, V.P., Donmrovskyi, O.G., Ivasuk, I.D., Shevchenko, O.V., Dusanuk, S.V., Bilan, S.S., Kozhemjako, A., “Opto-electronic geoinformation-energy system for total testing and optimal control of Proc. of SPIE Vol. 11176 1117616-11
14. Kozhemjako, V.P., Malinovskyi, V.I., “Structure organization of channels for full optically information-energy networks,” Measurement and Computing Techniques in Industrial Processes 2, 37-42 (2007).

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТЕРЖНЯ ОГРАНИЧЕННОЙ ДЛИНЫ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ РАЗНОРОДНЫХ ВИДОВ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛА

Анарбай КУДАЙКУЛОВ[1], Азат ТАШЕВ[1], Мукаддас АРШИДИНОВА [1]

[1]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК

Аннотация. В работе на основе законов сохранения энергии с использованием квадратичных сплайн функций в местной системе координат численно исследуется термо-напряженно-деформированное состояние горизонтального стержня переменного сечения и ограниченной длины.

При этом на площадей поперечных сечений двух концов стержня подведены тепловые потоки одинаковой интенсивности. Через площади боковой поверхности серединной (1/3) части стержня происходит теплообмен с окружающей средой.

Остальные части боковой поверхности теплоизолированы. Определяются законы распределения температур, всех составляющих деформаций и напряжений, перемещения, а так же величины термического удлинения и возникающего сжимающего осевого усилия. Выявлены определенные закономерности.

Ключевые слова

Удлинение, осевая сила, сечение, температура, перемещение, деформация, напряжение.

Введение

Несущие элементы современных газогенераторных энергетических установок, реактивных и водородных двигателей, атомных и тепловых электростанций, а так же технологических линий перерабатывающей промышленности являются стержнями переменного сечения.

Большинство из них работают при одновременном воздействии разнородных видов источников тепла. В связи с этим надежной работы вышеприведенных установок и оборудований будет зависит от термопрочности используемых стержневых элементов переменного сечения и ограниченной длины.

Поэтому исследование термо-напряженно-деформированного состояния стержней переменного сечения и ограниченной длины с учетом одновременного наличия разнородных видов источников тепла, локальных теплоизоляций и физико-механических свойств материалов стержней являются актуальной задачей. При этом полученные решения должны быть достоверными на уровне фундаментальных законов сохранения энергии [1-3].

Постановка задачи и применяемый метод

Рассматривается горизонтальный стержень переменного сечения и ограниченной длины L[cm]. Горизонтальная ось *ox* совпадает с осью стержня. Поперечное сечение рассматриваемого стержня является кругом.

Радиус сечения стержня по координате меняется линейно по закону $r(x) = ax + b$ $[cm]$ где *a* и *b* постоянные. При этом *b* – радиус поперечного сечения левого конца. Площадь поперечного сечения стержня меняется по формуле и $F(x) = \pi r^2 = \pi(a^2x^2 + 2abx + b^2),\ \left(0 \le x \le L\right)$.

Физико-механические и тепло-физические свойства материала стержня характеризуется модулем упругости материала $E[\frac{kG}{cm^2}]$, коэффициентами теплового расширения $\alpha[\frac{1}{{}^0K}]$, и теплопроводности $K_{xx}[\frac{W}{cm^0K}]$. На площади поперечных сечений двух концов исследуемого стержня подводится тепловые потоки с одинаковой интенсивностью $q[\frac{W}{cm^2}]$.

Боковые поверхности первой $\left(0 \le x \le l\right), l = \frac{L}{3}[cm]$ и третьей $\left(2l \le x \le 3l = L\right)$ (1/3) части стержня теплоизолированы.

Через боковой поверхности средней (1/3) части $\left(l \le x \le 2l\right)$ происходит теплообмен с окружающей средой. При этом коэффициент теплообмена $h[\frac{W}{cm^2K}]$, а температура окружающей среды T_0[K]. Здесь следует отметить, что. Расчетная схема задачи приводится на рисунке-1.

Рисунок 1. Расчетная схема рассматриваемой задачи.

Требуется: построить аппроксимационные квадратичные сплайн функции в местной системе координат; сформулировать задачу на уровне закона сохранения энергии в форме функционала полной тепловой энергии для определение поле температур; определить интегрированный вид функционала полной тепловой энергии; построить разрешающую систему линейных алгебраических уравнений с учетом естественных граничных условий для определение поле температур;

В случае если один конец исследуемого стержня жестко-защемлен, а другой свободен необходимо определить величину его удлинения с учетом одновременного наличия локальных теплоизоляций, теплообмена, тепловых потоков, теплофизических свойств материала стержня и его геометрии; необходимо вычислить значения возникающего сжимающего осевого усилия с учетом геометрии и физико-механических и теплофизических свойств материала стержня а также наличия разнородных видов источников тепла и локальных теплоизоляций в случае защемления двух концов рассматриваемого стержня;

определить поле температуры, термоупругих, температурных и упругих составляющих деформаций и напряжений; написать функционал потенциальный энергии упругой деформации с учетом наличия поле температуры для определения поле перемещения на основе закона сохранения энергии; определить интегрированный вид функционала потенциальной энергии упругой деформаций с учетом наличия поле температуры;

построить разрешающую систему линейных алгебраических уравнений с учетом естественных граничных условий ; построить поле перемещения с учетом защемленности двух концов исследуемого стержня переменного сечения и ограниченной длины.

3. Построение сплайн функции и функционалов энергии

Рассмотрим один дискретный участок стержня длиной *l[cm]*. Поле температуры по длине стержня, аппроксимируем полным полиномом второго порядка

$$T(x) = c_1 x^2 + c_2 x + c_3 = \varphi_i(x)\cdot T_i + \varphi_j(x)\cdot T_j + \varphi_k(x)\cdot T_k, \qquad 0 \le x \le l \tag{1}$$

где $T_i = T(x=0); \quad T_j = T(x=\frac{l}{2}); \quad T_k = T(x=l);$

$$\varphi_i(x) = \frac{2x^2 - 3lx + l^2}{l^2}; \quad \varphi_j(x) = \frac{4lx - 4x^2}{l^2}; \quad \varphi_k(x) = \frac{2x^2 - lx}{l^2}; \tag{2}$$

Эти функции назовем квадратичными сплайн функциями в местной системе координат $(0 \le x \le l)$. В пределах длины $(0 \le x \le l)$ стержня градиент температуры определяется из (1-2)

$$\frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\partial \varphi_i}{\partial x} T_i + \frac{\partial \varphi_j}{\partial x} T_j + \frac{\partial \varphi_k}{\partial x} T_k = \frac{4x - 3l}{l^2} T_i + \frac{4l - 8x}{l^2} T_j + \frac{4x - l}{l^2} T_k, \quad 0 \le x \le l \tag{3}$$

Пользуясь законом сохранения энергии, для рассматриваемой задачи напишем функционал полной тепловой энергии [2]

$$J = \int_{F(x=0)} qTds + \int_{V_1} \frac{K_{xx}}{2}\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)^2 dv + \int_{S(l \le x \le 2l)} \frac{h}{2}\left(T - T_{oc}\right)^2 ds + \int_{V_2} \frac{K_{xx}}{2}\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)^2 dv +$$

$$+\int_{V_3}\frac{K_{xx}}{2}\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)^2 dv+\int_{F(x=L)} qTds \tag{4}$$

где $F(x=0)$ и $F(x=L)$ – площадь поперечных сечений двух концов исследуемого стержня; При этом $F(x=0)>>F(x=L)$; V_1, V_2 и V_3 – объемы трех участков стержня; $S(l\le x\le 2l)$ – площадь боковой поверхности (1/3) серединной части стержня; Для 1-го участка $(0\le x\le l)$ рассматриваемого стержня $T_i=T(x=0)=T_1$; $T_j=T(x=\frac{l}{2})=T_2$; $T_k=T(x=l)=T_3$; Для 2-го участка $(l\le x\le 2l)$ имеет место $T_i=T(x=l)=T_3$; $T_j=T(x=\frac{3l}{2})=T_4$; $T_k=T(x=2l)=T_5$; Наконец, для третьего участка $(2l\le x\le 3l=L)$ примем, что $T_i=T(x=2l)=T_5$; $T_j=T(x=\frac{5l}{2})=T_6$; $T_k=T(x=3l=L)=T_7$.

При этих обозначенных после интегрирования (4) имеет вид:

$$J=\pi\cdot b_1^2\cdot q\cdot T_1+\frac{\pi\cdot K_{xx}}{2}\left[\left(\frac{a^2l}{5}+ab_1+\frac{7b_1^2}{3l}\right)\cdot T_1^2+\left(\frac{32a^2l}{15}+\frac{16ab_1}{3}+\frac{16b_1^2}{3l}\right)\cdot T_2^2+\right.$$

$$+\left(\frac{26a^2l}{15}+\frac{a(11b_1+3b_2)}{3}+\frac{7(b_1^2+b_2^2)}{3l}\right)\cdot T_3^2-\left(\frac{4a^2l}{5}+\frac{8ab_1}{3}+\frac{16b_1^2}{3l}\right)\cdot T_1\cdot T_2+\left(\frac{2a^2l}{5}+\frac{2ab_1}{3}+\frac{2b_1^2}{3l}\right)\cdot T_1\cdot T_3-$$

$$-\left(\frac{52a^2l}{15}+8ab_1+\frac{16b_1^2}{3l}\right)\cdot T_2\cdot T_3+\left(\frac{32a^2l}{15}+\frac{16ab_2}{3}+\frac{16b_2^2}{3l}\right)\cdot T_4^2+\left(\frac{26a^2l}{15}+\frac{a(11b_2+3b_3)}{3}+\frac{7(b_2^2+b_2^3)}{3l}\right)\cdot T_5^2-$$

$$-\left(\frac{4a^2l}{5}+\frac{8ab_2}{3}+\frac{16b_2^2}{3l}\right)\cdot T_3\cdot T_4+\left(\frac{2a^2l}{5}+\frac{2ab_2}{3}+\frac{2b_2^2}{3l}\right)\cdot T_3\cdot T_5-\left(\frac{52a^2l}{15}+8ab_2+\frac{16b_2^2}{3l}\right)\cdot T_4\cdot T_5+$$

$$+\left(\frac{32a^2l}{15}+\frac{16ab_3}{3}+\frac{16b_3^2}{3l}\right)\cdot T_6^2+\left(\frac{23a^2l}{15}+\frac{11ab_3}{3}+\frac{7b_3^2}{3l}\right)\cdot T_7^2-\left(\frac{4a^2l}{5}+\frac{8ab_3}{3}+\frac{16b_3^2}{3l}\right)\cdot T_5\cdot T_6+$$

$$\left.+\left(\frac{2a^2l}{5}+\frac{2ab_3}{3}+\frac{2b_3^2}{3l}\right)\cdot T_5\cdot T_7-\left(\frac{52a^2l}{15}+8ab_3+\frac{16b_3^2}{3l}\right)\cdot T_6\cdot T_7\right]+h\cdot\pi\cdot\left[\left(\frac{al^2}{60}+\frac{2b_2l}{15}\right)\cdot T_3^2+\right.$$

$$+\left(\frac{4al^2}{15}+\frac{8b_2l}{15}\right)\cdot T_4^2+\left(\frac{7al^2}{60}+\frac{2b_2l}{15}\right)\cdot T_5^2+\frac{2b_2l}{15}\cdot T_3\cdot T_4-\left(\frac{al^2}{30}+\frac{b_2l}{15}\right)\cdot T_3\cdot T_5+\left(\frac{2al^2}{15}+\frac{2b_2l}{15}\right)\cdot T_4\cdot T_5+$$

$$+\left(\frac{al^2}{2}+b_2l\right)\cdot T_0^2-\frac{b_2l}{3}\cdot T_3\cdot T_0-\left(\frac{2al^2}{3}+\frac{4b_2l}{3}\right)\cdot T_4\cdot T_0-\left(\frac{al^2}{3}+\frac{b_2l}{3}\right)\cdot T_5\cdot T_0+\pi(3al+b)^2\cdot q\cdot T_7;$$

Минимизируя последний функционал по узловым значением температур $T_1, T_2, \ldots, T_7$, получим разрешающую систему линейных алгебраических уравнений, учитываются естественные граничные условия.

$$1)\ \frac{\partial J}{\partial T_1}=0;\Rightarrow \pi\cdot b_1^2\cdot q+\frac{\pi K_{xx}}{2}\left[2\cdot\left(\frac{a^2l}{5}+ab_1+\frac{7b_1^2}{3l}\right)\cdot T_1-\left(\frac{4a^2l}{5}+\frac{8ab_1}{3}+\frac{16b_1^2}{3l}\right)\cdot T_2+\right.$$

$$\left.+\left(\frac{2a^2l}{5}+\frac{2ab_1}{3}+\frac{2b_1^2}{3l}\right)\cdot T_3\right]=0;$$

$$2)\ \frac{\partial J}{\partial T_2}=0;\Rightarrow \frac{\pi K_{xx}}{2}\left[2\cdot\left(\frac{32a^2l}{15}+\frac{16ab_1}{3}+\frac{16b_1^2}{3l}\right)\cdot T_2-\left(\frac{4a^2l}{5}+\frac{8ab_1}{3}+\frac{16b_1^2}{3l}\right)\cdot T_1-\right.$$

$$\left.-\left(\frac{52a^2l}{15}+8ab_1+\frac{16b_1^2}{3l}\right)\cdot T_3\right]=0;$$

$$3)\ \frac{\partial J}{\partial T_3}=0;\Rightarrow \frac{\pi K_{xx}}{2}\left[\left(\frac{2a^2l}{5}+\frac{2ab_1}{3}+\frac{2b_1^2}{3l}\right)\cdot T_1-\left(\frac{52a^2l}{15}+8ab_1+\frac{16b_1^2}{3l}\right)\cdot T_2+\right.$$

$$+2\cdot\left(\frac{26a^2l}{15}+\frac{a(11b_1+3b_2)}{3}+\frac{7(b_1^2+b_2^2)}{3l}\right)\cdot T_3-\left(\frac{4a^2l}{5}+\frac{8ab_2}{3}+\frac{16b_2^2}{3l}\right)\cdot T_4+$$

$$\left.+\left(\frac{2a^2l}{5}+\frac{2ab_2}{3}+\frac{2b_2^2}{3l}\right)\cdot T_5\right]+h\pi\left[2\cdot\left(\frac{al^2}{60}+\frac{2b_2l}{15}\right)\cdot T_3+\frac{2b_2l}{15}\cdot T_4-\left(\frac{al^2}{30}+\frac{b_2l}{15}\right)\cdot T_5-\right.$$

$$\left.-\frac{b_2l}{3}\cdot T_0\right]_5=0;$$

$$4)\ \frac{\partial J}{\partial T_4}=0;\Rightarrow h\pi\left[2\cdot\left(\frac{4al^2}{15}+\frac{8b_2l}{15}\right)\cdot T_4+\frac{2b_2l}{15}\cdot T_3+\left(\frac{2al^2}{15}+\frac{2b_2l}{15}\right)\cdot T_5-\right.$$

$$\left.-\left(\frac{2al^2}{3}+\frac{4b_2l}{3}\right)\cdot T_0\right]+\frac{\pi K_{xx}}{2}\left[2\cdot\left(\frac{32a^2l}{15}+\frac{16ab_2}{3}+\frac{16b_2^2}{3l}\right)\cdot T_4-\left(\frac{4a^2l}{5}+\frac{8ab_2}{3}+\frac{16b_2^2}{3l}\right)\cdot\right.$$

$$\left.\cdot T_3-\left(\frac{52a^2l}{15}+8ab_2+\frac{16b_2^2}{3l}\right)\cdot T_5\right]=0;$$

$$5)\ \frac{\partial J}{\partial T_5}=0;\Rightarrow h\pi\left[2\cdot\left(\frac{7al^2}{60}+\frac{2b_2l}{15}\right)\cdot T_5-\left(\frac{al^2}{30}+\frac{b_2l}{15}\right)\cdot T_3+\left(\frac{2al^2}{15}+\frac{2b_2l}{15}\right)\cdot T_4-\right.$$

$$\left.-\left(\frac{al^2}{3}+\frac{b_2l}{3}\right)\cdot T_0\right]+\frac{\pi K_{xx}}{2}\left[\left(\frac{2a^2l}{5}+\frac{2ab_2}{3}+\frac{2b_2^2}{3l}\right)\cdot T_3-\left(\frac{52a^2l}{15}+8ab_2+\frac{16b_2^2}{3l}\right)\cdot T_4+\right.$$

$$+2\cdot\left(\frac{26a^2l}{15}+\frac{a(11b_2+3b_3)}{3}+\frac{7(b_2^2+b_3^2)}{3l}\right)\cdot T_5-\left(\frac{4a^2l}{5}+\frac{8ab_3}{3}+\frac{16b_3^2}{3l}\right)\cdot T_6+$$

$$\left.+\left(\frac{2a^2l}{5}+\frac{2ab_3}{3}+\frac{2b_3^2}{3l}\right)\cdot T_7\right]=0;$$

$$6)\ \frac{\partial J}{\partial T_6}=0;\Rightarrow\frac{\pi K_{xx}}{2}\left[2\cdot\left(\frac{32a^2l}{15}+\frac{16ab_3}{3}+\frac{16b_3^2}{3l}\right)\cdot T_6-\left(\frac{4a^2l}{5}+\frac{8ab_3}{3}+\frac{16b_3^2}{3l}\right)\cdot T_5+\right.$$

$$\left.-\left(\frac{52a^2l}{15}+8ab_3+\frac{16b_3^2}{3l}\right)\cdot T_7\right]=0;$$

$$7)\ \frac{\partial J}{\partial T_7}=0;\Rightarrow\frac{\pi K_{xx}}{2}\left[2\cdot\left(\frac{23a^2l}{15}+\frac{11ab_3}{3}+\frac{7b_3^2}{3l}\right)\cdot T_7+\left(\frac{2a^2l}{5}+\frac{2ab_3}{3}+\frac{2b_3^2}{3l}\right)\cdot T_5-\right.$$

$$\left.-\left(\frac{52a^2l}{15}+8ab_3+\frac{16b_3^2}{3l}\right)\cdot T_6\right]+\pi(3al+b)^2\cdot q=0.$$

Решая эту систему определяем узловые значения температур $T_1, T_2, \ldots, T_7$. По ним строится закон распределения температуры по длине каждого участка исследуемого стержня. Для первого участка $(0\le x\le l)$ стержня он имеет следующий вид:

$$T^{(I)}(x)=\varphi_i(x)\cdot T_1+\varphi_j(x)\cdot T_2+\varphi_k(x)\cdot T_3 \tag{7}$$

Аналогично поле температур по длине 2-го и 3-го участков стержня имеет вид:

$$T^{(II)}(x)=\varphi_i(x)\cdot T_3+\varphi_j(x)\cdot T_4+\varphi_k(x)\cdot T_5$$

$$T^{(III)}(x)=\varphi_i(x)\cdot T_5+\varphi_j(x)\cdot T_6+\varphi_k(x)\cdot T_7 \tag{8}$$

Если один конец стержня жестко защемлена, а другой свободен, то из-за наличия разнородных видов источников тепла она удлиняется. Величина удлинения определяется на основе фундаментальных законов прикладной теплофизики [1]:

$$\Delta l_T=\int_0^L\alpha\cdot T(x)dx. \tag{9}$$

В случае защемления двух концов стержня, стержень не может удлиняется, и вследствие наличия разнородных видов источников тепла возникает осевое сжимающее усилия R[kG]. Величина этого усилия определяется из условия совместности деформации [4].

$$R = -\frac{E \cdot F_{av} \cdot \Delta l_T}{L}. \tag{10}$$

where $F_{av} = \dfrac{\int_0^L F(x)dx}{L}$ – average area of a transverse section.

В случае защемления двух концов стержня также возникают поле распределения составляющих деформаций и напряжения. Закон распределения термо-упругой составляющей напряжения определяется в соответствии с законом Гука [4].

$$\sigma(x) = \frac{R}{F(x)}, \quad 0 \le x \le l\,. \tag{11}$$

В соответствии закона Гука [4] также можно построить закон распределения термо-упругой составляющей деформаций *Ɛ(x)* [безразмерная]:

$$\varepsilon(x) = \frac{\sigma(x)}{E}, \quad 0 \le x \le l \tag{12}$$

В соответствии законом теплофизики [2] строится поле распределения температурной составляющей деформаций

$$\varepsilon_T(x) = -\alpha\, T(x), \; 0 \le x \le l \tag{13}$$

Тогда согласно обобщенному закону Гука [4] определяется закон распределения температурной составляющей напряжения

$$\sigma_T(x) = E \cdot \varepsilon_T(x), \quad 0 \le x \le l \tag{14}$$

Наконец в соответствии теории термо-упругости [4] можно построить законы распределения упругих составляющих деформаций и напряжения

$$\varepsilon_x(x) = \varepsilon(x) - \varepsilon_T(x),$$

$$\sigma_x(x) = E \cdot \varepsilon_x(x) = \sigma(x) - \sigma_T(x), \quad 0 \le x \le l \tag{15}$$

Для определения поле перемещения напишем функционал потенциальный энергии упругих деформации при наличии поле температур для одного дискретного элемента [4]:

$$\Pi = \int_V \frac{\sigma_x(x)}{2}\varepsilon_x(x)dv - \int_V \alpha E \cdot T(x) \cdot \varepsilon_x(x)dv = \frac{E}{2}\int_v \varepsilon_x^2 dv - \alpha E \int_V T(x) \cdot \varepsilon_x(x)dv =$$

$$= \frac{E\pi}{2}\int_0^l F(x)\left(\frac{\partial U}{\partial x}\right)^2 dx - \alpha E\pi \int_0^l F(x) \cdot T(x)\frac{\partial U}{\partial x}dx = \frac{E\pi}{2}\int_0^l \left(a^2x^2 + 2abx + b^2\right) \cdot$$

$$\cdot \left[\frac{4x-3l}{l^2}U_i + \frac{4l-8x}{l^2}U_j + \frac{4x-l}{l^2}U_k\right]^2 dx - \alpha E\pi \int_0^l \left(a^2x^2 + 2abx + b^2\right) \cdot$$

$$\cdot \left[\frac{2x^2-3lx+l^2}{l^2} \cdot U_i \frac{4lx-4x^2}{l^2} \cdot U_j + \frac{2x^2-lx}{l^2} \cdot U_k\right] \cdot \left[\frac{4x-3l}{l^2}U_i + \frac{4l-8x}{l^2}U_j + \frac{4x-l}{l^2}U_k\right]^2 dx \tag{16}$$

где $U(x)=\varphi_i(x)\cdot U_i+\varphi_j(x)\cdot U_j+\varphi_k(x)\cdot U_k$, $0\le x\le l$. После интегрирования он имеет вид:

$$
\begin{aligned}
\Pi=\frac{E\pi}{2}\Bigg\{\Bigg[&\left(\frac{a^2l}{5}+ab_1+\frac{7b_1^2}{3l}\right)\cdot U_1^2-\left(\frac{4a^2l}{5}+\frac{8ab_1}{3}+\frac{16b_1^2}{3l}\right)\cdot U_1U_2+\left(\frac{2a^2l}{5}+\frac{2ab_1}{3}+\frac{2b_1^2}{3l}\right)\cdot U_1U_3+\\
&+\left(\frac{32a^2l}{15}+\frac{16ab_1}{3}+\frac{16b_1^2}{3l}\right)\cdot U_2^2-\left(\frac{52a^2l}{15}+8ab_1+\frac{16b_1^2}{3l}\right)\cdot U_2U_3+\left(\frac{26a^2l}{15}+\frac{a(11b_1+3b_2)}{3}+\right.\\
&\left.+\frac{7(b_1^2+b_2^2)}{3l}\right)\cdot U_3^2\Bigg]+\Bigg[-\left(\frac{4a^2l}{5}+\frac{8ab_2}{3}+\frac{16b_2^2}{3l}\right)\cdot U_3U_4+\left(\frac{2a^2l}{5}+\frac{2ab_2}{3}+\frac{2b_2^2}{3l}\right)\cdot U_3U_5+\\
&+\left(\frac{32a^2l}{15}+\frac{16ab_2}{3}+\frac{16b_2^2}{3l}\right)\cdot U_4^2-\left(\frac{52a^2l}{15}+8ab_2+\frac{16b_2^2}{3l}\right)\cdot U_4U_5+\left(\frac{26a^2l}{15}+\frac{a(11b_2+3b_3)}{3}+\right.\\
&\left.+\frac{7(b_2^2+b_3^2)}{3l}\right)\cdot U_5^2\Bigg]+\Bigg[-\left(\frac{4a^2l}{5}+\frac{8ab_3}{3}+\frac{16b_3^2}{3l}\right)\cdot U_5U_6+\left(\frac{2a^2l}{5}+\frac{2ab_3}{3}+\frac{2b_3^2}{3l}\right)\cdot U_5U_7+\\
&+\left(\frac{32a^2l}{15}+\frac{16ab_3}{3}+\frac{16b_3^2}{3l}\right)\cdot U_6^2-\left(\frac{52a^2l}{15}+8ab_3+\frac{16b_3^2}{3l}\right)\cdot U_6U_7+\left(\frac{23a^2l}{15}+\frac{11ab_3}{3}+\frac{7b_3^2}{3l}\right)\cdot U_7^2\Bigg]\\
&-\alpha E\pi\Bigg[-\left(\frac{a^2l^2}{60}+\frac{2ab_1l}{15}+\frac{b_1^2}{2}\right)\cdot T_1U_1+\left(\frac{a^2l^2}{15}+\frac{4ab_1l}{15}+\frac{2b_1^2}{3}\right)\cdot T_1U_2-\left(\frac{a^2l^2}{20}+\frac{2ab_1l}{15}+\frac{b_1^2}{6}\right)\cdot T_1U_3-\\
&-\left(\frac{a^2l^2}{15}+\frac{2ab_1l}{5}+\frac{2b_1^2}{3}\right)\cdot T_2U_1-\left(\frac{4a^2l^2}{15}+\frac{8ab_1l}{15}\right)\cdot T_2U_2+\left(\frac{a^2l^2}{3}+\frac{14ab_1l}{15}+\frac{2b_1^2}{3}\right)\cdot T_2U_3+\\
&+\left(\frac{a^2l^2}{12}+\frac{ab_1l}{5}+\frac{b_1^2}{2}\right)\cdot T_3U_1-\left(\frac{7a^2l^2}{15}+\frac{16ab_1l}{15}+\frac{2b_1^2}{3}\right)\cdot T_3U_2+\left(\frac{22a^2l^2}{60}+\frac{11al(b_1-b_2)}{15}+\right.\\
&\left.+\frac{b_1^2-2b_2^2}{2}\right)T_3U_3\Bigg]+\Bigg[\left(\frac{a^2l^2}{15}+\frac{4ab_2l}{15}+\frac{2b_2^2}{3}\right)\cdot T_3U_4-\left(\frac{a^2l^2}{20}+\frac{2ab_2l}{15}+\frac{b_2^2}{6}\right)\cdot T_3U_5-\left(\frac{a^2l^2}{15}+\frac{2ab_2l}{5}+\right.\\
&\left.+\frac{2b_2^2}{3}\right)\cdot T_4U_3-\left(\frac{4a^2l^2}{15}+\frac{8ab_2l}{15}\right)\cdot T_4U_4+\left(\frac{a^2l^2}{3}+\frac{4ab_2l}{15}+\frac{2b_2^2}{3}\right)\cdot T_4U_5+\left(\frac{a^2l^2}{12}+\frac{ab_2l}{5}+\frac{b_2^2}{6}\right)\cdot T_5U_3-\\
&-\left(\frac{7a^2l^2}{15}+\frac{16ab_2l}{15}+\frac{2b_2^2}{3}\right)\cdot T_5U_4+\left(\frac{22a^2l^2}{60}+\frac{al(13b_2-2b_3)}{15}+\frac{b_2^2-b_3^2}{2}\right)\cdot T_5U_5\Bigg]+\Bigg[\left(\frac{a^2l^2}{15}+\frac{4ab_3l}{15}+\right.\\
&\left.+\frac{2b_3^2}{2}\right)\cdot T_5U_6-\left(\frac{a^2l^2}{20}+\frac{2ab_3l}{15}+\frac{b_3^2}{6}\right)\cdot T_5U_7-\left(\frac{a^2l^2}{15}+\frac{2ab_3l}{5}+\frac{2b_3^2}{3}\right)\cdot T_6U_5-\left(\frac{4a^2l^2}{15}+\frac{8ab_3l}{15}\right)\cdot T_6U_6+\\
&+\left(\frac{a^2l^2}{3}+\frac{14ab_3l}{15}+\frac{2b_3^2}{3}\right)\cdot T_6U_7+\left(\frac{a^2l^2}{12}+\frac{ab_3l}{5}+\frac{b_3^2}{6}\right)\cdot T_7U_5-\left(\frac{7a^2l^2}{15}+\frac{16ab_3l}{15}+\frac{2b_3^2}{3}\right)\cdot T_7U_6+\\
&+\left(\frac{23a^2l^2}{60}+\frac{13ab_3l}{15}+\frac{b_3^2}{2}\right)\cdot T_7U_7\Bigg]\Bigg\}.
\end{aligned}
\tag{17}
$$

Для определения значения перемещения сечений минимизируем функционал потенциальной энергии по узловым точкам

$$1)\ \frac{\partial \Pi}{\partial U_1}=0;\Rightarrow \frac{E\pi}{2}\left[2\cdot\left(\frac{a^2l}{5}+ab_1+\frac{7b_1^2}{3l}\right)\cdot U_1-\left(\frac{4a^2l}{5}+\frac{8ab_1}{3}+\frac{16b_1^2}{3l}\right)\cdot U_2+\left(\frac{2a^2l}{5}+\frac{2ab_1}{3}+\frac{2b_1^2}{3l}\right)\cdot\right.$$

$$\left.\cdot U_3\right]-\alpha E\pi\left[-\left(\frac{a^2l^2}{60}+\frac{2ab_1l}{15}+\frac{b_1^2}{2}\right)\cdot T_1-\left(\frac{a^2l^2}{15}+\frac{2ab_1l}{5}+\frac{2b_1^2}{3}\right)\cdot T_2+\left(\frac{a^2l^2}{12}+\frac{ab_1l}{5}+\frac{b_1^2}{6}\right)\cdot T_3\right]=0;$$

$$2)\ \frac{\partial \Pi}{\partial U_2}=0;\Rightarrow \frac{E\pi}{2}\left[-\left(\frac{4a^2l}{5}+\frac{8ab_1}{3}+\frac{16b_1^2}{3l}\right)\cdot U_1+2\left(\frac{32a^2l}{15}+\frac{16ab_1}{3}+\frac{16b_1^2}{3l}\right)\cdot U_2-\left(\frac{52a^2l}{5}+8ab_1+\right.\right.$$

$$\left.\left.+\frac{16b_1^2}{3l}\right)\cdot U_3\right]-\alpha E\pi\left[\left(\frac{a^2l^2}{15}+\frac{4ab_1l}{15}+\frac{2b_1^2}{3}\right)\cdot T_1-\left(\frac{4a^2l^2}{15}+\frac{8ab_1l}{15}\right)\cdot T_2-\left(\frac{7a^2l^2}{15}+\frac{16ab_1l}{15}+\frac{2b_1^2}{3}\right)\cdot T_3\right]=0;$$

$$3)\ \frac{\partial \Pi}{\partial U_3}=0;\Rightarrow \frac{E\pi}{2}\left[\left(\frac{2a^2l}{5}+\frac{2ab_1}{3}+\frac{2b_1^2}{3l}\right)\cdot U_1-\left(\frac{52a^2l}{15}+8ab_1+\frac{16b_1^2}{3l}\right)\cdot U_2+2\left(\frac{26a^2l}{15}+\frac{a(11b_1+3b_2)}{3}+\right.\right.$$

$$\left.\left.+\frac{7(b_1^2+b_2^2)}{3l}\right)\cdot U_3\right]-\alpha E\pi\left[-\left(\frac{a^2l^2}{20}+\frac{2ab_1l}{15}+\frac{b_1^2}{6}\right)\cdot T_1+\left(\frac{a^2l^2}{3}+\frac{14ab_1l}{15}+\frac{2b_1^2}{3}\right)\cdot T_2+\left(\frac{22a^2l^2}{60}+\right.\right.$$

$$\left.\left.+\frac{al(13b_1-2b_2)}{15}+\frac{b_1^2-b_2^2}{2}\right)\cdot T_3-\left(\frac{a^2l^2}{15}+\frac{2ab_2l}{5}+\frac{2b_2^2}{3}\right)\cdot T_4+\left(\frac{a^2l^2}{12}+\frac{ab_2l}{5}+\frac{b_2^2}{6}\right)\cdot T_5\right]=0;$$

$$4)\ \frac{\partial \Pi}{\partial U_4}=0;\Rightarrow \frac{E\pi}{2}\left[-\left(\frac{4a^2l}{5}+\frac{8ab_2}{3}+\frac{16b_2^2}{3l}\right)\cdot U_3+2\left(\frac{32a^2l}{15}+\frac{16ab_2}{3}+\frac{16b_2^2}{3l}\right)\cdot U_4-2\left(\frac{52a^2l}{15}+8ab_2+\right.\right.$$

$$\left.\left.+\frac{16b_2^2)}{3l}\right)\cdot U_5\right]-\alpha E\pi\left[\left(\frac{a^2l^2}{15}+\frac{4ab_2l}{15}+\frac{2b_2^2}{3}\right)\cdot T_3-\left(\frac{4a^2l^2}{15}+\frac{8ab_2l}{15}\right)\cdot T_4-\left(\frac{7a^2l^2}{15}+\frac{16ab_2l}{15}+\frac{2b_2^2}{3}\right)\cdot T_5\right]=0;$$

$$5)\ \frac{\partial \Pi}{\partial U_3}=0;\Rightarrow \frac{E\pi}{2}\left[\left(\frac{2a^2l}{5}+\frac{2ab_2}{3}+\frac{2b_2^2}{3l}\right)\cdot U_3-\left(\frac{52a^2l}{15}+8ab_2+\frac{16b_2^2}{3l}\right)\cdot U_4+2\left(\frac{26a^2l}{15}+\frac{a(11b_2+3b_3)}{3}+\right.\right.$$

$$\left.\left.+\frac{7(b_2^2+b_3^2)}{3l}\right)\cdot U_5-\left(\frac{4a^2l}{5}+\frac{8ab_3}{3}+\frac{16b_3^2}{3l}\right)\cdot U_6+\left(\frac{2a^2l}{5}+\frac{2ab_3}{3}+\frac{2b_3^2}{3l}\right)\cdot U_7\right]-\alpha E\pi\left[-\left(\frac{a^2l^2}{20}+\frac{2ab_2l}{15}+\frac{b_2^2}{6}\right)\cdot T_3+\right.$$

$$+\left(\frac{a^2l^2}{3}+\frac{14ab_2l}{15}+\frac{2b_2^2}{3}\right)\cdot T_4+\left(\frac{22a^2l^2}{60}+\frac{al(13b_2-2b_3)}{15}+\frac{b_2^2-b_3^2}{2}\right)\cdot T_5-\left(\frac{a^2l^2}{15}+\frac{2ab_3l}{5}+\frac{2b_3^2}{3}\right)\cdot T_6+\left(\frac{a^2l^2}{12}+\right.$$

$$\left.\left.+\frac{ab_3l}{5}+\frac{b_3^2}{6}\right)\cdot T_7\right]=0;$$

$$6)\ \frac{\partial \Pi}{\partial U_6}=0;\Rightarrow \frac{E\pi}{2}\left[-\left(\frac{4a^2l}{5}+\frac{8ab_3}{3}+\frac{16b_3^2}{3l}\right)\cdot U_5+2\left(\frac{32a^2l}{15}+\frac{16ab_3}{3}+\frac{16b_3^2}{3l}\right)\cdot U_6-\left(\frac{52a^2l}{15}+8ab_3+\right.\right.$$

$$\left.\left.+\frac{16b_3^2)}{3l}\right)\cdot U_7\right]-\alpha E\pi\left[\left(\frac{a^2l^2}{15}+\frac{4ab_3l}{15}+\frac{2b_3^2}{3}\right)\cdot T_5-\left(\frac{4a^2l^2}{15}+\frac{8ab_3l}{15}\right)\cdot T_6-\left(\frac{7a^2l^2}{15}+\frac{16ab_3l}{15}+\frac{2b_3^2}{3}\right)\cdot T_7\right]=0;$$

$$7)\frac{\partial \Pi}{\partial U_7}=0;\Rightarrow \frac{E\pi}{2}\left[\left(\frac{2a^2l}{5}+\frac{2ab_3}{3}+\frac{2b_3^2}{3l}\right)\cdot U_5-\left(\frac{52a^2l}{15}+8ab_3+\frac{16b_3^2}{3l}\right)\cdot U_6+2\left(\frac{23a^2l}{15}+\frac{11ab_3}{3}+\frac{7b_3^2}{3l}\right)\cdot U_7\right]-$$

$$-\alpha E\pi\left[-\left(\frac{a^2l^2}{20}+\frac{2ab_3l}{15}+\frac{b_3^2}{6}\right)\cdot T_5+\left(\frac{a^2l^2}{3}+\frac{14ab_3l}{15}+\frac{2b_3^2}{3}\right)\cdot T_6+\left(\frac{23a^2l^2}{60}+\frac{13ab_3l}{15}+\frac{b_3^2}{2}\right)\cdot T_7\right]=0;$$

Решая эту систему определяем значения $U_1, U_1, \ldots, U_7$. Тогда поле перемещения по длине каждого участка исследуемого стержня определяются следующим образом

$$\left.\begin{aligned} U^{(I)}(x)&=\varphi_i(x)\cdot U_1+\varphi_j(x)\cdot U_2+\varphi_k(x)\cdot U_3\\ U^{(II)}(x)&=\varphi_i(x)\cdot U_3+\varphi_j(x)\cdot U_4+\varphi_k(x)\cdot U_5\\ U^{(III)}(x)&=\varphi_i(x)\cdot U_5+\varphi_j(x)\cdot U_6+\varphi_k(x)\cdot U_7\end{aligned}\right\},\qquad 0\le x\le l \tag{19}$$

4. Численные результаты

Для апробации разработанных методов и алгоритмов решим сформулированную задачу при следующих исходных данных

$L=30см$; $a=-\frac{1}{10}$; $b=12см$; $\alpha=0{,}0000125\frac{1}{^0K}$; $E=2\cdot 10^6\frac{кГ}{см^2}$;

$K_{xx}=100\frac{watt}{см\cdot{}^0K}$; $h=10\frac{watt}{см^2\cdot{}^0K}$; $T_{oc}=40^0K$; $q=-500\frac{watt}{см^2}$; Полученные решения приведены на рисунках 2-5.

figure.2. Dependences of temperature T the length of the rod

figure.3. Dependences of deformation the length of the rod

$1-\varepsilon(x);\ 3-\varepsilon_x(x);\ 2-\varepsilon_T(x)$

figure 4. Dependences tension the length of the rod

figure.5. Dependences movement the length of the rod

$$1-\sigma(x);\ 3-\sigma_x(x);\quad 2-\sigma_T(x)$$

Для этого примера площадь поперечного сечения левого конца стержня равна $F(x=0)=144\pi cm^2$, а правого конца $F(x=L)=81\pi cm^2$, так, что F(x=0)=1,77* $(F(x=L))$; Из рисунка-2 видно, что значение температуры на левом конце $T(x=0)$=161.23^{0}K, в то время на правом конце $T(x=L)$=141.453^{0}K. Это обусловлена тем, что площадь поперечного сечения правого конца на 1,777 раз меньше чем левый. Значение температуры в точке $x=\frac{5l}{3}$ равно $T(x=\frac{5l}{3})=89.08^o K$, т.е. она наименьшая по всей длине стержня.

Это обусловлена тем, что через боковую поверхность участка ($l\le x\le 2l$) стержня происходит теплообмен с окружающей средой, и переменностью сечения. Из рисунка видно, что термоупругие и температурные составляющие деформации по всей длине стержня имеют сжимающий характер, в то время как упругое составляющее деформации $\varepsilon_x(x)$ на участке ($0\le x\le l$) стержня имеет растягивающий, а в других участках сжимающий характер. Это обусловлено, тем что площадь поперечного сечения левого конца стержня является максимальный, и туда подведен тепловой поток с интенсивностью $q=-500\frac{watt}{см^2}$.

Аналогичные явления наблюдаются и в природе. Закон распределения перемещения приводится на рисунке-5. Где видна из рисунка что все сечения стержня кроме защемленных перемещаются слева в прав. При этом максимальное перемещения соответствует сечению с координатой $x=\frac{4l}{3}$. Этот процесс обусловлен с большой площадью поперечного сечения левого конца стержня и наличием теплового потока постоянной интенсивностью $q=-500\frac{watt}{см^2}$.

Так же этому явлению содействует наличие теплообмена через боковой поверхность участка ($l \le x \le 2l$). После вычисление поле температур определяется величина удлинения стержня для случай защемления одного конца стержня:

$$\Delta l_T = \int_0^L \alpha \cdot T(x)dx = 0{,}0432cm.$$

В случае защемления двух концов стержня возникает сжимающая осевая сила, величина которой равно:

$$R = -\frac{E \cdot F_{av} \cdot \Delta l_T}{L} = -1006573{,}377[kG].$$

5. Выводы

Разработан на сонове фундаментальных законов сохранения энергии метод и вычислительный алгоритм, а так же программа на Python позволяют решать класс задач по определению установившегося термо-напряженно-деформированного состояния стержня переменного сечения при воздействии разнородных видов локальных источников тепла с учетом наличия теплоизоляций, физико-механических и тепловых свойств материала стержня, а так же при его сложных геометрических размерах.

Полученные численные результаты отличаются высокой точностью и сходимостью. Кроме того предложенный подход отличается своей универсальностью при решении актуальных инженерных задач стационарный термоупругости для стержней переменного сечения.

Литература

[1] G. Grimvall. Thermophysical Properties of Materials 1st Edition. – North Holland 1999. – 424 p.

[2] Теплотехника / Под редакцией М.Г.Шатрова. М.: Академия, 2011. 288 с.

[3] Gaspar Jr., Moreira M.L., Desampaio P.A.B. Temperature Distribution Fuel Rods: A study on the Effect of Eccentricity in the Position of U02 Pellets., 0-th International Conference «Nuclear Energy for New Europe» 2011

[4] Timoshenko S., Goodyear J. N. Theory of Elasticity. – McGRAW-Hill. Book. Company. Inc., 1987. – 567 p.

ОБЗОР СИСТЕМ ПОИСКА МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Амирханова Г.А., Илип А.М., Жалгас А.Н.

e-mail: gulshat.aa@gmail.com; aidanailip@gmail.com; adikadik998877@gmail.com;

КазНУ имени аль-Фараби, Казахстан

Аннотация *Статья посвящена обзору информационных поисковых систем в медицине. Информационные системы, которые указаны в статье, являются наиболее популярными в мире. В данной статье описывается структура информационных систем, основные преимущества и недостатки. Показано, что информационные поисковые системы играют большую роль в сфере здравоохранения и медицине, предоставляя медицинским работникам, пациентам и исследователям легкий доступ к интеллектуальным данным, лежащим в основе инноваций в области медицинских технологий.*

Ключевые слова: Big Data большие данные, информационно-поисковые системы, медицина.

Исследования в области медицины и здравоохранения все чаще требуют междисциплинарного поиска в различных базах данных. Зачастую это трудоемкий процесс из-за того, что запросы к разным базам данных выполняются по отдельности с использованием разных пользовательских интерфейсов. Особенно исследователи, заинтересованные в информации о клинических испытаниях с целью разработки новых исследований, должны найти информацию, связанную с испытаниями, в различных биомедицинских базах данных. Таким образом, первым и важным шагом в процессе запроса является формулировка исследовательского вопроса, который может охватывать вопросы о характеристиках пациентов, симптомах заболеваний и результатах клинического исследования. Вторым шагом является выбор надежного и проверенного источника информации или базы данных. Основными базами данных, используемыми для поиска литературы для биомедицинских исследований, являются MEDLINE® [1], которая содержит цитаты из журналов и рефераты биомедицинской литературы, и PubMed® [2], которая обеспечивает бесплатный доступ к MEDLINE и ссылки на многие полнотекстовые статьи.

Поиск в реестрах клинических испытаний для сбора текущих или завершенных, но еще официально не опубликованных данных испытаний считается важным процессом для обзора горизонта и поддержки других форм вторичных исследований, связанных с оценкой клинической эффективности. Примерами таких исследований являются систематические обзоры [3], мета-анализы [4], оценки медицинских технологий (ОМТ)[5]. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) размещает и поддерживает Международную платформу реестра клинических испытаний (ICTRP), которая объединяет содержимое нескольких реестров на одной платформе. Однако ICTRP обновляется поставщиками данных, которые представляют свои записи об

испытаниях каждую неделю или четыре недели, что может привести к задержке обновления информации об испытаниях [6].

ScanMedicine [7] — это новая поисковая система, которая собирает данные о лекарствах из репозиториев клинических испытаний и медицинских устройств, одобренных Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (FDA). Он направлен на то, чтобы предоставить специалистам в области здравоохранения, пациентам и исследователям легкий доступ к информации, лежащей в основе инноваций в области медицинских технологий. Система разрабатывается в Обсерватории инноваций Национального института исследований в области здравоохранения (NIHRIO); исследовательском центре, организованном Университетом Ньюкасла. Система размещена на платформе AWS. Хеш-файлы и другие выходные файлы, созданные поисковыми роботами, хранятся в корзинах Amazon S3. Результаты конвейеров обработки данных консолидируются и сохраняются в базах данных MongoDB и MySQL, а затем индексируются в ElasticSearch. Интерфейс реализован на React. Компоненты пользовательского интерфейса обслуживаются через CDN CloudFront, который указывает на сегменты объектов S3. Исходный код хранится в AWS CodeCommit. Внешний интерфейс создается и тестируется с помощью сервера AWS CodeBuild, а затем развертывается в корзине с помощью AWS CodePipeline. Запросы пользователей подключаются к рабочей логике через шлюз Amazon API, который направляет запросы к функциям Lambda. Пользователь вводит запрос в поле поиска и выбирает набор данных (клинические испытания или устройства FDA). Запрос дополнен списком медицинских синонимов, полученных из Единых медицинских языковых систем (UMLS), которые представлены под окном поиска. Пользователи могут исключить синонимы, добавив [только] в конец запроса. Пользователи также могут расширять или сужать объем своих исследований, используя логические операторы, такие как И, ИЛИ, НЕ. Результаты поиска представлены на той же странице, что и обзор всех соответствующих клинических испытаний или устройств FDA, каждое из которых дает прямую ссылку на соответствующий источник данных.

Пользователи могут устанавливать фильтры на боковой панели и переходить на страницу визуализации для просмотра соответствующих графиков, как показано на рисунке.

Clinical Trials Information Mediator (CTIM) — это поисковый инструмент, разработанный Krauth et al. [8] для предоставления пользователям возможности поиска связанных данных в ClinicalTrials.gov, BioSamples и PubMed. Авторы представили этот инструмент как интерфейс, объединяющий различные ресурсы, позволяющий исследователям находить конкретные клинические испытания, соответствующие одному или нескольким критериям поиска. CTIM был реализован с использованием фреймворка Spring, JavaScript, JQuery и AngularJs.

Open Trial [9] — еще одна попытка, предпринятая в рамках платформы для обмена клиническими данными. Разработчики стремились обеспечить доступ к разрозненным типам и источникам информации об испытаниях, руководствуясь концепцией связанных публикаций, где все публикации, связанные с испытанием, могли быть сопоставлены друг с другом. Они объединили данные и документы, относящиеся к испытаниям, из различных источников, включая академические

журналы, реестры испытаний и регулирующие органы. Общедоступные структурированные данные были напрямую импортированы в базу данных, а поисковые роботы использовались для доступа к документам, недоступным для загрузки. Они представляют согласованный набор данных в двух разных представлениях: пациент и исследователи. Однако платформа не отображает результаты о новых испытаниях, поскольку система перестала получать новую информацию с 2017 года.

Существует более поздний развивающийся проект, предоставленный Multi-Regional Clinical Trials Unit (MRCT) для создания единого портала, через который можно совместно использовать ресурсы из нескольких систем обмена данными и сообществ [10]. На их платформе размещен общий репозиторий данных испытаний как для коммерческих, так и для академических пользователей, где исследователи, спонсоры и генераторы данных передают данные или метаданные на уровне пациентов независимому хранителю, который управляет конфиденциальностью, научным обзором и другими аспектами. Перед получением данных лицо, запрашивающее данные, будет связано соглашениями об использовании данных (DUA).

myHealthbox – аналог медицинской поисковой системы и крупнейший, независимый источник цифровой медицинской информации, обеспечивающий свободный доступ, надежные данные как для потребителей, так и профессионалов. Эта система предоставляет данные от Министерства здравоохранения, агентства по лекарственным средствам, держателей регистрационных удостоверений и производителей.

ALLMEDX.com предоставляет клинически релевантные результаты поиска из авторитетных медицинских источников, отфильтровывая нерелевантные и ненадежные. Проблема этих систем в том, что они не предоставляют данные от поставщиков в нашу страну и не используют источники от специалистов нашей страны, в каждой стране есть те или иные различия в предоставления лечения.

Заключение

В данной статье был дан обзор на популярные поисковые медицинские системы, доступные для доступа к клиническим испытаниям и медицинским устройствам в одном месте, обеспечивающая соответствующие функции визуализации и анализа. Данные системы обладают своими особенностями, но также готовы к значительным изменениям на следующих этапах разработок, например, извлечение данных из новых документов для построения новых моделей, обработка растущих объемов данных во всех наборах данных и вывод новых знаний из интегрированных источников данных путем включения службы аналитики больших данных и интеллектуального анализа текста. Все эти новые требования приводят к дополнительным требованиям к способам сбора, хранения и обработки данных, что дает возможность создания и использования новых стеков технологий.

Литература

[1] National Center for Biotechnology Information - National Library of Medicine

- National Institutes of Health, MEDLINE - Medical Literature Analysis and Retrieval System, available from: <https://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/medline.html> (accessed 29th June 2016).

[2] National Center for Biotechnology Information - National Library of Medicine - National Institutes of Health, PubMed. available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed> (accessed 29th June 2016).

[3] Krleza-Jeric, Karmela and Trudo Lemmens. (2009) "7th Revision of the declaration of Helsinki: Good news for the transparency of clinical trials." *Croat Med J*. **50**(2): 105-110

[4] U.S. National Institutes of Health. (2021); https://clinicaltrials.gov/ct2/home. Accessed 10 April 2021

[5] Isojarvi, Jaana, Hannah Wood, Carol Lefebvre and Julie Glanville. (2018) "Challenges of identifying unpublished data from clinical trials: Getting the best out of clinical trials registers and other novel sources." *Res Synth Methods*. **9 (4)**: 561-578.

[6] N.J, Halfpenny, Thompson J.C, Quigley J.M and Scott D.A. (2015)"Clinical trials registries for systematic reviews – An alternative source for unpublished data" Value Health 18(3):A12

[7] Design and Implementation of Medical Searching System Based on Microservices and Serverless Architectures. Procedia Computer Science

Volume 196, 2022, Pages 615-622

[8] Karakoyun, Christian, Wolfgang Kuchinke, Martin Eckert, Rene Bergmann, Benjamin Braasch, Toresin Karakoyun and Christian Ohmann. (2016) "Clinical trial information mediator." Journal of Biomedical Informatics. 63: 157-168

[9] Goldacre, Ben and Jonathan Gray. (2016) "OpenTrials: towards a collaborative open database of all available information on all clinical trials." *Trials*. **17:** 164

[10] Shenoy, Premnath. (2016) "Multi-regional clinical trials and global drug development." *Perspect Clin Res*, **7(2):** 62-67.

РЕНТГЕН СӘУЛЕЛЕРІНДЕГІ ДӘЛЕЛДЕМЕЛЕР МЕН ЖІКТЕУ АЛГОРИТМДЕРІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ ТАҢДАУ

Амирханова Г.А., Рахимжанов Г.Е.
email:gulshat.aa@gmail.com; r.gasyrbek01@gmail.com.
Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті

Аннотация

Мақала және арналғанӨкпенің рентгендік суреттерін алдын ала өңдеудің әртүрлі әдістерінің сполингі, бұл кеудедегі ауытқуларды танудың соңғы сапасын арттыруы мүмкін. Балл, өкпенің сегментациясы қарастырылады,Сүйек фильтрациясыБұл автоматтандырылған талдаудағы рентген сәулелерінің маңызды талдауларының бірі.

Негізгі сөздер: BigData үлкен деректер, алгоритмдер, машиналық оқыту, медицина.

Баяндама мәтіні

Терең оқыту (DL) — мүмкіндіктерді шығару және одан әрі түрлендіру үшін сызықты емес трансформаторлардың көп қабатты жүйесін пайдаланатын машиналық оқыту (ML) әдістерінің жиынтығы [5]. Нейрондық желілер контекстінде бұл нейрондық желіде бірнеше жасырын қабат бар дегенді білдіреді. Терең оқыту әдістері «таяз» әдістердің негізінде жатқан нақты есептерді шешу алгоритмдеріне емес, деректерді ұсынуды зерттеуге негізделген. Бұл оларға жоғары абстракцияларды құруға мүмкіндік береді, бұл әдістерді адам миының принциптеріне жақындатады. Мәселені бірнеше шағын бөліктерге бөлетін, содан кейін барлығын бір нәтижеге жинайтын қарапайым ML әдістерінен айырмашылығы, DL әдістері тапсырмаларды шешу үшін біріктірілген тәсілді пайдаланады.

Конволюционды нейрондық желі немесе CNN — кескінді тануды қоса, визуалды үлгіні тануда сәтті қолданылатын терең бағытталатын нейрондық желілердің класы [4]. Желінің жұмысы кескінді қабылдау кезінде желі осы кескіннің кейбір ерекше белгілерін ажырататындай етіп ұйымдастырылған, содан кейін ол біршама дерексіз бөлшектерді алуға және жоғары деңгейдегі абстракцияларға дейін жалғасады. Сонымен қатар, оқу процесінде желі өз бетінше абстрактілі белгілердің ең қолайлы иерархиясын қайта конфигурациялайды және құрастырады, негізсіз (оның пікірінше) мәліметтерді елемей және ең маңыздыларын бөлектейді. Әдетте, нейрондық желінің жарылысы әртүрлі қабаттардың жеткілікті үлкен санынан тұрады. Мұнда әдетте CNN құрамына кіретін қабаттардың негізгі түрлері берілген: Конволюциондық қабат қабаты, субдискретизация немесе субсидиялану қабаты (Пулдау қабаты), белсендіру қабаты (Relu қабаты) және толық жарылғыш қабат (Толық қосылған қабат).

Кез келген классификация мәселесі келесідей қойылады: қандай да бір түрде кластарға бөлінген көптеген объектілер (жағдайлар) бар. Нысандардың ақырлы жиыны берілген, олар үшін олардың қай кластарға жататыны белгілі. Бұл жиын жаттығу жиыны деп аталады. Қалған нысандардың класстық тиесілігі белгісіз. Бастапқы жиыннан ерікті объекті кіретін кластың атын анықтауға қабілетті алгоритмді құру қажет. [2]. Үйретілген алгоритм жұмысын тексеру үшін сынақ үлгісін (валидация жинағы) дайындау керек. Дәл осы жиынтықта жіктеу дәлдігі бағаланады.

Машиналық оқыту алгоритмдерінің жұмысының бүкіл процесі, әдетте, бірнеше логикалық дәйекті бөліктерге бөлінеді. Сурет бойынша2Осындай алгоритмдердің жұмысының негізгі кезеңдерін қамтитын ең кең таралған схема келтірілген:

Сурет 1. Машиналық оқыту кезеңдерінің классикалық схемасы

Өкпенің сегментациясы

Өкпенің рентгендік суреттерін талдауды бастау, әдетте, өкпенің контурын оқшаулаудан басталады. Сонымен, өкпені сегменттеу міндеті өкпе аймағын жүректен және суреттерде көрсетілген басқа органдардан тану және кейіннен бөлуді білдіреді. Бұл мәселені шешу үшін UNET архитектурасына негізделген ересек нейрондық желі таңдалды. Бұл архитектура биомедициналық кескіндерді сегменттеу міндеттерін қолдануда өзін жақсы көрсетті [3]. Бұл архитектураның кемшіліктері жоғары есептеу қуатына деген талапты, сондай-ақ патология түрі бойынша кескіндердің салыстырмалы түрде әлсіз таралуын қамтиды. Бірінші кемшілік графикалық өңдеу блогын (GPU) пайдалана отырып оқытуға мүмкіндік беретін тиісті жабдықтың болуымен жойылады. Екіншісі, ықтималдығы жоғары, оқу нәтижелеріне әсер етпейді, өйткені бұл жұмыс екілік классификация мәселесін, атап айтқанда суреттегі патологияның бар немесе жоқтығын анықтау мәселесін қарастырады.

Бұл жұмыста қолданылатын өкпе сегментациясы әдісібастапқы кескіндерге өтеді және келесі қадамдарды қамтиды:

Қолмен дайындалған «маскалар» (өкпе шекаралары) бар бастапқы деректер жиынында өкпе сегментациясына арналған UNet негізіндегі конволюционды нейрондық желіні оқыту арқылы өкпе шекараларын табу

Деректер жиынынан әрбір түпнұсқа сурет үшін оқытылған конволюционды нейрондық желіні пайдалана отырып, ақ-қара «маскалар» түріндегі өкпе шекараларын анықтау.

Қызығушылық аймағын (оң және сол жақ өкпе) түпнұсқадан оқшаулаусуреттер.

Сүйек тінін сүзу

Рентген сәулелерінде қабырғалардың сүйек тінін автоматты түрде анықтау және кейіннен сүзу мәселесі ұзақ уақыт бойы қарастырылды. Осыған қарамастан,

фильтрацияға көп көңіл бөлінбеді, дегенмен бұл әдісті қолдану клиникалық тәжірибеде үлкен маңызға ие және өкпе ауруларын диагностикалауда өте пайдалы. Сонымен қатар, бұл әдістемені қолдану, сайып келгенде, өкпенің жіктелуінің дәлдігін 25-30% арттыруға мүмкіндік береді.2].

Бірнеше осындай алгоритмдерді зерттегеннен кейін [1,6], алгоритм [1] сипатталған. Бұл критерий [1] және [6]. -де сипатталған табылған екі алгоритммен қанағаттандырылды. Осы екі алгоритмді салыстырып, артықшылығы көбірек болатынын пайдалану қажет болды. Сүйек тінін сүзудегі ең үлкен қиындық сүйек құрылымы мен өкпе тінінің қарқындылығының айырмашылығын анықтау кезеңін тудырады. Бұл кезең қарқындылық арасындағы айырмашылықты минимумға дейін жеткізуге байланысты сүйектердің сұлбаларын тікелей жою үшін қажет. Текстуралардың қарқындылығын есептеу үшін сызықтық модель қолданылады: (x, y) нүктесіндегі қабырғаның қарқындылығы AX+B ретінде анықталады. Шындығында, қарқындылықтарды анықтау міндеті параметрлер моделі үшін ең жақсысын таңдауды оңтайландыру міндетіне дейін төмендейді (a, b). Бұл мәселені шешу үшін салыстырылған алгоритмдер әртүрлі тәсілдерді пайдаланады. Сонымен, [6] Авторлар биология мен генетикадан алынған принциптер генетикалық алгоритмдерде бекітілгеніне негізделген арнайы генетикалық алгоритмді (RCGA) пайдалануды ұсынады, бұл өз кезегінде жақсы нәтижелерге қол жеткізеді. Дегенмен, авторлар ұсынған алгоритмнің бірнеше кемшіліктері бар. Біріншіден, қарқындылықтағы айырмашылықтарды есептеу кезінде сүйек құрылымының біртектілігі бұзылуы мүмкін. Сонымен қатар, генетикалық алгоритмдердің жоғары есептеу күрделілігі қосылады. Мұны авторлар көрсетеді [1] және есептеулерге аз уақыт жұмсай отырып, сүйектің біртектілігін ескеретін регрессия үлгісіне негізделген алгоритмді ұсыныңыз.

[1]-де сипатталған алгоритм, сүйек пен өкпе тінінің қарқындылығының айырмашылығының мәні сүйектің ортасынан оның шекарасына дейін өзгеруі мүмкін деген болжаммен жұмыс істейді, алайда бұл мән параболалық қисық бойымен көршілес аймақтарда іс жүзінде өзгеріссіз қалады. Бұл болжам әдіске алдымен сүйектің ортасындағы қарқындылық айырмашылығын болжауға мүмкіндік береді, содан кейін қабырғалардың шекаралары мен шекаралардан жоғары немесе төмен орналасқан өкпе тінінің арасындағы ақпарат үшін бұл мәнді тік бағытта ең төменгі деңгейге дейін кеңейтуге мүмкіндік береді. Осылайша, бұл жұмыста ұсынылған алгоритмді пайдалану туралы шешім қабылданды [1]. Мұнда негізгі қадамдардың қысқаша сипаттамасы берілгенбұл алгоритм:

- Үлгіні шығару
- Шеткі шекаралардың шеткі нүктелерін табу
- Ең жақсы үлгіні таңдау
- Қабырғаның енін бағалау
- Парабола параметрлері
- Қабырғалардың шекараларының кеңеюі
- Сүйек тінін сүзу

Формальды түрде жиектің ортасынан шегерілетін қарқындылық айырмасы жиектің жоғарғы жағындағы пикселдердің орташа интенсивтілігін және жиектің ортасында байқалған орташа қарқындылықтан жиектің төменгі жағындағы пикселдердің орташа қарқындылығын алып тастау арқылы есептеледі. жиегі. Бұл тәсіл мағыналы, өйткені жинақталған қарқындылық

Сурет 2. Сүйек тінін фильтрациялау әдісінің жұмысының мысалы

Қорытынды

Осы қорытынды біліктілік жұмысы аясында келесі нәтижелерге қол жеткізілді: тереңдетіп оқытудың қолданыстағы әдістеріне және рентген сәулелерін алдын ала өңдеу алгоритмдеріне шолу жасалды. Оқыту үшін қолайлы деректер жинағы таңдалды және дайындалды. Оқытудың әрбір кезеңі үшін сәйкес алгоритм таңдалды, нейрондық желінің ең қолайлы архитектурасы таңдалды. Нейрондық желілерді деректермен және онсыз оқыту арқылы эксперименттер жүргізілді. Алгоритмдердің жұмысының салыстырмалы талдауы ұсынылды, кеуде қуысының ішінде өкпе сегментациясын және сүйек сүзгісін қолданудың тиімділігі расталды.

Әдебиеттер

1. Кеуде қуысының радиографиялық кескіндеріндегі қабырға көлеңкелерін жою диагностикалық көмек көрсету / H. Ogul, BB Ogul, Am Aglingere et al. // Биомедицинадағы компьютерлік әдістер мен бағдарламалар. - 2016. - Т. 127. – 174–184 б.

2. MachineLearning.ru. Классификация. – 2011. – Қол жеткізу режимі:http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title= Классификация(Онлайн; Қолданылған: 25.04.2018).

3. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-Net: биомедициналық кескінді сегменттеуге арналған конволюционды желілер // Медициналық кескінді есептеу және компьютерлік араласу (MICCAI), Springer, LNCS. - 2015. - Т. 9351. - 234-241 б.

4. Wikipedia.Конволюциялық нейрондық желі. – 2018. – Қол жеткізу

режимі:https://kk.wikipedia.org/wiki/Convolutional_neural_network (Онлайн; Қолданылған: 25.04.2018).

5. Wikipedia. терең білім алу. – 2018. – Қол жеткізу режимі:https://kz. wikipedia.org/wiki/deep_learning(Онлайн; Қолданылған: 25.04.2018).

6. Кеуде қуысының рентгенографиясы үшін параметрлік емес қабырғаны басу әдісі /

7. Л. Цзян-Шу, В. Цзин-вэйн, В. Хсин-Хсиен, Ю. Мин-чжэн // Компьютерлер және қолданбалы математика. - 2012. - Т. 64. - 1390-1399 б.

СЕКЦИЯ 2

Ақпараттық-телекоммуникациялық технологиялар. Деректерді жіберу желілері мен жүйелері. Интернет технологиялар. Бұлттық технологиялар. Параллельді есептеу. Үлестірімділік есептеулер. Суперкомпьютерлік және кластерлік жүйелер. Үлкен көлемді деректерді (Big-data) өңдеу. Геоақпараттық жүйелер және технологиялар. Инновациялық оқыту технологиялары

Информационно-телекоммуникационные технологии. Системы и сети передачи данных. Интернет-технологии. Облачные технологии. Параллельные вычисления. Распределённые вычисления. Суперкомпьютерные и кластерные системы. Обработка больших объёмов данных (Big-data). Геоинформационные системы и технологии. Инновационные образовательные технологии

Information and telecommunication technologies. Systems and networks of data transmission. Internet technologies. Cloud technologies. Parallel computing. Distributed computing. Supercomputer and cluster systems. Processing large volumes of data (Big-data). Geoinformation systems and technologies. Innovative educational technologies

ИНТЕГРИРОВАНИЕ IT-РЕШЕНИЙ ДЛЯ КРЕДИТОВАНИЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА

Алимжанова Лаура Муратовна, Нурумов Ерлан Муратбекович
e-mail: erlannurumov@gmail.com
КазНу им. аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан

Аннотация. *В статье излагается текущее положение кредитования малого и среднего бизнеса и рассмотрены методы оценки бизнеса, возможные решения проблем с кредитованием путем использования it-решений.*

По мере того как экономика вступает в следующий кредитный цикл, банки находят на рынке как возможности, так и проблемы для кредитования малого и среднего бизнеса (МСБ). Хотя объемы растут медленно, большинство банков не используют весь свой потенциал. Многие до сих пор используют старые бизнес-модели, полагаются на унаследованные процессы и даже рассматривают МСБ как юридические лица. Не в состоянии удовлетворить потребности этих предприятий, банки упускают возможности.

Не существует универсального подхода, подходящего для всех банков и рынков, но банки, которые переосмыслят свой бизнес по кредитованию МСБ, могут увеличить свою долю рынка и способствовать прибыльному росту. Для большинства банков это начинается с разработки стратегии и четкого видения продуктовых предложений, а затем предоставления их целевым клиентам с оптимизированным и надежным опытом. Используя расширенную аналитику и специально созданные процессы и инфраструктуру, банки могут мгновенно принимать решения и использовать ценообразование с поправкой на риск.

Операционная модель, необходимая банкам для процветания на этом рынке, сочетает в себе правильные технологии, новые способы работы и непрерывный мониторинг эффективности. Экономические последствия пандемии COVID-19 прервали предыдущий кредитный цикл и заставили предприятия по всему миру пошатнуться. В этом новом кредитном цикле кредитование МСБ будет не только одним из наиболее важных с экономической точки зрения, но и одним из наиболее прибыльных источников доходов банков [1, с. 35].

Несмотря на возможности, открывающиеся впереди, банки часто пытаются создать правильные кредитные решения для своих клиентов из числа МСБ и сократить расходы на их обслуживание. Эти малые и средние предприятия следует рассматривать как очень искушенных розничных клиентов. Сочетание экспертных оценок и подходов, основанных на данных, которые можно автоматизировать и масштабировать, сократит стоимость обслуживания и связанные с этим затраты на риски.

Повышение уровня цифрового взаимодействия с клиентами и сокращение количества ручных процессов утверждения поможет удержать клиентов и привлечь новых. Крупные технологические компании ранее лидировали в кредитовании малого и среднего бизнеса, но теперь все больше банков хотят предоставлять набор услуг, включая, например, выставление счетов и расчет заработной платы. Это превращает кредитный банк в своего рода сообщество, помогающее МСБ решать другие проблемы на пути их роста.

Использование этих рычагов для переосмысления кредитования МСБ может оказать существенное влияние на итоговый результат. Более высокие коэффициенты конверсии и увеличенная маржа могут увеличить доходы на 10-15%. Оцифровка пути клиента и сокращение времени взаимодействия с клиентом могут повысить эффективность работы на 20-30%. Наконец, совершенствуя модели риска и принимая решения более последовательно, банки могут снизить риск просроченных кредитов на 10-25%.

Понимание болевых точек, с которыми сталкиваются МСБ в целевом сегменте, помогает банку создать продукт и модель покрытия. Эти продукты должны быть четко нацелены на болевые точки МСБ на каждом этапе, от запуска и роста до связи с сообществом. Еще одним компонентом стратегии является определение роли партнеров в модели кредитования МСБ. Установление правильных экосистемных партнерств может помочь банкам создать уникальные формы доступа к данным и клиентскую базу с помощью уникальных предложений продуктов. Партнеры могут помочь банкам разработать лучшие и наиболее отличительные предложения продуктов, более эффективно ориентируясь на подсегменты и внедряя инновации, а также думая как МСБ [2, с. 59].

Модернизация кредитного авизо и процесса принятия решения о кредите с использованием стандартизированной документации также значительно повышает эффективность процесса. Создав единый источник достоверной информации, банк может автоматизировать поиск данных для принятия решений с помощью цифровой подписи и отслеживать изменения для следующего участника. Этот процесс значительно ускоряет андеррайтинг с принятием решений, расширяет опыт менеджеров по работе с клиентами, обеспечивает полный контрольный журнал и обычно сокращает «время до ответа» на 50% (и значительно больше в ситуациях, характеризующихся повторяющимися запросами информации к клиентам, инициируемыми ручными действиями).

Банки часто по-прежнему принимают решения через монолитную инфраструктуру и редко предполагают разработку аналитических моделей для межфункционального использования. Применяя модульный подход к устаревшим и новым источникам данных, они могут раскрыть истинный потенциал доступных данных, используя аналитику для других кросс-функций, таких как продажи, маркетинг и ценообразование. Получение кредитной информации о транзакциях и продажах в режиме реального времени позволит банкам значительно повысить эффективность своих кредитных моделей.

Создание модульной фракции Mework для кредитных моделей малого и среднего бизнеса также позволяет банкам последовательно строить прогностические модели с расширением данных. Эта современная архитектура предлагает множество преимуществ по сравнению с традиционными методами: например, она позволяет банкам использовать информацию для принятия решений каждым клиентом и улучшать существующий механизм принятия решений за счет расширения данных. Банки могут использовать эти кредитные модели не только для мгновенного принятия решений, но и для перекрестных продаж.

Кроме того, банки могут переосмыслить кредитование МСБ за счет динамического ценообразования с поправкой на риск и установления лимитов. Кредитование малого и среднего бизнеса зависит от индивидуальных предложений, ориентированных на уникальные потребности клиентов, и, следовательно, требует усовершенствованного механизма ценообразования, чтобы помочь менеджерам по связям с клиентами закрепить переговоры в подходящем ценовом диапазоне.

Хотя стратегия, процесс и аналитика могут помочь определить новые возможности кредитования МСБ, банки также должны определить правильную операционную модель и вспомогательную инфраструктуру для практического применения. Целевая модель должна включать сервисные операции и новые способы работы с централизованным кредитным органом для корректировки бизнес-моделей, повышения готовности к регулированию, повышения эффективности и повышения эффективности.

Банки также должны основывать свою ИТ-архитектуру и варианты технологий – от устаревших до следующего поколения и от специализированных до полнофункциональных платформ – на своем текущем кредитном портфеле и стремлениях к расширению. Модернизация сквозного процесса не обязательно подразумевает использование ИТ-подхода с нуля; новый внешний интерфейс может быть построен поверх существующей

основной банковской ИТ. Банки также сотрудничают с финтех-игроками, чтобы оживить предложения и оцифровать процессы по всей цепочке создания стоимости кредитования МСБ.

Теоретической и методологической основой процесса оценки стоимости предприятия является единый набор оценочных принципов, которые руководят процессом выполнения любого задания по оценке. Для сведения воедино разрозненных значений стоимости, полученных классическими подходами к оценке, проводят согласование результатов. Согласование оценок – получение итоговой оценки предприятия путем взвешивания и сравнения результатов, полученных с применением различных подходов к оценке. Как правило, один из подходов считается базовым, два других необходимы для корректировки получаемых результатов [3, с. 45].

К методам выбора весовых коэффициентов относят метод логического анализа, метод анализа иерархий, метод расстановки приоритетов, метод согласования по критериям. Метод анализа иерархий относится к классу критериальных и широко применяется в оценочной деятельности. К критериям согласования можно отнести такие как «Качество и достоверность информации», «Возможность отразить намерения потенциального инвестора», «Способность используемых методов учитывать конъюнктурные колебания» и другие. После определения критериев выявляется их приоритетность путем попарного сравнения с использованием оценочной шкалы. Основным инструментом на этом этапе использования метода будет матрица чисел, представляющих суждение эксперта о парных сравнениях силы влияния одного уровня на элементы следующего уровня.

При оценке стоимости предприятия всегда необходимо учитывать риски, особенно систематический и несистематический. Ставка дисконтирования – тот параметр, который отражает ожидаемые риски при расчете стоимости: чем больше риски, тем выше должна быть ставка дисконтирования, чтобы повысить доходность инвестиций в данную организацию. Ставка дисконтирования может быть определена на основе модели оценки капитальных активов, модели арбитражного ценообразования, кумулятивного построения, модели средневзвешенной стоимости капитала.

Метод дисконтированных денежных потоков – метод оценки, основанный на определении стоимости бизнеса суммированием ожидаемых от него дисконтированных потоков дохода. Стоимость реверсии – конечная стоимость, остаточная стоимость бизнеса, терминальная стоимость, стоимость на конец прогнозного периода, которая определяется с учетом равномерных или равномерно изменяющихся в долгосрочной перспективе доходов постпрогнозного периода по модели Гордона. Она капитализирует годовой доход послепрогнозного периода в показатели стоимости при помощи коэффициента капитализации, рассчитанного как разницу между ставкой дисконта и долгосрочными темпами роста денежного потока.

Синтетические методы могут играть важную роль при получении и обосновании итоговой величины стоимости бизнеса, устанавливаемой с помощью взвешивания результатов, получаемых в рамках разных подходов, а также служить проверкой результатов, являющихся итогом использования уже ставших традиционными методов оценки [4, с. 63].

Реальная процентная ставка по кредиту – ставка, которая учитывает все расходы заемщика в пользу кредитора (банка), связанные с оформлением, получением и обслуживанием кредита. Банк при создании рейтингов кредитных продуктов банков (жилье в кредит, авто в кредит, потребительские кредиты и кредитные карты), рассчитывает по каждому займу реальную ставку, которая учитывает расходы заемщика только на оплату банковских услуг, а именно процентные расходы, оплата одноразовой или ежемесячной комиссии, расходы на оплату расчетно-кассового обслуживания при получении кредита.

Не учитываются при расчете реальной ставки сопутствующие расходы, связанные с получением кредита: страховые платежи, оплата услуг нотариуса, оценщика и т.п. Формула расчета реальной ставки представляет собой такое выражение:

Реальная ставка кредита = (сумма кредитных расходов / срок кредита, лет) / средневзвешенная сумма кредита,

где: Сумма кредитных расходов = Сумма процентных расходов + Сумма комиссионных и других расходов.

Однако, большинство МСБ ограничены в доступности обеспечения, а более жесткое регулирование и более высокие требования к капиталу делают долгосрочные необеспеченные кредиты МСБ непривлекательными для банков [5, с. 73].

В условиях диджитализации, банки имеют все возможности автоматизировать процесс обслуживания клиентов, а также облегчить процесс предоставления кредитов заемщикам. Банк не только может привлечь население, но и снизить издержки бизнеса, сократить длительность рассмотрения кредитных заявок и, как следствие, ускорить кредитный процесс. Как уже было сказано, предприниматели малых форм хозяйствования зачастую не в состоянии грамотно вести бизнес, допуская грубые ошибки в документациях, предоставляя неточную и недостоверную информацию в банки. Именно для целей более эффективного обслуживания клиентов, коммерческие банки обязаны проводить различные семинары и мастер-классы по ведению бизнеса, затрагивая вопросы предоставления отчетности в банк и иные вопросы, интересующие предпринимателей.

Третьим, не менее важным аспектом совершенствования механизма кредитования малого бизнеса со стороны коммерческих банков является продвижение и улучшение системы скоринга и мониторинга кредитных заявок. Давление на рост объемов кредитования оказывают ухудшение качества предоставляемых ссуд, а ужесточение требований к критериям оценки кредитного риска, что требует от кредитных организаций трансформации методики анализа кредитных сделок, в частности, в скоринговых системах кредитования.

Процесс совершенствования механизма банковского кредитования субъектов малого предпринимательства достаточно сложен в осуществлении, но при участии всех сторон, имеющих к этому отношение, оптимизация кредитного механизма возможна. Всем участникам кредитного процесса необходимо стремиться не только к совершенствованию системы кредитования малого бизнеса, но и к развитию малых форм хозяйствования, ведь именно данный сегмент способен повысить уровень экономического развития в стране.

Список использованных источников

1. Крюков Р. В. Банковское дело и кредитование / Р. В. Крюков. – М.: А-Приор, 2017. – 236 с.
2. Лаврушин О. И. Банковское дело. Современная система кредитования. Учебное пособие / О. И. Лаврушин. – М.: КноРус, 2021. – 139 с.
3. Пыхтин С. В. Банковское кредитование. Учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / С. В. Пыхтин. – М.: Юрайт, 2017. – 779 с.
4. Тавасиев А. М. Банковское кредитование. Учебник / А. М. Тавасиев, Т. Ю. Мазурина, В. П. Бычков. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 368 с.
5. Яблонская А. Долгосрочное банковское кредитование в России: теория и практика / А. Яблонская. – М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2017. – 184 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ

e-mail: kapan-shakerkhan@mail.ru
АФ НОУ ВПО «Санкт-Петербургский Гуманитарный Университет Профсоюзов»

e-mail: vvm@kemsu.ru
ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

e-mail: nurgulkk62@mail.ru
ОУ «Alikhan Bokeikhan University»

**ШАКЕРХАН К.О., МЕШЕЧКИН В.В.,
КУРМАНГАЛИЕВА Н.К., АХАТАЕВА Ж.О., УМБЕТОВА Д.О.**
e-mail: mba-55@mail.ru
ОУ «Alikhan Bokeikhan University»

e-mail: nurgulkk62@mail.ru
ОУ «Alikhan Bokeikhan University»

Аннотация. *На сегодняшний день актуальным вопросом в IT-сфере является применение облачных сервисов. В данной статье затрагиваются проблемы применения облачных сервисов и приводятся результаты мониторинга развития облачных услуг.*

За время существования информационных технологий сменилось несколько моделей построения информационных систем. Облачные сервисы – это следующий шаг в эволюции архитектуры построения информационных систем. Благодаря огромным преимуществам этого подхода, очевидно, что многие информационные системы в ближайшее время будут перенесены в облако [1].

В настоящее время в IT-индустрии существует четыре основных тенденции – это облако, мобильность пользователей, большие данные (big data) и социальные системы. Можно отметить перспективы развития облачных сервисов, которые в свою очередь подразделяются на традиционные модели:

- Инфраструктура как услуга (Infrastructure as a Service, сокр. IaaS)
- Программное обеспечение как услуга (Software as a Service, сокр. SaaS)
- Платформа как услуга (Platform as a Service, сокр. PaaS) [2]

и недавно появившиеся модели:

- BPaaS (услуги по решению бизнес-задач),
- DaaS (виртуальный рабочий стол),
- SecaaS (информационная безопасность в аренду),
- BaaS (резервное копирование как сервис),
- DRaaS (решения по обеспечению катастрофоустойчивости),
- CCaaS (виртуальный контакт-центр) [3].

Облачные сервисы многим кажутся одной большой волной, накрывшей мир бизнеса. Тем не менее, есть связанные с ними риски, а также методологии снижения

этих рисков. Исследователями рассмотрены некоторые проблемы применения облачных сервисов. Программное обеспечение как сервис (Software as a Service или SaaS). В данном случае существует проблема – управление паролями. Главным риском является применение нескольких учетных записей для доступа к приложениям, поэтому организации решают эту проблему благодаря унификации учетных записей для облачных и локальных систем. При использовании системы единого входа, пользователи получают доступ к рабочим станциям и облачным сервисам с помощью одной учетной записи. Этот подход уменьшает вероятность появления «повисших» учетных записей, подверженных несанкционированному использованию сотрудниками после их увольнения. [4]

При использовании платформы как сервис (Platform as a Service или PaaS) имеет место проблема шифрования данных. Модель PaaS изначально безопасна, но риск заключается в недостаточной производительности системы в связи с тем, что при обмене данными с провайдерами PaaS рекомендуется использовать шифрование, а это требует дополнительных процессорных мощностей.

В инфраструктуре как сервис (Infrastructure as a Service или IaaS*)* возникает проблема – пользователи-хулиганы. Риски здесь слегка отличаются от тех, что присущи другим типам облачных сервисов, так как IaaS фокусируется на управлении виртуальными машинами. Главный риск заключается в хулиганском или неправомерном управлении сервисами. Эксплуатация IaaS требует мониторинга, администрирования и использования. Эксперты рекомендуют использовать корпоративные Фреймворки для управления сервисами, которые помогают предотвращать неправомерный доступ сотрудников к информации или неправомерное использование сервисов. Среди других сильных сторон IaaS, аналитики отмечают гибкость, масштабируемость, вменяемая стоимость. [2, 4]

Рисунок 1 - Модели предоставления облачных сервисов
(источник: http://www.jetinfo.ru/stati/iaas-paas-saas-razdel-territorii-mezhdu-provajderami-i-klientami-oblachnykh-servisov)

На рисунке 1 представлено, какая же часть инфраструктуры остается в компании, а какая предоставляется провайдером в виде услуги.

Среди основных компаний-игроков на рынке облачных вычислений можно выделить следующие: Google, Microsoft, Amazon.com**.** Основными сервисами являются Azure Services Platform, Google Apps Engine, Amazon Web Services [5].

Основные критерии для отбора облачных сервисов

–Масштабируемость

–Эластичность

–Мультитенантность

–Оплата за использование

–Самообслуживание [6].

В ходе исследования был разработан сетевой ресурс для оценки качества облачных услуг от различных компаний мира, занимающихся облачными сервисами. Web-портал представляет собой площадку, где отображены услуги по таким сегментам, как PaaS, SaaS, IaaS, и все услуги в 3-х сегментах оценены по всем критериям в 5-балльной шкале. Качества облачных услуг оценивается с помощью диффренциального метода и результаты выдается в виде гистограммы. Также предусмотрен кабинет для регистрации компаний, занимающихся облачными услугами.

В нашей исследовательской работе из 20 лучших поставщиков облачных услуг по таким сегментам, как SaaS, PaaS, IaaS были отобраны самые подходящие для сервиса госорганов Казахстана по масштабируемости, мультитенантности, отказоустойчивости такие компаний: (см. табл. 1, 2, 3)

Таблица 1 - Услуги SaaS

1	2	3	4	5	6
Citrix Systems	Piston Cloud Computing	DotCloud	Microsoft	Zoho	Salesforce.com

Таблица 2 - Услуги PaaS

1	2	3	4	5
Anypresence	AppFog	Apprenda	Cloudera	Cumulogic
enStratus	GigaSpaces	Gizmox	Long jump	Mule Soft
OS33	Rightscale	Red Hat	Heroku	Parallels

Таблица 3 - Услуги IaaS

1	2	3	4	5
Cloudscaling	IBM	Rackspace Hosting	AT&T Cloud Services	Joyent
Savvis	Eucalyptus Systems	CA Technologies	GoGrid	

Проведен анализ и мониторинг развития облачных услуг по странам мира, в том числе и в Казахстане (см. рис. 3).

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
BPaaS ($)	0.15	0.23	0.35	0.53	0.80	1.26	1.95	2.93	4.28	6.00	7.66	9.08	10.02
SaaS ($)	5.56	8.09	13.40	21.21	33.09	47.22	63.19	78.43	92.75	105.49	116.39	125.52	132.57
PaaS ($)	0.05	0.12	0.31	0.82	2.08	4.38	7.39	9.80	11.26	11.94	12.15	12.10	11.91

Рисунок 3 – График мониторинга облачных услуг (источник: Forrester Research, 2015)

Итак, по мнению аналитиков, мировой рынок публичных облачных услуг (SaaS, IaaS, PaaS) будет увеличиваться в среднем на 40% ежегодно и объем мирового рынка публичных облачных услуг с каждым годом будет расти. По прогнозам Gartner свыше половины госуслуг в мире будет предоставляться из облаков, а многие организации малого и среднего бизнеса всерьез рассматривают возможность отказа от традиционной модели IT-инфраструктуры в пользу публичных облачных сервисов. Большинство IT-компаний разрабатывают стратегию внедрения облаков, а многие уже активно эксплуатирует их. В итоге получается, что современные облачные вычислительные системы помогают снизить число серверов, система занимает меньшую площадь в data-центре, к тому же экономится электроэнергия. Таким образом, темп роста рынка публичных облачных сервисов в ближайшем будущем превысит темп роста ИТ-рынка в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Kapan Oralgazyolu Shakerkhan, Ermek Tolegenovich Abilmazhinov.: Development of a method for choosing cloud computing on the platform of PaaS for

servicing the state agencies. International Journal of Modern Education and Computer Science @ijmecs/ https://readera.org/ijmecs/2019-95-11

2. K. Shakerkhan, M. Kuttykadamov: Method for Choosing Secure Cloud Computing on the Platform of PaaS for the State Agencies Services. CybHyg-2019: International Workshop on Cyber Hygiene, Kyiv, Ukraine, November 30, 2019. http://ceur-ws.org/Vol-2654

3. Клементьев И.П., Устинов В.А.: Введение в Облачные вычисления. – Изд.:НОУ «Интуит», 2016. – 311 с.

4. Фингар, П. «DOT.CLOUD: Облачные вычисления - бизнес-платформа XXI века». – М.: Аквамариновая Книга, 2011. – 256 с.

5. Услуги ЦОДов и облачные технологии [Электронный ресурс] // РБК. Исследования рынков. – URL: http://marketing.rbc.ru/reviews/it-business/chapter_6_2.shtml

6. Rittinghouse J.W., Ransom J.F. Cloud Computing - Implementation, Management, and Security. // Taylor and Francis Group, 2010. – 174 p.

7. Ковязин, А.: Облака для малого и среднего бизнеса // Открытые системы. СУБД. - 2010. – №2. – С. 34-37.

8. Харатишвили, Д. Utility-компьютинг и "облачные" вычисления // Компьютерпресс, 2009. – №9. – С. 14-19.

SATELLITE MULTISENSORY SENSING AND DIGITAL METHODS IN THE STUDY OF EXTREME WEATHER EVENTS

Pichugin M.K., Gurvich I.A., Baranyuk A.V.
e-mail: pichugin@poi.dvo.ru
V.I.Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Russia, Vladivostok

Abstracts. *During the cold season, extratropical cyclones (ECs) are often associated with severe weather events, especially strong winds, extreme ocean waves and heavy precipitations. At the same time, the study of long-term changes in cyclone characteristics is hampered by gaps in observational instruments and uncertainties in cyclonic activity estimates based on both forecast models and reanalysis data sets. In this paper, the wind conditions in intense extratropical cyclones over the North Pacific Ocean are studied based on measurements from the SMAP satellite and the European Center for Medium-Range Forecasts ERA5 reanalysis and the US National Center for Environmental Prediction CFSv2 operational analysis data sets. The microwave radiometer on the SMAP satellite allows us to retreve the near the sea surface with speed up to 70 m/s, including in areas of heavy precipitation due to low sensitivity to the moisture content of the atmosphere. The study period is limited by the satellite launch time and is 6 cold seasons (November-March) from 2015 to 2021. As a result, 105 cases of extratropical cyclones with hurricane-force (> 33 m/s) winds falling within the radiometer swath were identified. Most of them (about 60%) were recorded in December and January south of the Aleutian Islands and the Kamchatka Peninsula. Some cases of cyclogenesis (more than 40%) demonstrated an "explosive" character and were observed mainly in the Kuroshio-Oyashio Extension area. In the most intense cases, satellite estimates of the wind showed maximum values up to 55-60 m/s. An analysis of the distribution of the maximum wind speed in the ECs exhibited a group of the most intense cyclones (about 14%) with a specific mechanism for the formation of an extreme winds. We hypothesize that these ECs followed the Shapiro–Keyser (SK) conceptual model with the formation of a meso-scale slantwise airstream, also called a "sting jet". A comparative analysis of the wind distribution in the cyclone according to SMAP and reanalyses data showed a significant underestimation by the latter in the region of high speeds of more than 25 m/s. The ERA5 reanalysis showed the most discrepancies with the satellite winds, regardless of the month or geographical area.*

Keywords*: satellite microwave measurements, extratropical cyclones, North Pacific, extreme winds, SMAP, sting jet*

In this paper, we study wind conditions in intense extratropical cyclones (ECs) with hurricane-force winds over the North Pacific Ocean based on measurements from the SMAP satellite, which make it possible to reconstruct the wind speed near the sea surface up to 70 m/s. Additionally, the possibilities of modern reanalyses data sets (ERA5 [1] and NCEP-CFSR [2]) to objectively reproduce extreme wind, including those associated with "explosive" cyclogenesis, are considered.

The SMAP radiometer makes it possible to recover wind near the sea surface with speeds up to 70 m/s, including in areas of heavy precipitation due to low sensitivity to atmospheric moisture content. The study period is limited by the satellite launch time and is 6 cold seasons (November-March) from 2015 to 2021. Figure 1 shows an example of the registration of an intense extratropical cyclone in the northwestern Pacific Ocean in the wind speed field obtained from SMAP radiometer measurements on January 18, 2019.

The global wind speed fields near the sea surface, calculated from SMAP radiometer brightness temperatures, are provided by the Remote Sensing System at a regular grid of 0.25°x 0.25 (ftp://ftp.remss.com/smap/wind/).

Figure 1 An example of an intense extratropical cyclone (highlighted by a red ellipse) recorded on January 18, 2019 in the field of wind speed near the sea surface (color scale in m/s) according to the SMAP microwave radiometer. Isotachs 25 and 33 m/s are marked with blue dot contours

Figure 2a shows the maximum wind speed distributions (Wmax, m/s) for all 105 intense ECs derived from ERA5 and CFSv2. Both reanalyses noticeably underestimate the extreme wind as compared to the SMAP measurements. If, according to CFSv2 data, hurricane winds are recorded only in 40% of cases, then ERA5 identifies only three cyclones with Wmax < 38 m/s. Moreover, there is discrepancy in Wmax estimates between reanalyses. Thus, CFSv2 reproduces more intense cyclones, which does not contradict similar estimates made for the Atlantic Ocean [4].

In the distribution of maximum wind speed according to SMAP data, two groups of cyclones are distinguished (Figure 2b): the first includes the vast majority of cases with typical values of Wmax = 35-37 m/s; the second group consists of only 14% of the most intense cyclones with a speed of Wmax > 43 m/s (in some cases up to 55-60 m/s). It is important to note that in the distributions of the maximum wind speed obtained from reanalyses (not shown), the second group is not distinguished. This distribution allows for the presence of a separate class of the most intense ECs with a special mechanism for the formation of extreme winds.

Figure 2 Distribution of maximum wind speed (Wmax, m/s) in recorded intense extratropical cyclones on: (a) scatterplot according to CFSv2 and ERA5 data, (b) - histogram according to SMAP data. The red dotted lines define areas of hurricane-force (Wmax ≥ 33 m/s) wind

We assume that cyclones from the second group developed according to the Shapiro-Keyser conceptual model of rapid cyclogenesis without a cold front joining a warm one [5]. Such cyclones are characterized by the formation of a warm core and a mesoscale area of extreme winds (as a rule, more than 44–45 m/s) with horizontal dimensions of less than 100 km [5, 6], which is called “sting jet” (hereinafter SJ). The discussion regarding the physical mechanisms of the occurrence of SJ is still relevant, and a realistic reproduction of such a mesoscale feature requires the improvement of operational predictive models, which increases the value of this study.

Conclusions

In this work, extreme extratropical cyclones with hurricane-force winds (≥ 33 m/s) in the North Pacific Ocean are identified and studied. The near sea surface wind speed estimates were made for 6 cold seasons of 2015-2021. based on measurements from the SMAP satellite, allowing to calculate wind speed from 10 to 70 m/s. Additionally, the possibilities of ECMWF ERA5 reanalysis and NCEP CFSRv2 operational analysis with comparable spatial resolution to objectively reproduce wind conditions in intense WTCs are considered.

During the study period, 105 cases of ETCs with hurricane winds fell within the radiometer swath on the SMAP satellite. A significant part of the cyclones (about 43%) is concentrated southeast of the Kamchatka Peninsula, a typical area of winter cyclogenesis in the NWP, where cold intrusions from the Asian continent are regularly observed. The second area of intense cyclogenesis is located south of Alaska and extends zonally along the subpolar oceanic front between 40°N and 40°N. and 47°N.

The distribution of maximum wind speed according to SMAP clearly distinguishes two groups of the ETC: the first group includes the vast majority of cases with typical values of Wmax = 35–37 m/s; the second group includes only 14% of the most intense cyclones with Wmax > 43 m/s. Such distribution suggests the presence of a separate class of the most intense ETCs with an extreme wind formation mechanism different from the first group. We

assume that these cyclones developed according to the Shapiro-Keiser model with the formation of a mesoscale region of extreme wind, called “sting jet” [6].

This research was funded by the POI FEB RAS project 121021500054-3. This research was supported in part through computational resources provided by the Pacific Oceanological Institute, Vladivostok

Reference

1. Hersbach H., Bell B., Berrisford P., Hirahara S., Horányi A., Coathors. The ERA5 global reanalysis // Q J R Meteorol. Soc. 2020. Vol. 146. P. 1999 – 2049. Shattok, M. Dearing on governance – the wrong prescription / M. Shattok // Higner education quart. – Oxford: N.Y., 1998. – Vol. 52, N. 2. – P. 35-47.

2. Saha S., Moorthi S., Wu X., Wang J., Nadiga S., Tripp P., Behringer D., Hou Yu-Tai, Chuang Hui-ya., Iredell M., Ek M., Meng J., Yang R., Mendez M.P., Dool Huug van del., Zhang Q., Wang W., Chen M., Becker E. The NCEP Climate Forecast System Version 2 // J. Climate. 2014. Vol. 27. P. 2185 – 2208.

3. Gramcianinov C.B., Campos R.M., de Camargo R., Hodges K.I., Soares Guedes C., da Silva Dias P.L. Analysis of Atlantic extratropical storm tracks characteristics in 41 years of ERA5 and CFSR/CFSv2 databases // Ocean Eng. 2020. Vol. 216. P. 108-111.

4. Shapiro M.A., Keyser D. Fronts, Jet Streams and the Tropopause // Extratropical cyclones. The Erik Palmén Memorial Volume. Chapter 10. – AMS, 1990. P. 3187–3210.

5. Browning K.A. The sting at the end of the tail: Damaging winds associated with extratropical cyclones // Q. J. Roy. Meteorol. Soc.. 2004. Vol. 130. P. 375–399. https://doi.org/10.1256/qj.02.143, 2004.

6. Schultz D.M. and Browning K.A. What is a sting jet? // Weather. 2017. Vol. 72. P. 63-66.

THE MAIN ELEMENTS OF THE FORMATION OF THE REBRANDING OF THE COMPANY

Алимжанова Лаура Муратбековна
e-mail: dimkim_01@mail.ru
Candidate of Technical Sciences, Professor of Information Systems Department
Al-Farabi Kazakh National University

Түгелбаева Торғын
Masters
e-mail: daulenkyzyy@mail.ru
Al-Farabi Kazakh National University

The main elements of the formation of the rebranding of the company

Rebranding is a process aimed at changing the perception of a brand, involving the transformation of all its elements. It is not only about the visual aspect, but also about adjusting the new image in accordance with the developing strategy of the company. Rebranding can change the logo, name, and the way you communicate with customers.

Relevance of the work: The relevance of this topic in the context of the use of SMM technologies is undeniable, since the spread of online business and distribution in the market is becoming more and more complex marketing. In order not to get lost among competitors, it is necessary to use your product of a complete rebranding, and the use of modern marketing approaches will distinguish it from other analogues.

Purpose: The purpose of the work is to analyze the most optimal rebranding methods and SMM tools to improve its position in the market and promote the company among competitors.

The object of the research is the methods of rebranding the company, *the subject of the research* is the methods of rebranding the company using SMM technologies.

The novelty of the work, personal contribution and project results:

- A complete analysis of the methods of brand presentation and promotion.
- Revealing the best qualities and properties.
- The method allows you to present yourself from a new point of view.

Practical relevance: Market research, research of SMM tools, their impact on the market and the opportunities that digital marketing can open. A new method was chosen, according to which the company does not incur losses, but changes its attitude towards its brand, thereby gaining more and more users.

The presence of social media pages for the company has become almost a rule of good manners. Nowadays, not only commercial companies have pages in social networks, but also almost all state and municipal organizations. And for B2C businesses, this has become a necessity. Among such B2C segments:

• medium and small companies selling inexpensive products (clothing, accessories, household goods, educational courses).

• companies providing services to individuals (beauty-sphere, repair work, etc.).

• catering establishments (coffee shops, restaurants, bars, etc.).

• shops and companies from the B2C sphere wishing to reach the Internet audience (stores of large household appliances, furniture, cosmetics, building materials, etc.) [1].

In general, SMM promotion is a universal tool for companies of any size and any field of activity [1].

Each company determines the goals of SMM promotion independently, depending on the tasks of the business. It can be:

• growth of brand awareness (attention to the number of subscribers and reach).

• building a community around the brand and increasing engagement (analysis of audience reaction and interaction with content).

• collecting leads and increasing sales (referrals to the site, orders with promotional codes are taken into account).

• analysis of your target audience (polls, analysis of mentions, reactions to content, etc.) [2].

There can be several tasks. And to solve each of them, you need to carefully consider the tactics of maintaining pages, that is, an SMM strategy.

A well-developed strategy will save you from chaotic maintenance of pages in social networks, help you determine the goals of your presence in social media, ways, and tools to achieve these goals, set priorities, and most importantly, predict the potential effect of SMM promotion [2].

Basic SMM tools

Content Marketing. The main reason users subscribe to a company page is content. This includes not only text, but also videos, images, stories, podcasts and other possible forms of information presentation [2].

Carrying out promotions. These can be flash mobs, webinars and live broadcasts, giveaways, promotional codes for subscribers and special discounts. The main thing is to comply with the transparency of the conditions, not to miss the deadlines (for example, when announcing the winners of the competition) and to be technically prepared (if this is the use of promotional codes on the site or a live broadcast) [3].

Working with opinion leaders. Publishing guest posts, joint videos, direct advertising, special promotional codes with discounts that bloggers provide to their subscribers, initiating a controlled "leak" of information about new products into the blogosphere, and so on [3].

Personal branding - promotion through the manager's personal brand (or personal brands of employees), getting to know the team, projects, success stories [2].

Communication with customers. This can include prompt responses to user questions and comments, polls involving posts that help organize the discussion [4].

Advertising mailings. Some social networks now have the ability to create newsletters. For example, on VKontakte, you can invite users to subscribe to news. This way you will be able to inform the interested audience about discounts, promotions, range updates. Subscribers of such mailings can be offered special promo codes or other bonuses [3].

Advertising in groups / on pages of thematic communities. Large communities often offer advertising services. For a fee, they repost your post or create an advertising post about your group on their own. This method is more suitable for completely "fresh" groups and pages, as well as if you are promoting a Telegram channel, since there are simply no alternative options for launching advertising there [4].

Targeted advertising. Today, this is one of the most effective promotion options. Thanks to the settings and the choice of the target audience, you can show your ads only to

those people who could potentially be interested in your products, services or the social network page itself. This way you can avoid paying for non-targeted impressions and more effectively attract customers. Various programs or solutions are used to implement SMM tools. The most popular of them were selected for more detailed analysis [5].

Table 1 - Technical characteristics of tools for analytics of SMM services:

Analytics tools	**Target Hunter**	**Pepper.ninja**	**Facebook Advertising Library**	**AdHeart**	**Popsters**
Purpose	search for VKontakte communities, analysis of target audience	search for competitors, collection and analysis of target audience	Search and analysis of competitors' advertisements	analysis of advertising on Facebook and Instagram	content analysis in 11 social networks
Social networks	VKontakte, Instagram	VKontakte, Instagram, Facebook and Odnoklassniki	Facebook	Instagram, Facebook	Instagram, VKontakte, Facebook, Odnoklassniki and seven more social networks
Official web-pages	http://targethunter.ru/	https://pepper.ninja/	https://ru-ru.facebook.com/ads/archive	https://adheart.ru/	https://popsters.ru/
Programming system	Web service	Web service	Free Web service	Web service	Web service
Price	from 108 tenge per day, there is a free trial period	from 2940 tenge per month, there is a free trial period	free web service	18,000 tenge per month, free trial available	from 2394 tenge per month, there is a free trial
Application	Target Hunter has tools for searching and filtering communities, analyzing users by target actions, activities, preferences,	A similar service, Pepper.ninja, collects the target audience on VKontakte, finds contact information for	Facebook maintains a library of all advertising that is posted on the company's resources. In the service, you can view advertisements for a given topic for free,	Service for searching and analyzing advertisements posted through the Facebook advertising account.	At Popsters, we analyze competitors' content and find the best posts by likes, saves, reposts and user comments.

	socio-demographic parameters and other criteria. With the help of Target Hunter, we find competitors and thematic communities, analyze audiences, highlight segments, collect a base for launching advertisements, assess the reach and level of engagement in a niche.	Instagram, Facebook and Odnoklassniki users. One of the advantages of the service is the "Who is my client" tool, which automatically selects users who are similar to the company's clients.	filter posts by geo, platform, content type, and so on.	The algorithm selects similar ads in a given topic, translates texts from other languages, shows statistics, geography of promotion, and so on. All creatives can be saved to a selection, downloaded and adopted by the best competitors' mechanics.	This gives an understanding of what contests are held by competitors, how they warm up, involve, sell, and, most importantly, what subscribers like about it. We use the obtained data to create a strategy and a content plan rubricator.

The more saturated the market, the more relevant the image component becomes, the more important the brand plays a role in ensuring consumer loyalty. When there is a struggle for each customer, it becomes more and more difficult to compete with prices or consumer properties of goods. The turn of marketing and communication technologies comes, the "struggle for minds" begins, in which the main weapon is the brand and the ability to present itself [8].

In the first half of the twentieth century, it was believed that trademarks were created once and for all. There was an opinion that any changes would negatively affect the recognition of the product. Today, the consciousness of consumers has changed, and brands must also change if they want to be successful and relevant. Obsolescence of any brand, even the best of the best, is inevitable: over time, a set of emotional ideas about the company and its product becomes obsolete in the minds of potential consumers. Therefore, market participants are required to adapt quickly to new conditions. Brand correction or rebranding is one way to do this [9].

Let's try to define what "rebranding" is, and what goals it serves. If you look at rebranding from a technical point of view, it is a mechanism for adapting a trademark to dynamic developing market conditions [10].

In this case, the term "trademark" does not quite reveal the essence of the definition. The brand is not identical to the trademark, it is much broader and deeper. A brand is a

unique and attractive image of a trademark for the consumer. It reflects precisely the attitude of consumers, while trademarks, signs, packaging are only brand attributes, identifiers, anchors for the psyche, causing the necessary associations with the object of consumption (goods, services). And if we are talking about rebranding, we mean changing the image that exists in the consumer's mind. And since the right attitude is formed under the influence of the motivating value embedded in the brand, it makes sense to talk about changing the motives of the target audience of this brand, and, possibly, switching the brand to another audience in general. Rebranding, therefore, involves a very significant, sometimes radical change in the essence, personality and core values of the brand, entails changes in target audiences, in almost all attributes and brand communications. The object of correction in this case becomes the positioning, broadcasting, etc. of a trademark or trademark [11].

A new image is created by all communicative activity, which may include restyling of the logo, interior, etc. But advertising and PR will always be the main tools for forming changes in the consumer's mind, and all other attribute changes are just an adjustment to the motivating value of the new brand meaning. The fact of rebranding should be reflected in everything: repositioning means not only a change of external attributes, but also noticeable changes in advertising, sales promotion techniques, corporate identity, principles of participation in exhibitions and other events, etc. [12].

An important point that needs to be taken into account in the rebranding process is the fact that the old brand is not being liquidated and a new one is being created, but the brand is evolving. In this process, some of its former components are preserved and incorporated into the ideology of the updated brand. In order to identify how much the brand should undergo changes in the process of rebranding, it is necessary to conduct a set of studies that, on the one hand, will help to identify the quantitative role of positive factors of the existing ideology, and on the other hand, will reveal the deep essence of the positive properties of the brand from the consumer side [13].

At the same time, a thorough study of the market niche in which the updated brand will be positioned is being carried out – consumer motivation, competitive environment, features of product properties and much more, based on the information received, options for new brand positioning are being developed, which are being tested for relevance, the most optimal option is the basis for further development of all communicative elements of the brand. All updated brand elements (name, logo, design, etc.) must undergo mandatory testing for perception by the target audience. If these conditions are met, as well as the high-quality work of creators and designers, the modified product will be perceived by consumers as an evolutionary process of the brand's life cycle, and the effect of the change will be positive and bring the desired result in the form of sales growth [14].

But it should be remembered that rebranding is not only a change in the visual range and advertising campaign. First of all, these are qualitative changes in the company, designed to change the consumer's attitude to the company, or its repositioning to another client audience [15].

After the decision on the need to change the brand is made, a responsible task arises – the creation of a new brand. When developing, it is necessary to make a number of successive stages:

- define the mission of the new brand.
- define and formulate the philosophy of the new brand.

- develop a concept and strategy for the development of a new brand.
- to form a system of strategic images of the new brand.
- identify corporate symbols, the name of the new brand.
- create a new brand communication system [16].

Brand positioning is the search for a position that meets the interests of the brand in the minds of real and potential consumers (target segment) in relation to competitors' brands. The following factors are taken into account in the positioning process:

- the target group of consumers for whom the brand is being created.
- the benefit of the consumer, which he will receive as a result of the acquisition of this particular brand.
- the purpose for which the brand is used.
- a competitor against whom the brand will act in the market [14].

The above stages are carried out partially in parallel with the repetition of some stages. Thus, it can be concluded that rebranding is an integral part of the company's existence on the market. This concept appeared not so long ago, but it is already very popular today. The main reasons for the change of ideological and imaginative image are that companies are reaching a new level of development or trying to stay afloat, but under a new name [15].

Any rebranding should be accompanied by a set of measures to retransmit the updated brand and consolidate it in the consumer's mind. Despite the fact that it is formally possible to distinguish several areas of work (advertising, PR, etc.), it makes sense to consider brand correction as a comprehensive PR campaign, even if the subject of correction is only the brand logo (partial rebranding) [16].

References:

1. Kennedy D. Hard SMM: Squeeze the Maximum Out of Social Media. - Alpina Publisher, 2017.
2. Glushchenko M.S. Modern communication technologies SMM (SMM): social media marketing. - 2017.
3. Shiyanovskaya V.V. Rebranding: what it is eaten with // Marketing communications. - 2008. - No. 4. - S. 250-260.
4. Kozlova N.A., Yun E.L.SMM-marketing tools as an alternative to traditional digital-tools in the context of budget cuts // SPbPU Science Week. - 2016 .-- S. 294-297.
5. https://vc.ru/marketing/251824-46-instrumentov-dlya-smmshchikov-analitika-avtomatizaciya-raboty-sozdanie-kontenta-i-ne-tolko
6. https://romi.center/ru/learning/article/smm-analysis-on-social-networks-info/
7. Kennedy D. Hard SMM: Squeeze the Maximum Out of Social Media. - Alpina Publisher, 2017.
8. Shiyanovskaya V.V. Rebranding: what it is eaten with // Marketing communications. - 2018. - No. 4. - S. 250-260.
9. Kozlova N.A., Yun E.L.SMM-marketing tools as an alternative to traditional digital-tools in the context of budget cuts // SPbPU Science Week. - 2016 .-- S. 294-297.
10. Gukova A.V., Patueva V. V. Rebranding: essence and tools //Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. - 2019. - No. 4. - pp. 25-30.

11. Molchanova O. S., Borodai V. A. Rebranding of a service company as an exit to a new qualitative level of development //Economic research and development. - 2018. - No. 5. - pp. 102-110.
12. Glushchenko M.S. Modern communication technologies SMM (SMM): social media marketing. - 2017.
13. Dulnev M. A. Rebranding: fashion or necessity? //Economics and management: analysis of trends and development prospects. – 2016. – №. 27.
14. https://romi.center/ru/learning/article/smm-analysis-on-social-networks-info/
15. https://rookee.ru/learn/prodvijenie-brenda-v-socialnyh-setyah/
16. https://assistentus.ru/vedenie-biznesa/rebrending-kompanii/

DEVELOPMENT OF A MODEL OF AN INTEGRATED INFORMATION SECURITY SYSTEM AT THE ENTERPRISE

Akhmetova A., Shayakhmetova A., Sultangazieva A., Zhamuratova M.
e-mail: asemshayakhmetova@mail.ru

[1]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
[2] Astana International University, Astana, Kazakhstan
[3] Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

Abstract. *Decision-making in all spheres of life of an enterprise or organization is increasingly based on information processes. The analysis of these processes with the subsequent development of control solutions is carried out on the basis of information models based on modern information and telecommunication technologies. Therefore, the protection of information is an independent component of the security of the enterprise as a whole, the importance of which increases every year. In this regard, many solutions are being implemented. One of them is an IoT-based implementation, i.e. systems of objects mounted on sensors and software installed for data collection and exchange, with the possibility of remote monitoring and control in automated mode. The article implements the development of a model of an integrated information security system at an enterprise based on a leak sensor and a fire sensor*

Keywords. *IoT, information security, integration system, ESP 32 controller, fire sensor*

1. Introduction

The modern stage of informatization, now digitalization, is associated with the creation of personal electronic computers, telecommunications systems, computer networks and IoT systems. There is an increasing need to develop and apply effective solutions in the information sphere. He is engaged in technical and software, production of information technologies for obtaining new knowledge [1].

At a certain stage in the development of the information industry, there is an information society in which many employees work by producing, storing, processing and implementing information, i.e. creative work is aimed at intellectual development and knowledge acquisition. The information community of people not divided into national borders [2].

The formation of the information society is based on the latest information, telecommunication technologies, communication technologies and now on IoT systems [4]. New technologies that have led to the accelerated spread of global information networks, which opens up fundamentally new opportunities for international information exchange. The formation of the information society implies the formation of a conceptual and practically global information space [5].

The development of the information society, along with creative opportunities, leads to an increase in security threats associated with the violation of established modes of use of information and communication systems [6]. The rights of citizens, the spread of malware and the use of modern information technologies for hostile, terrorist and other criminal activities. To create a unified information chain of an enterprise, an Ios system is needed that accumulates information about incidents from various sources, warns the security service

about existing and potential threats and takes into account patterns between different threats [7].

The problem statement is formed as follows: automation of the integrated security system model at the enterprise based on IoT.

To implement the task, it is necessary to perform the following tasks:

To analyze complex security systems at the enterprise;

Development of IT security system at the enterprise;

Development of an algorithm for an integrated enterprise security system;

Development of a model of an integrated enterprise security system.

To begin with, we will give a generalized architecture of the functioning of the system (Fig.1).

2 Development of the algorithm and architecture of the system

Fig. 1. Architecture of system

The system outlines the principle of interaction of three levels. The upper level is represented by the Ios platform, the middle level is represented by the ESP 32 controller and modules, the lower level consists of an actuator, a leak sensor, smoke, gas and motion.

Next, we present the algorithm for the functioning of the system (Fig.2).

Fig. 2 The algorithm of the system

Step 1. Information from the external environment is perceived and converted into an analog signal.
Step 2. Data is being read.
Step 3. The data collection process is underway.
Step 4. The collected data will be sent.
Step 5. The received data is processed.
Step 6. The result is displayed as a message via the interface.

Automation of the integrated information security system model at the enterprise

Figure 3 shows the board used in the automation of the integrated enterprise information security system model.

Fig. 3. Board

The water sensor used in the automation of the integrated information security system model at the enterprise is shown in Figure 4.

Fig 4. Water sensor

Figure 5 shows the preparation of the model during the automation of the integrated information security system model at the enterprise.

Fig 5. The process of preparing the model

3.1 The program of the integrated information security system at the enterprise

The program view of the integrated information security system program at the enterprise in the Arduino environment is shown in Figure 6.

Fig 6. Program view

When water gets on the water sensor, a change occurs as a result of the program, as shown in Fig. 7.

Fig 7. Result

The principle of operation of the integrated information security system model at the enterprise is shown in Figure 8.

Fig 8. The principle of operation

3.2 The result of the integrated information security system model at the enterprise

The result of the integrated information security system model at the enterprise is shown in Figures 9 and 10.

Fig 9. The result of the work

Fig 10 Graphical representation of the result of the work

This figure shows a diagram of the observation results of the MQ135 sensor on the Ios platform. It can also be tracked via the mobile app version. Additionally, you can view the announcement of the motion sensor via telegram bot.

3. Conclusion

A comprehensive information security system at an enterprise or organization includes ensuring the security of important processes carried out in accordance with the requirements of regulatory authorities (regulators). Maintenance and security of information systems include the implementation of legal, organizational measures, as well as the introduction of comprehensive engineering, software and hardware protection.

As a result, a model of an integrated information security system at the enterprise was created based on a leak sensor and a fire sensor. Thus, designing an effective alarm system is a complex multidimensional task that cannot be solved without an IoT system with a deep and comprehensive knowledge of its device, functionality and operating principles, taking into account the software and hardware means of its protection from pests.

References

1. [1] Azizova M.I. Innovatsionnyye tekhnologii v tsifrovoy ekonomike / Uchebnoye posobiye. – SP: «Nihol print», 2022. 184 p.
2. [2] Yasenev V.N., Dorozhkin A.V., Sochkov A.L., Yasenev O.V. Informatsionnaya bezopasnost'. Nizhniy Novgorod: Nizhegorodskiy gosuniversitet im. N.I. Lobachevskogo, 2017. 198 p.
3. [3] Mel'nika L.G., Bryukhanova M. V. Sotsial'no ekonomicheskiye problemy informatsionnogo obshchestva: monografiya. Sumy: Universitetskaya kniga, 2010. 896 p. ISBN 9789666804993
4. [4] Zinov'yeva Ye.S. Razvitiye informatsionnogo obshchestva: problemy bezopasnosti. J.CiberLeninka. 130-135.
5. [5] Gribunin V.G., Chudovskiy V.V. Kompleksnaya zashchita informatsii na predpriyatii: Uchebn. posobiye. M.: Akademiya, 2009. 416 p.
6. [6] Serdyuk V. A. Organizatsiya i tekhnologii zashchity informatsii: obnaruzheniye i predotvrashcheniye informatsionnykh atak v avtomatizirovannykh istemakh predpriyatiy. M.: GU-VSHE, 576 r, 2013. ISBN 978-5-7598- 0698-1.
7. [7] Zavgorodniy V.I. Kompleksnaya zashchita informatsii v komp'yuternykh sistemakh / Uchebnoye posobiye. M.: Logos; PBYUL N.A. Yegorov, , 2001. 943 r.

МАРКЕТИНГОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОДВИЖЕНИЯ БРЕНДА С ПОМОЩЬЮ ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГА

Сериков М.К., Алимжанова Л.М.
e-mail: 7014547793@mail.ru
Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан

Аннотация: *За последние 10 лет объем рынка электронной торговли в Казахстане вырос в 20 раз. Целью этого исследования является узнать ситуацию рынка социальной сети в Казахстане. В статье проведены популярные социальные сети в Казахстане, и рынок рекламы в социальных сетях. Кроме того, исследование затрагивает охват аудитории рекламы через социальные сети, благодаря которым можно эффективно продвигать бренд компании в интернет-маркетинга. Результаты анализа социальных сетей дают нам возможность понять компаниям как извлекать выгоду, обрабатывая и анализируя поступающие в реальном времени данные, кроме того корректируя используемые методы, чтобы иметь возможность предоставлять клиентам востребованную продукцию компании.*

Введение

В последние годы социальные сети изменили повседневную жизнь миллиардов людей по всему миру. Благодаря таким социальным сетям VK, Facebook, Instagram, Twitter, TikTok, Youtube люди могут участвовать в международном диалоге и расширять свои возможности, чтобы выражать и делиться своими идеями, вести бизнес или просто оставаться в курсе событий в мире, перегруженном информацией [1]. Несмотря на некоторую критику в отношении отсутствия конфиденциальности, напрасной траты времени или распространения усиленного невежества в интернет-пространстве, которые трудно контролировать, социальные сети продолжают расти и развиваться.

Казахстанское пространство социальных сетей не является исключением. С момента своего появления социальные сети привлекли миллионы пользователей, и люди в Казахстане являются членами некоторых местных и мировых сетей. Таким образом, в определенных областях человеческой деятельности формируются целевая аудитория.

На сегодняшний день люди используют Интернет больше, чем когда-либо прежде, и когда потребители хотят найти информацию о товаре или услуге, они прибегают к помощи поисковых систем и социальных сетей. Компании, которые не занимаются маркетингом в Интернете, им очень трудно будет стимулировать продажи или развивать свой бренд [2].

Social Media Marketing (SMM) – одна из технологий интернет-маркетинга, которая основана на рекламе бренда в известных социальных сетях: VK, Facebook, Instagram, Twitter, TikTok, Youtube и других [3]. Продвижение бренда в социальных сетях - это часть интернет-маркетинга, а также является методом коммуникации с целевой аудиторией, работы с лояльностью и вовлечения аудитории. SMM-продвижение обеспечивает узнаваемость бренда, находится в постоянном

коммуникации с клиентами через социальные сети, создание интереса к рекламируемым продуктам. Основными методами SMM является постоянное заполнение профиля в социальных сетях, ведение тематического контента, общение с аудиторией, вирусный маркетинг, создание положительного имиджа [4]. В результате чего бренд набирает свою первую аудиторию, первых клиентов.

Анализ текущего состояния исследования по рынку Интернет-маркетинга

Казахстан занимает лидирующее положение в Центральной Азии и СНГ по уровню охвата Интернетом населения страны. В качестве новой области, вызывающей озабоченность развивающихся стран, таких как Казахстан, исследования новых медиа в основном включают две категории: история развития Интернета и новых медиа, включая социальные сети, и роль социальных сетей в казахстанском обществе.

Общая численность населения Казахстана в январе 2022 года составляла 19,10 миллиона человек. Из них доля пользователей социальных сетей по сравнению с прошлым годом выросли на 1,80 млн. человек (15,0%), и составила 72,3%, что эквивалентно 13,80 млн. человек. Важно отметить, что пользователи социальных сетей могут не представлять собой уникальных лиц [5]. А самыми популярными мобильными приложениями по-прежнему остаются WhatsApp и Instagram, причем и на iPhone, и на Android [6].

Рис. 1 Статистика социальных сетей в Казахстане за период 2021-2022 гг.

По данным DataReportal по состоянию на январь 2022 года в Казахстане среди социальных сетей лидирует Youtube (12 млн. пользователей), Instagram (11,75 млн. пользователей), TikTok (7.26 млн. пользователей, VK (7,20 млн. пользователей), Facebook (2,30 млн. пользователей), Snapchat (1.45 млн. пользователей), LinkedIn (1.10 млн. пользователей), Twitter (0,20 млн. пользователей) [5-7].

Основные моменты рекламы в социальных сетях [8-9]:

- По прогнозам, расходы на рекламу в сегменте рекламы в социальных сетях достигнут 54 млрд. тенге ($126 млн) в 2022 году.

- Ожидается, что расходы на рекламу будут демонстрировать годовой темп роста на уровне 10,49%, в результате чего к 2026 году прогнозируемый объем рынка составит 80 млрд. тенге ($187,80 млн).
- Для глобального сравнения большая часть расходов на рекламу будет приходиться на США ($80 670 млн. в 2022 году).
- В сегменте рекламы в социальных сетях в 2026 году общие рекламные расходы в размере $130,60 млн. будут получены за счет мобильных устройств.
- Ожидается, что к 2026 году в сегменте рекламы в социальных сетях число пользователей составит 16,2 млн пользователей.
- Рыночная доля Meta Platforms (Facebook, WhatsApp, Instagram) оценивается в 90% сегмента рекламы в социальных сетях Казахстана в 2021 году.

Определение рынка

Реклама в социальных сетях включает весь доход от рекламы, полученный от социальных сетей или бизнес-сетей, таких как Facebook, Twitter, Instagram, LinkedIn или VK. Объявления в социальных сетях могут отображаться как рекламные посты в органическом контенте или помимо ленты новостей.

Расходы на рекламу в социальных сетях через ПК и мобильные устройства, не включая рекламу в онлайн-играх, а также доходы, полученные от членских подписок или премиальных взносов приведены в соответствии с рисунком 2.

Рис.2 - Расходы на рекламу (в млрд. тенге)

По мнению аналитиков, немецкой компаний Statista [8], специализирующейся на рыночных и потребительских данных, одним из основных трендов рекламы в социальных сетях является дальнейшая монетизация социальных сетей и мессенджеров. Интеграция торговых и платежных решений в социальные сети в сочетании с точной локализацией повысит вовлеченность пользователей, конверсию и эффективность расширенного таргетинга.

Социальные сети в последнее время приобрели огромную известность как высокоэффективный канал коммуникации в наше современное время цифровой жизни. Он был поставлен на пьедестал в различных потоках для облегчения совместного взаимодействия между предприятиями, группами, обществами, организациями, потребителями, сообществами, форумами и т.п. Средние расходы на рекламу на пользователя Интернета показаны в соответствии с рисунком 3.

Рис.3 - Средние расходы на рекламу на пользователя Интернета (в тенге)

Помимо потенциала роста рекламы в социальных сетях, интеграция или распространение рекламных площадок наблюдается в приложениях для обмена сообщениями, таких как WhatsApp и Telegram, быстро увеличивая потенциальный доход текущих ключевых игроков рынка, таких как Meta, VK и другие. Охват аудитории рекламы через социальные сети (в млн. человек) приведен в соответствии с рисунком 4.

Рис.4 - Охват аудитории через социальные сети

В глобальном рейтинге Казахстан занимает 56 место по получению среднего дохода от рекламы в социальных сетях, и приведен в соответствии с рисунком 5, с выручкой 54 млрд. тенге ($126 млн.) [8].

Рис.5 – Глобальный рейтинг по получению среднего дохода от рекламы в социальных сетях

В процессе исследования также необходимо описать целевую аудиторию, лояльных к SMM для продвижения бренда компаний.

Также стоит отметить, про WhatsApp – один из платформ с базой пользователей более 2 миллиардов человек по всему миру, что является важной вехой, которую они достигли в 2020 году. Недавние темпы роста приложения были поразительными: последний миллиард пользователей присоединился к нему всего за четыре года!

Поскольку WhatsApp отказывается интегрировать традиционную рекламу в свою модель доходов, платформа не предлагает такого широкого спектра маркетинговых возможностей, как многие другие социальные сети. Но это не означает, что приложение не имеет огромной маркетинговой ценности для предприятий, использующих его в качестве средства коммуникации.

Более 70% предприятий в Казахстане активно используют Instagram в качестве маркетингового канала. Instagram предлагает невероятные показатели вовлеченности по сравнению с другими социальными сетями. Несмотря на относительно схожую функциональность и механизмы вовлечения, посты в Instagram в среднем имеют на 23% более высокий уровень вовлеченности, чем изображения, опубликованные в других социальных сетях [9].

Заключение

Дальнейшее развитие цифровой экономики в Казахстане принесет стране дополнительные экономические преимущества. Развитие электронной коммерции способно стимулировать деловую активность путем предоставления потребителям дополнительных каналов к предприятиям малого и среднего бизнеса. Цифровая повестка дня становится обязательным элементом любой стратегии, выдвигаемой любой компанией в наши дни.

Для компаний во всех отраслях казахстанской экономики открываются реальные возможности, и в этом направлении стоит активно поработать.

Рынок цифровой рекламы основан на нисходящем моделировании, основанном на экономической мощи местоположения, измеряемой его валовым внутренним продуктом. Сегмент рекламы в социальных сетях разделен на категории для персональных компьютеров и мобильных устройств.

Различные функции и особенности делают определенные платформы социальных сетей более подходящими для одного бренда, чем для другого. В то же время различное наследие и культуры также привлекают определенные демографические группы аудитории.

В заключении можно констатировать динамичный рост пользователей сети, а как следствие есть необходимость в продвижении товаров и услуг компании через социальные сети. В Казахстане есть множество проблем, мешающих развитию интернет-маркетинга: большая территория и низкая плотность населения, низкое количество квалифицированных специалистов в области Интернет-маркетинга и т.д. Но в связи с увеличением количества пользователей сети появилась возможность продвижения бренда с помощью Интернет-маркетинга.

Литературы:

1. Appel G. et al. The future of social media in marketing //Journal of the Academy of Marketing Science. – 2020. – Т. 48. – №. 1. – С. 79-95
2. Sedgwick R. et al. Social media, internet use and suicide attempts in adolescents //Current opinion in psychiatry. – 2019. – Т. 32. – №. 6. – С. 534
3. Felix R., Rauschnabel P. A., Hinsch C. Elements of strategic social media marketing: A holistic framework //Journal of Business Research. – 2017. – Т. 70. – С. 118-126.
4. Ольшевский Д. SMM-продвижение как эффективный инструмент интернет-маркетинга //Наука и инновации. – 2017. – Т. 9. – №. 175.
5. HOOTSUITE W. E. A. R. E. S. Y. Digital 2022. Global Digital Overview. – 2022.
6. Statcounter G. S. Search engine market share worldwide. – 2022.
7. Sairambay Y. Internet and Social Media Use by Young People for Information about (Inter) National News and Politics in Russia and Kazakhstan //Studies of Transition States and Societies. – 2022. 10
8. Statista.com. Number of smartphone users worldwide from 2017 to 2022 (in billions). – 2022. 12
9. Орынбасарова А. Т. Гражданско-правовое регулирование интернет-рекламы в Республике Казахстан. – 2021. 13

ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Доктор физико-математических наук, профессор,
Академик НАН РК.,
Калимолдаев М.Н.[1]
e-mail: mnk@ipic.kz
Шермантаева Ж.У.[1]
e-mail: mktu-2015@mail.ru
Ахметжанов М.А.[2]
e-mail: m.a.akhmetzhanov@gmail.ru

[1]*Институт информационных и вычислительных технологий МНВО РК*
[2]*КазНУ имени аль-Фараби*

Аннотация: *Интернет вещей (IoT) начинает определять будущее многих отраслей и развивающихся рынков. Одним из целевых рынков IoT являются энергетические системы. IoT - это производство, передача и обработка информации, поэтому все части системы, включая программные и аппаратные части, следует рассматривать как единое целое. В этой статье представлено современное состояние энергетических систем на основе IoT для обзора последних мероприятий по каждому компоненту IoT в энергетических системах. Обсуждаются проблемы в этой предметной области, а затем представлены некоторые решения.*

Ключевые слова: Интернет вещей; энергетический интернет; интегрированные энергетические системы; умная сеть электроснабжения

1. Введение

Одной из основных проблем надежной работы и контроля данной системы является управление информацией, производимой ее компонентами. Это включает сбор, передачу и обработку данных. Добавляя больше полезной информации в системы обработки данных, можно принять более подходящее решение на основе совокупности знаний. Новая концепция Интернета вещей (IoT) представлена для систем, в которых компоненты связаны через Интернет [1]. Эта система взаимосвязанных физических систем и вычислительных устройств предоставляет множество возможностей, поскольку каждый объект в системе может связываться со связанными объектами системы с помощью двусторонней связи. В частности, говоря об энергетических системах, IoT может предлагать расширенные возможности подключения разнородных объектов для формирования единой системы [2]. Однако возникают некоторые проблемы при бесшовной интеграции различных доменов, если необходимо предлагать различные услуги, помимо межмашинной связи (M2M). Ситуация ухудшается по мере того, как ряд систем, таких как энергосистемы, системы

управления и системы связи, интегрируются в более крупную систему, в то время как каждая из них преследует свой уникальный набор целей. Хотя в литературе можно найти большие усилия по каждому вопросу энергетических систем, интеграция подсистем является горячей темой исследований в настоящее время [1–3].

Эта архитектура становится более смелой по мере того, как микросети (MG) вводятся в энергетические системы. MG представляют собой объединение некоторых распределенных поколений (DG) и нагрузок, которые могут работать в подключенном к сети или изолированном режиме [4]. MG определяются по-разному, в зависимости от того, с кем имеют дело и как они его используют. Например, мобильный телефон может быть определен как MG, а ветряная электростанция может быть определена в том же отношении.

Рисунок 1. Схема энергетической системы, включая электрическую, тепловую и коммуникационную инфраструктуры.

С другой стороны, в энергетических системах с поддержкой IoT инфраструктура связи является ключевой частью, которая должна быть хорошо налажена на каждом уровне системы, начиная с глобальной сети и заканчивая единицей здания [8,9]. Кроме того, при проектировании системы связи для данной энергетической системы необходимо учитывать некоторые факторы, такие как размер системы, затраты на установку и обслуживание, гибкость системы для будущего расширения и т. Д. [8]. Что еще более важно, безопасность системы следует учитывать на каждом этапе проектирования системы связи [10]. В зависимости от того, что требуется от системы, в системе также могут использоваться различные

коммуникационные технологии. Например, когда доступна проводная система, такая как Power Line Carrier (PLC), логично использовать это средство. Напротив, для использования синхронной связи в больших энергосистемах, беспроводные сети, такие как системы глобальных измерений (WAMS), будут хорошим выбором [9,11]. Учитывая все это, для правильного изучения энергетической системы хорошее понимание компонентов системы - это не рекомендация, а требование.

2. Ключевые особенности энергетического Интернета

Энергетический Интернет - это интеграция энергетических систем и систем информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) [12]. Что нового в этой области исследований, так это то, как интегрировать необходимый компонент с учетом технических аспектов и логических инвестиционных аспектов, делая платформу широко приемлемой. Чтобы надлежащим образом ответить на эти вопросы, необходимо хорошо понимать каждый аспект интернета вещей в энергетических системах. Поэтому в этом разделе описываются ключевые элементы системы, управляемой IoT, и предоставляется платформа для их интеллектуального сотрудничества и интеграции.

2. Проблемы IoT в энергетических системах

Существует много проблем при применении IoT в энергетических системах. Некоторые из них упоминаются следующим образом.

2.1 Подача энергии для датчиков

В средах, управляемых IoT, каждый объект отправляет и получает информацию другим объектам или информационному облаку. Это означает, что датчик должен использоваться для получения информации для каждого отдельного объекта, и также должен быть определен источник энергии для питания каждого датчика. Учитывая тысячи этих чувствительных узлов, для запуска этих устройств потребуется огромное количество энергии. Это серьезная проблема, с которой IoT столкнется в ближайшем будущем [15]. Новая иерархическая архитектура, включающая три уровня аппаратного обеспечения, промежуточного программного обеспечения и прикладного уровня, разработана в [14] для экономии энергии, потребляемой датчиками в системе на основе IoT. В этой попытке датчики переключаются в спящий режим в определенных условиях для экономии энергии: (1) всякий раз, когда нет необходимости их использовать; (2) всякий раз, когда использование датчиков повлияет на срок службы батареи; или (3) когда заряд батареи ниже порогового значения. В [16] вводится новая структура для систем IoT, чтобы уменьшить взаимодействие людей в управлении системой и снизить потребление энергии. В связи с этим разработана самоорганизующаяся система, которая способна оптимизировать энергоэффективность, что приводит к большей экономии энергии, используемой датчиками. Эта самоорганизующаяся структура IoT называется самоорганизующимися вещами (SOT).

Помимо программных решений для экономии энергии или оптимизации энергоэффективности, используемых датчиками, существуют методы обеспечения достаточных источников энергии с аппаратной точки зрения. В [17] беспроводной сбор энергии представлен как один из лучших способов подачи энергии для многих датчиков. В связи с этим для питания датчиков используется энергия, получаемая из экологических источников, таких как солнечная энергия.

2.2 С
тандарты

IoT охватывает широкий спектр технологий и вариантов использования, которые варьируются от одного устройства до масштабных кроссплатформенных развертываний встроенных систем, подключающихся в режиме реального времени при соблюдении различных стандартов [19]. Несоответствие между устройствами IoT, использующими разные стандарты и протоколы, является серьезной проблемой. Предположим, что некоторая информация должна быть отправлена с устройства Apple iPhone на некоторые другие мобильные устройства через Bluetooth. Это может быть невозможно, так как устройства Apple могут быть подключены к устройствам Apple только через Bluetooth.

Самым первым шагом в стандартизации энергетической системы на основе IoT является определение системы систем с общим пониманием. Таким образом, стоит упомянуть, что некоторые определения IoT в организациях следующие:

• IEEE: IoT - это IoT, оснащенных датчиками, через Интернет.

• Европейский институт стандартов телекоммуникаций (ETSI): Этот институт не дает прямого определения IoT. Тем не менее, это дает определение для связи M2M. M2M-связь - это вид связи между устройствами, для которой нет необходимости в непосредственных манипуляциях человека.

• Международный союз электросвязи (МСЭ): IoT - это повсеместная сеть, что означает, что она доступна в любом месте, в любое время, кем угодно и чем угодно. Это определение не отвечает на конкретные вопросы, например, каков диапазон доступности системы IoT, но в целом оно дает отличное представление о системе IoT. Кроме того, Сектор стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ-Т) упомянул систему IoT в качестве инфраструктуры информационного общества, которая объединяет физические и виртуальные объекты. Это определение включает в себя все неодушевленные предметы.

В случае систем связи, например, основанный на стандарте IEEE 802.15.4 (ZigBee) является одним из наиболее распространенных стандартов для низкоскоростных беспроводных сетей [20]. На основе этого стандарта данные могут передаваться на частотах 800/900 МГц и 2,4 ГГц. Другие стандарты, такие как IEEE 802.11p, также были разработаны для беспроводной связи. IEEE 802.11 - это стандарт беспроводных локальных сетей (WLAN) в автомобильной среде. Полоса пропускания связи в упомянутом стандарте составляет 10 МГц и полосу частот 5,9 ГГц [21]. Стоит отметить, что такие технологии, как LoRa и Sigfox, обеспечивают передачу данных на большие расстояния с низким энергопотреблением и широко используются в системах, управляемых IoT [22,23]. Диапазон частот, принимаемых вышеупомянутыми технологиями, составляет 863-870 МГц [23]. Основными

преимуществами технологий LoRa и Sigfox являются их доступность по свободной лицензии. В дополнение к их передаче данных на большие расстояния, что позволяет использовать их для многих применений, таких как переработка сельскохозяйственной продукции, системы управления энергопотреблением, умные дома, умная парковка и т.д. Что касается технологии LoRa, LoRaWAN - это протокол, разработанный для маломощных устройств специально для технологии LoRa. Это подходит для некоторых приложений, в которых необходимо передать небольшой объем данных, например, в электромобилях [24]. Эти особенности приводят к интеграция протокола LoRaWAN с технологиями сотовой связи, такими как 4G, в системах, управляемых IoT [25]. Технология LoRa была широко признана соответствующими организациями. Однако в технологии Sigfox для передачи информации на большие расстояния используется технология сверхузкополосной связи [22]. Учитывая пропускную способность, выделенную для технологии Sigfox, может передаваться только небольшой объем данных. В то время как технология LoRa может использоваться в двунаправленных каналах связи, например, для мониторинга сети, плотность сети должна быть выше в технологии Sigfox. Помимо этого различия, эти технологии очень похожи [26]. Учитывая особенности технологии Sigfox, она широко используется в удаленных устройствах, которым необходимо передавать небольшие объемы данных на большие расстояния.

Аналогичным образом, многие организации, такие как oneM2M и IEEE, предприняли несколько попыток определить глобальный стандарт, который подходит для каждой системыIoT [18,27]. Например, в организации oneM2M несколько партнеров участвуют в определении стандарта межмашинного взаимодействия (M2M) с уделением большего внимания уровню обслуживания. С другой стороны, организация IEEE разрабатывает стандарт для IoT, ориентированный на уровень связи. В [28] предпринята большая попытка собрать стандарты для IoT, введенные организациями, чтобы обеспечить координацию между ними. Полный список стандартов связи, касающихся IoT, приведен в таблице 1.

Таблица 1. Коммуникационные технологии и стандарты.

Название техники	**Стандартное Название**	**Полоса частот**	**Диапазон охвата**	**Скорость передачи данных**
ZigBee	ZigBee	2.4 GHz	100 m	250 Kbps
WiFi	IEEE 802.11	2.4 GHz, 5 GHz	150 m	1 Gbps
WiMAX	IEEE 802.16	10–66 GHz	50 km	75 Mbps
Thread	IEEE 802.15.4	2.4 GHz	30 m	250 Kbps
Z-Wave	Z-Wave	900 MHz	30 m	100 Kbps
Bluetooth	IEEE 801.15.1	2.4 GHz	10 m	1 Mbps
Cellular	4G	1.4–20 MHz	50 km	100 Mbps
LoRa	LoRa	863, 915 MHz	+10 km	100 Kbps
Sigfox	Sigfox	863, 915 MHz	+10 km	10, 100 Kbps
PLC	IEEE 1901	500 kHz	3 km	10–500 kbps
Ethernet	IEEE 802.3	100 MHz	100 m	100 Mbps–10 Gbps
Fiber optic	IEEE 802.3	500 MHz	100 km	40 Gbps
Satellite	IEEE 521	30–300 GHz	6000 km	1 Mbps

Заключения

В этой статье был представлен общий обзор энергетических систем с поддержкой IoT. Ключевые функции IoT, различные спецификации, такие как потребители энергии, коммуникационные инфраструктуры и конфиденциальность, также были изложены в контексте энергетических систем, которые могут представлять собой интеграцию различных областей, таких как электрические и тепловые сети и сети связи. Затем обсуждаются некоторые проблемы в энергетических системах, основанных на IoT, такие как анализ BD и другие. Наконец, обсуждаются некоторые примеры систем на основе IoT на трех уровнях "умных домов", "умных электросетей" и "умных городов", поэтому можно получить общее представление о том, как внедрять системы IoT в реальную работу.

Одной из главных задач внедрения IoT в энергетические системы является сопоставление каждого отдельного объекта с одним уникальным виртуальным объектом. Эту проблему можно решить с помощью стандартных протоколов связи, таких как стандарты IPv6. С другой стороны, поскольку системы на основе IoTсодержат множество компонентов, они могут вызывать проблемы с разных точек зрения, таких как энергосбережение. В связи с этим каждый разработчик системы может включать свои собственные соображения по разработке архитектуры для системы, что приводит к различным архитектурам. Поэтому единая архитектура энергетических систем на основе IoT по-прежнему вызывает озабоченность исследователей.

Это правда, что каждая часть полезной информации от компонентов системы может улучшить мониторинг или управление системой. Однако добавление информации в управляющие системы в качестве входных данных может сделать ее более сложной. Более того, для этого нужна финансовая поддержка. Развитие систем на основе IoT резко возрастает по мере снижения цен на датчики в течение последнего десятилетия. Ожидается, что датчики станут меньше по размеру и дешевле в цене. Изменения в беспроводной сенсорной сети и развитие сенсорных систем, повышение производительности систем обработки данных и прогресс в устранении недостатков систем связи, таких как задержки связи и потеря данных, повлияют на будущее системы на основе IoT.

Одной из главных целей интеграции IoT с энергетическими системами является вовлечение большего числа людей в сотрудничество с системными операторами, в дополнение к расширению взаимодействия с энергетическими компонентами. Таким образом, ожидается, что система будет работать в более надежных и стабильных условиях. Повышение производительности системы всегда желательно с точки зрения системных операторов, хотя это может столкнуться с проблемами с некоторых точек зрения, таких как облачные вычисления, управление данными, инфраструктуры и социальные сети.

Литература

1. Моханти С.П., Чоппали У., Кугианос Э. Все, что вы хотели знать об умных городах. Потребление IEEE. Электрон. Журнал. 2016, 5, 60-70.

2. Челлоуг С.А., Эль-Завави М.А. Промежуточное программное обеспечение для Интернета вещей: обзор и проблемы. Интеллект. Автомат. Программный компьютер. 2015, 3, 70-95.

3. Боруджени, К., Амини, М.Х., Неядпак, А., Драгичевич, Т., Айенгар, С.С., Блаабьерг, Ф. Новая облачная платформа для реализации забывчивой маршрутизации питания для кластеров микросетей. IEEE Access 2016, 5, 607-619.

4. Бузид, А.М., Герреро, Дж.М., Черити, А., Бухамида, М., Сикард, П., Бенганем, М. Обзор по управлению системами распределенной генерации электроэнергии для применения в микросетях. Возобновлять. Поддерживать. Энергетическое издание 2015, 44, 751-766.

5. Джустина, Д.Д., Деде, А., Инверницци, Г., Валле, Д.П., Францони, Ф., Пегояни, А., Кремаскини, Л. Автоматизация интеллектуальных сетей на основе IEC 61850: Экспериментальная характеристика. Перевод IEEE. Инструмент. Мэс. 2015, 64, 2055-2063.

6. Джон Т., Пинг Лам С. Регулирование напряжения и частоты при выделении микрорешетки в многозональной системе с несколькими микрорешетками. ИЭТ Генерал. Трансм. Дистрибутив. 2017, 11, 1502-1512.

7. Пархизи С., Лотфи Х., Ходаи А., Бахрамирад С. Современное состояние исследований микросетей: обзор. IEEE Access 2015, 3, 890-925.

8. Сетиаван М.А., Шахния Ф., Раджакаруна С., Гош А. Коммуникационная система на основе ZigBee для передачи данных в будущих микросетях. IEEE Trans. Интеллектуальная сеть 2015, 6, 2343-2355.

9. Дас С., Сингх Сидху Т. Применение сжимающей выборки при передаче данных синхрофазора в WAMS. IEEE Trans. Инд. Информ. 2014, 10, 450-460.

10. Бу-Харб, Э., Фачкха, С., Пурзанди, М., Деббаби, М., Асси, С. Безопасность связи для распределительных сетей smart grid. IEEE Communun. Журнал 2013, 51, 42-49.

11. Карлссон Д., Хеммингссон М. Терминология, явления и стратегии реализации решений. IEEE Power Energy Mag. 2004, 2, 68-76, doi: 10.1109/MPAE.2004.1338124.

12. Чжоу К., Ян С., Шао З. Энергетический Интернет: бизнес-перспектива. Приложение. Энергия 2016, 178, 212-222.

13. Шахния Ф., Гош А., Раджакаруна С., Чандрасена Р.П. Первичный уровень управления параллельными распределенными преобразователями энергоресурсов в системе множества взаимосвязанных автономных микросетей в самовосстанавливающихся сетях. ИЭТ Генерал. Трансм. Распространение. 2014, 8, 203-222.

14. Ши, У., Се, Х., Чу, К.С., Гадх, Р. Распределенное оптимальное управление энергией в микросетях. Перевод IEEE. Интеллектуальная сеть 2015, 6, 1137-1146.

15. Каур, Н., Суд, С.К. Энергоэффективная архитектура для Интернета вещей (IoT). IEEE Syst. J. 2017, 11, 796-805.

16. Умут Акгюль, О., Канберк, Б. Самоорганизующиеся вещи (SoT): Энергоэффективное сетевое управление следующего поколения. Вычислить. Коммун. 2016, 74, 52-62.

17. Камалинеджад П., Махапатра К., Шенг З., Мираббаси С., Люнг В.К.М., Гуан Ю.Л. Беспроводной сбор энергии для Интернета вещей. IEEE Communun. Журнал. 2015, 53, 102-108.

18. Льорет, Дж., Томас, Дж., Кановас, А., Парра, Л. Интегрированная архитектура Интернета Вещей для интеллектуального учета. IEEE Communun. Журнал 2016, 54, 50-57.

19. Брукс, Т.Т. Список стандартов Интернета вещей IEEE. В книге "Кибербезопасность для Интернета вещей"; John Wiley & Sons, Inc.: Хобокен, Нью-Джерси, США, 2016; стр. 283-318.

20. Стандарт IEEE 802.15.4-2015 (пересмотр стандарта IEEE 802.15.4-2011). Стандарт IEEE для низкоскоростных беспроводных сетей; Ассоциация стандартов IEEE: Пискатауэй, Нью-Джерси, США, 2016; стр. 1-709.

21. Стандарт IEEE 802.11-2016 (пересмотр стандарта IEEE Std 802.11-2012). Стандарт IEEE для информационных технологий — Телекоммуникации и обмен информацией между локальными и городскими сетями систем — Конкретные требования — Часть 11: Спецификации контроля доступа к среде беспроводной локальной сети (MAC) и физического уровня (PHY); Ассоциация стандартов IEEE: Пискатауэй, Нью-Джерси, США, 2016.

22. Рейндерс Б., Мерт У., Поллин С. Анализ дальности и сосуществования нелицензионной связи на большие расстояния. В материалах 23-й Международной конференции по телекоммуникациям (ИКТ) 2016 года, Салоники, Греция, 16-18 мая 2016 года; стр. 1-6.

23. Лауридсен М., Вейлгаард Б., Ковач И.З., Нгуен Х., Могенсен П. Измерения помех в европейском диапазоне ISM 868 МГц с акцентом на LoRa и SigFox. В материалах конференции IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC) 2017 года, Сан-Франциско, Калифорния, США, 19-22 марта 2017 года; стр. 1-6.

24. Оуйя, А., Арагон, Б.М.Д., Буетт, К., Хабо, Г., Монтавонт, Н., Пападопулос, Г.З. Эффективная архитектура зарядки электромобилей на основе LoRa communication. В материалах Международной конференции IEEE по интеллектуальным сетевым коммуникациям 2017 года (SmartGridComm), Дрезден, Германия, 23-27 октября 2017 года; стр. 381-386.

25. Наварро-Ортис, Дж., Сендра, С., Амейгейрас, П., Лопес-Солер, Дж.М. Интеграция LoRaWAN и 4G/5G для промышленного Интернета вещей. IEEE Communun. Журнал 2018, 56, 60-67.

26. 113. Лауридсен, М., Нгуен, Х., Вейлгаард, Б., Ковач, И.З., Могенсен, П., Соренсен, М. Охват

27. IEEE P2413. Стандарт для архитектурной основы Интернета вещей (IoT) IEEE P2413; Ассоциация стандартов IEEE: Пискатауэй, Нью-Джерси, США, 2016.

28. Газис В. Обзор стандартов для межмашинного взаимодействия и Интернета вещей. IEEE Communun. Обзор. Репетитор. 2017, 19, 482–511.

PIC ӘДІСІНІҢ ПАРАЛЛЕЛИЗАЦИЯСЫНА САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ

Дайырбаева Э.Н[1,2]., Еримбетова А.С.[1,3]
e-mail: nurbekkyzy_e@mail.ru
[1]*Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты, Алматы, ҚР*
[2]*Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы, ҚР*
[3] *Satbayev University, Almaty, Kazakhstan*

Аңдатпа. *Есептеу математикасында өте күрделі және гетерогенді деректер құрылымдарын қолданатын: «ұяшықтардағы бөлшектер» әдісі немесе PIC әдісі (ұяшықтардағы бөліктер), дискретті құйындар әдісі, «медуза» әдістері қолданылады. Мұндай алгоритмдердің тиімді параллелизациясы туралы мәселе үлкен қызығушылық тудырады. Бұл мақалада бірқатар архитектураларда PIC әдісін параллельдеу мүмкіндіктері қарастырылған.*

«Ұяшықтардағы бөлшектер» немесе PIC әдістерінің жалпы атауымен белгілі әдістерді бастапқыда Ф.Харлоу ұсынған [1]. Қазіргі уақытта олар әртүрлі процестерді модельдеуде есептеу математикасында кеңінен қолданылады [2]. Ұяшықтағы бөлшектердің әдістері (PIC) магниттік синтез плазмасын модельдеуде қолданылатын Власов-Пуассон теңдеулер жүйесін есептеуде тиімді. PIC әдістері Пуассон теңдеуін шешу үшін торға негізделген есептеулерді қолданады. Бұл алгоритмді тиімді параллельдеу туралы мәселе үлкен қызығушылық тудырады. PIC қосымшалары өте үлкен есептеу шығындарын талап етеді, өйткені бұл кодтардағы бөлшектердің саны мыңдаған миллиардтан миллиардқа дейін болуы мүмкін.

Компьютерлік архитектуралар қарқынды дамып келеді және олар көп процессорлық ядроларды қамтиды. Бұл жаңа архитектуралардың дизайны да айтарлықтай ерекшеленеді. Оларға қолданыстағы архитектуралардың біртіндеп дамуы, IBM Cell немесе AMD APU сияқты процессорлардың гетерогенді комбинациясы және NVIDIA GPU (GPU) сияқты үдеткіштер кіреді. Параллельді есептеу тек қиын міндет емес, сонымен қатар бағдарламалау модельдерінің әртүрлілігін дамытады, өйткені ескі бағдарламалау модельдері жеткіліксіз болып шығады және жаңалары ұсынылады.

PIC әдісінің маңызы мен компьютер архитектураларында қолданылуы бойынша көптеген авторлар зерттеу жұмыстарын жүргізген. Солардың біршамасы бойынша салыстырмалы талдау жасалды.

Жұмыста [3] параллельді компьютерлерде PIC әдісін енгізуге қысқаша шолу жасалады, бұл процессорлардың жүктемесін теңестіруге және байланыс шығындарын азайтуға байланысты күрделі мәселелер туындайды. Бұл қиындықтар бағдарламаның жұмыс процесінде бөлшектер бір кеңістіктік ішкі аймақтан екіншісіне ауыса алатындығына байланысты. Сондықтан, кейбір қадамдардан кейін бөлшектердің

процессорларға қайта бөлінуі әдетте жүзеге асырылады. Есептеу процесі есептеу жүйесінің топологиясына да өте тәуелді екендігіне баса назар аударылған.

Bei Wang [4] бастаған авторлардың мақаласында үздік суперкомпьютерлердегі ұяшықтардағы бөлшектерді (PIC) қолдана отырып, термоядролық плазманы заманауи гирокинетикалық модельдеу мәселелері қарастырылған. Олардың талдауы бойынша гирокинетикалық тороидтық код (GTC) - токамаки деп аталатын магниттік шектеулі эксперименттік синтез қондырғыларындағы кинетикалық турбуленттілік мәселелерін шешу үшін толық жаһандық тор геометриясындағы бес өлшемді (5D) Власов гирокинетикалық теңдеуін шешетін «ұяшықтағы бөлшек» (PIC) коды болып табылады. Бұл код Fortran 90 көмегімен жасалған және параллелизмнің: тороидальды өлшемдегі бір өлшемді аймақтың ыдырауы, әрбір тороидальды аймақтағы бөлшектердің бөлінуі және OpenMP-мен жүзеге асырылған көп ағынды ортақ жад циклінің параллелизмі деп бөлінетін үш деңгейіне ие. Сонымен қатар, авторлар нақты эксперименттік біріктіру параметрлері бар өнімділікті зерттеу кэш сыйымдылығының кең ауқымын, кэшті ортақ пайдалану конфигурацияларын, өткізу қабілеттілігінің жадысын, өзара байланыс және желі топологиясын қамтитын бірнеше суперкомпьютерлік жүйелерде жүргізген. Ғылыми жаңалықтарға негізделген домендік қосымшаның нақты кодын қолдана отырып, бұл өнімділікті салыстыру бүкіл әлемдегі заманауи жоғары өнімді есептеу платформаларының кең жиынтығының бірінде оңтайландыру әдістері туралы құнды түсінік береді. Бұл мақалада авторлар 5D Пуассон Власов теңдеуі шешетін жоғары параллельді PIC кодын әзірлеу бойынша зерттеу нәтижелерін ұсынған.

Viktor K. et al. [5] өздерінің жұмыстарында жаңа көп ядролы архитектуралар үшін жаңа параметрленген PIC алгоритмдері мен деректер құрылымдарын жасаған. Төрт параметр осы PIC кодын әртүрлі аппараттық конфигурациялар үшін конфигурациялауға мүмкіндік береді. Бөлшектер әр уақыт қадамында реттеледі. Бұл алгоритмдердің алғашқы қолданылуы NVIDIA графикалық процессорларына қатысты болып отыр.

M.F.Adams [6] бастаған авторлар тобының ұсынып отырған жұмысында қазіргі заманауи жоғары сапалы кэш негізіндегі компьютерлерде өте терең жады иерархиясы және жақсы өнімділікке қол жеткізу үшін тиімді пайдалану қажет жоғары параллелизм дәрежесі бар екендігіне бастар назар аударылған. Бұл машиналарды тиімді пайдалану дәйекті немесе артық жұмысты болдырмау және жаһандық байланысты азайту арқылы максималды параллелизмді қажет етеді. Байланысты мәселе деңгейлер арасындағы жады трафигін азайту болып табылады жады иерархиясы, өйткені өнімділік көбінесе өткізу қабілеттілігімен және жад жүйесінің кідірістерімен шектеледі. Бұл мақалада кейбір өнімділік мәселелерін, әсіресе параллелизмге, PIC әдістеріне қатысты талқыланған. Бұл зерттеулер үшін гипокинетикалық тороидальды код (GTC) қолданылғаны және радиалды тордың жаңа ыдырауының ұсынылуы мен бағалануы туралы айтылған. Сонымен бірге, авторлар GTC кодын радиалды тор доменінің ыдырауы негізінде толық параллельдеу арқылы ITER сияқты үлкен құрылғыларда код өнімділігін айтарлықтай арттыруға қол жеткізген.

Kamesh Madduria et al. [7] мақаласында жаңа көп ядролы SMP және соңғы көп ядролы графикалық процессорлар үшін GTC екі негізгі фазасын оңтайландыруды, зарядты тұндыруды (деректерге тән қауіптері бар локализациясыз шашырауды арттыру операциясы) және push (деректердің локализациясынан туындаған жоғары

сандық жүктеме деректерін жинау операциясы) қарастырған. Нәтижелер атомдық операциялар арқылы егжей-тегжейлі синхрондау барған сайын құнды жады көлемін жоғалтпай өнімділікті айтарлықтай жақсарта алатынын көрсеткен. Көптеген басқа желілерінен айырмашылығы, PIC кодтары үшін аппараттық және бағдарламалық жасақтаманы бірлесіп жобалау әрекеттері өткізу қабілеттілігін, өңдеу қуатын, синхрондауды және кэш сыйымдылығын мұқият теңестіруі керектігі айтылған. Бұл талапты орындамау ағындар арасындағы синхрондау операциялары үшін іске асыруды тоқтатуға немесе сыйымдылықты өткізіп жіберуге байланысты олардың шектеулі жад өткізу қабілеттілігін жоғалтуға әкелуі мүмкін деген қорытындыға келген.

Ресейлік ғалым Ф. Мурзин [8] зерттеулеріне сүйенетін болсақ, ол есептеу жүйелерінің әртүрлі архитектураларында PIC әдісін қолдану мүмкіндіктері бойынша зерттеу жұмыстарын жүргізген. Зерттеу барысында әртүрлі параллельді архитектураларда PIC әдісін параллелдеу сұрақтары қарастырылған. Автордың зерттеу жұмыстарында бір типті бөлшектермен (электрондар) плазманың соқтығыссыз моделі, яғни электр өрісі Пуассон теңдеуі арқылы сипатталатын модельдік есеп қарастырылған.

Біз [9] мақаламызда жұмыс барысында жоғарғы дәежелі параллелизмі бар көптеген қозғалатын нүкте объектілерін қадағалауға негізделген компьютерлік жүйенің архитектурасын қарастырған болатынбыз. Қазіргі уақытта осы мақалада зерттелген PIC әдісін қарастырылған архитектураға іске асыру жолдары көзделуде.

*Қорытынды:*мақалада зерттелген жұмыстардағы PIC әдісінің әртүрлі алгоритмдер арқылы жүзеге асырылуы қарастырылды. Авторлардың зерттеу жұмыстарына сүйене отырып PIC әдісінің параллелизациясының тиімді екендігіне көз жеткіздік.

«Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырды (Грант №AP08857179)».

Қолданылған әдебиеттер:

1. Харлоу Ф.Х. Численный метод частиц в ячейках для задач гидродинамики // Вычислительные методы в гидродинамике. - Изд. Мир, 1967.
2. Хокни Р., Иствуд Дж. Численное моделирование методом частиц. – М.: Мир, 1987. – 638 с.
3. Малышкин В.Э., Вшивков В.А., Краева М.А. О реализации метода частиц на мультипроцессорах.–- Новосибирск, 1995. – 37 с. – (Препр. / СО РАН. ВЦ; N 1052).
4. Wang, B., Ethier, S., Tang, W., Ibrahim, KZ, Madduri, K., Williams, S., & Oliker, L. (2019). Modern gyrokinetic particle-in-cell simulation of fusion plasmas on top supercomputers. *International Journal of High Performance Computing Applications*, 33(1), 169-188
5. Decyk, V.K. and Singh, T.V. (2011) Adaptable Particle-in-Cell Algorithms for Graphical Processing Units. Computer Physics Communications, 182, P.-641-648. M.F.Adams , S. Ethier and N. Wichmann. Performance of particle in cell methods on

highlyconcurrent computational architectures. SciDAC 2007, Journal of Physics: Conference Series 78 (2007)

6. Kamesh Madduria et al. Gyrokinetic particle-in-cell optimization on emerging multi- and manycore platforms. Parallel Computing. Volume 37, 2011, P.- 501-520

7. Валиулин Р.Г., Мурзин Ф.А. Параллельный вариант PIC-метода, ориентированный на вычислительные системы с топологией гиперкуба // V Российско-германская школа по параллельным вычислениям на высокопроизводительных вычислительных системах. Семинар “Распределенные и высокопроизводительные вычисления”. Новосибирск, 2008. — С. 9-11.

8. Маратов Ж., Дайырбаева Э.Н., Еримбетова А.С. Визуализация архитектуры вычислительной системы с помощью AUTOCAD ELECTRICAL. Материалы I Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика», Том 1. С.-111-113

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ СЖАТИЯ ДОКУМЕНТОВ ФОРМАТА XML и JSON

Мухитова А.А.
e-mail: mukhitova.aigul@gmail.com
КазНУ им.аль-Фараби

Еримбетова А.С.
e-mail: aigerian@mail.ru
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

Аннотация. *Веб-службы сегодня являются стандартом для реализации веб-систем и включают взаимодействие на основе сообщений с использованием документов XML и JSON. Сжатие таких документов потенциально может повысить эффективность связи и производительность систем, ориентированных на службы. В этой статье проведен анализ различных методов XML/ JSON-сжатия и рассмотрен один из лучших методов сжатия на текущее время.*

В сервис-ориентированных архитектурах обмен данными зависит от определенного выбора представления ресурсов, наиболее популярными из которых являются XML или JSON (см. рис. 1). XML и JSON — это структурированные документы, в которых теги структуры указывают тип элементов данных, которые они аннотируют, что позволяет независимым службам совместно использовать общепринятую семантику. Теги элементов и атрибутов в XML и, соответственно, ключи в JSON служат аннотациями к фактическим значениям данных, которыми обмениваются. Эти теги аннотаций неизменно повторяются несколько раз в документах запроса и особенно ответа. Хотя это повторение, возможно, делает XML и JSON самоописательными, оно также способствует многословию этих документов. Основная цель сжатия структурированных документов, таких как XML и JSON, — уменьшить их размер без потери информации.

Рис. 1 Эволюция XML-технологии

Основная цель любого исследования — минимизировать размер документов XML или JSON, передаваемых между веб-службами. Веб-службы обеспечивают программный способ доступа в Интернет. Веб-служба — это часть компьютерного программного обеспечения, разработанная с использованием таких технологий, как расширяемый язык разметки (XML), нотация объектов JavaScript (JSON), интерфейс прикладного программирования (API), и опубликовано на сервере с использованием протоколов: SOAP (Simple Object Access Protocol) - тройка стандартов SOAP/WSDL/UDDI; REST (Representational State Transfer); XML-RPC (XML Remote Procedure Call).

Наиболее популярными являются веб-службы на основе SOAP и RESTful. Веб-службы на основе SOAP определяют XML-схему для своих документов запросов и ответов. Restful Web Services не требуют точного определения структуры своих запросов и ответов. Как правило, размер XML (или JSON), которым обмениваются веб-службы любого типа, не очень велик, и они имеют высокое соотношение структурных частей и данных (см. табл. 1).

JSON	XML
JSON (Javascript Object Notation) - это языковой формат обмена данными, который используется для передачи данных между веб-серверами.	XML (Extensible Markup Language) - это язык разметки, широко используемый для хранения информации и загрузки ее в Интернет.
Гибкость JSON и его простой дизайн позволяют разработчикам легко читать и понимать.	XML широко ценится разработчиками за его простоту и компактность.
Веб-программисты используют JSON с 2000-х годов.	Веб-программисты используют XML с 1990-х годов.
JSON (объектная нотация Javascript) был получен из языка программирования Javascript	XML был продолжением предыдущего формата, известного как Standard Generalized Markup Language (SGML).
JSON - это формат, ориентированный на данные.	XML - это формат, ориентированный на документы.
Файлы JSON легко читаются.	XML-документы очень трудно читать.
Типы JSON включают строки, числа, массивы, логические значения.	Все данные в XML должны быть строками.
JSON (нотация объектов Javascript) используется с 2000-х годов в качестве облегченного формата для обмена данными.	XML использовался почти три десятилетия и превратился в несравненный формат хранения и обмена данными.
JOSN поддерживает только кодировку UTF-8.	XML поддерживает несколько кодировок.
JSON не поддерживает пространства имен.	XML поддерживает пространства имен.
JSON не позволяет нам писать комментарии.	XML позволяет нам писать комментарии.
JSON не слишком безопасен и надежен.	XML более безопасен для передачи данных.

Таблица 1. Сравнительная характеристика форматов XML и JSON

Методы сжатия, использующие преимущества структурированной природы XML, называются компрессорами, ориентированными на XML [1]. XMill [2] — один из первых алгоритмов сжатия, поддерживающих XML, и его часто используют в качестве эталона, по которому оцениваются другие методы. Компрессоры, ориентированные на XML, делятся на две категории в зависимости от того, производят ли они запрашиваемые сжатые документы. Запрашиваемые компрессоры XML (частично) сохраняют структуру исходного документа в сжатом результате, так что XQuery и другие подобные механизмы запросов могут извлекать данные без распаковки всего документа. Эти методы особенно актуальны в системах хранения XML для поддержки оперативного доступа. XMill [2] — компрессор без запроса, а XGrind [3] — старейший и, возможно, самый известный компрессор XML запрашиваемого типа.

В принципе, методы сжатия относятся к одной из двух категорий: *компрессоры общего текста и XML-совместимые компрессоры.* XML — это текстовый файл, и, как и любой другой текстовый файл, он может быть сжат любым обычным текстовым компрессором, таким как bzip2 [4], ppm [5]. Однако обычный текстовый компрессор не использует преимущества специальных возможностей XML и, следовательно, приводит к более низкому коэффициенту сжатия.

Компрессоры, ориентированные на XML, с другой стороны, используют структуру XML-документов и, следовательно, могут сжимать XML-документы с лучшим коэффициентом сжатия. XMill, XGrind и SMCA [6] являются примерами компрессоров, поддерживающих XML.

Компрессоры, ориентированные на XML, в свою очередь тоже делятся на три категории: *зависимые от схемы, независимые от схемы и компрессоры на основе дерева XML.* Компрессоры, зависящие от схемы, требуют схемы XML-документов для эффективного сжатия документа [7] и являются примерами компрессоров, зависящих от схемы. С другой стороны, независимые от схемы компрессоры не требуют схемы. XMill, XGrind и SMCA являются примерами независимых от схемы компрессоров. Наконец, компрессоры на основе дерева XML используют тот факт, что документы XML организованы в виде древовидной структуры, и стремятся уменьшить это дерево. Это делается путем представления деревьев XML в виде списка DAG (направленный ациклический граф) или списка FCNS (первый дочерний элемент, следующий родственный элемент): [8], [9] и [10] являются примерами компрессоров на основе дерева XML.

Кроме того, в зависимости от того, поддерживают ли результирующие сжатые документы такие запросы, как XQuery, компрессоры можно классифицировать как запрашиваемые XML. XGrind является запрашиваемым компрессором, в то время как XMill и SMCA не запрашиваемыми. Запрашиваемые компрессоры могут быть *гомоморфными и негомоморфными*. Первый тип сохраняет исходную структуру XML даже после сжатия, тогда как негомоморфные компрессоры этого не делают. XGrind — это гомоморфный компрессор, а XMill и SMCA — негомоморфные компрессоры. Компрессор XML, используемый в данном исследовании, поддерживает XML, не зависим от схемы, поддерживает запросы и гомоморфен.

Большая часть исследований, проведенных до сих пор по XML-компрессорам, связана с XMill. XMill разделяет части данных и структуры XML и вставляет значения

данных в разные контейнеры в зависимости от пути и типа данных. Словарь создается для присвоения уникального номера каждому уникальному имени элемента и атрибута. Затем каждый контейнер сжимается с помощью внутреннего компрессора, специализированного для этого типа данных.

Большинство компрессоров общего назначения можно использовать в качестве серверных. компрессоры. XGrind — это двухпроходный компрессор: выходные данные XGrind структурированы по строкам входного XML.

Таким образом, запросы или синтаксический анализ становятся возможными даже для сжатых документов. XGrind кодирует имена и атрибуты элементов с помощью чисел, за которыми следуют «T» и «A» («T» для тега, «A» для атрибута) и сжимает значения, используя кодирование Хаффмана. XML не теряет своей базовой структуры благодаря сжатию с кодированием Хаффмана, и эта функция делает XGrind доступным для запросов.

XGrind, как и XMill, представляет собой основополагающий элемент работы по сжатию XML, и на его основе было проведено несколько исследований.

Среди них выделяются [11], [12] и [13]. Аль-Шаммари и Халил [14] были первой попыткой сжатия XML с учетом веб-сервисов на основе SOAP. В данном исследовании XML-дерево сначала преобразуется в двоичное дерево с использованием преобразования FCNS (First Child Next Sibling). Впоследствии к каждому узлу бинарного дерева присоединяется родственное состояние из двух битов. Наконец, каждому узлу присваивается код Хаффмана, и весь XML сжимается. Результирующий сжатый документ не подлежит запросу.

За этим последовала эра исследований сообщений SOAP на основе агрегирования. Это направление исследований основано на том принципе, что если сжимать группу XML-документов, а не сжимать каждое XML-сообщение по отдельности, коэффициент сжатия будет лучше [15].

SMCA [6] является, пожалуй, самым последним крупным исследовательским проектом в области сжатия XML на основе группировки, превосходящим большинство подходов к сжатию XML с точки зрения коэффициента сжатия. Это единственный метод, который объединяет и сжимает несколько XML-файлов за один проход и создает один результат, не требующий запроса. Однако службы RESTful известны тем, что они используют один запрос и один ответ, поэтому объединение нескольких XML-файлов не имеет значения в случае служб RESTful.

В обзоре литературы по сжатию структурированных документов большая часть работы посвящена сжатию XML, тогда как JSON уделяется сравнительно мало внимания. Документ XML (а также документ JSON) структурирован как дерево, где каждый узел помечен тегом, состоящим из большего количества дочерних узлов и/или простых данных, передающих фактическое информационное содержание. XML-документы представляют собой текстовые файлы и, в принципе, могут быть сжаты с помощью простых текстовых компрессоров [4], [5]. Однако такие компрессоры текста не зависят от XML и игнорируют структурированную природу XML. Таким образом, несмотря на то, что обычные текстовые компрессоры сжимают XML-документы, учет структуры документа может привести к значительному уменьшению размера сжатых документов.

Другой подход к XML-сжатию включает агрегацию и кластеризацию XML-документов, при которой несколько небольших XML-документов объединяются в один более крупный, который впоследствии сжимается в соответствии с XML. SMCA

[6] является передовой методикой в этом направлении. В то время как XMill является наиболее известной технологией сжатия XML, SMCA является одним из последних исследований в области сжатия XML-сообщений на основе SOAP. Классификация XML-компрессоров и связанные с ними исследования подробно описаны в Разделе II.

Чтобы понять постановку задачи предлагаемого исследования, необходимо понять работу XMill [2] и SMCA [6], наиболее важных методов сжатия XML. SMCA в значительной степени основан на XMill. Оба метода по-разному обрабатывают данные и структурируют части XML. В обоих методах «словарь тегов» присваивает номера структурным частям XML в зависимости от их положения в документе. В обоих методах вырабатывается «путь» к каждой точке XML-данных (контента). Путь к точке данных в XML представляет собой последовательность имен тегов от корневого тега до родительского тега рассматриваемого элемента данных.

Важным предположением XMill и SMCA является то, что точки данных с одним и тем же путем данных похожи. И XMill, и SMCA создают новый контейнер для каждого нового пути и вставляют все данные, которые имеют общий путь, в общий соответствующий контейнер. Основная предпосылка как XMill, так и SMCA заключается в том, что сжатие схожих данных вместе в контейнере с помощью компрессоров, таких как bgip2 [4], обеспечивает лучшее сжатие.

Предполагая, что сжатие отдельных XML-документов не дает достаточного коэффициента сжатия, SMCA работает с несколькими похожими XML-документами, объединенными вместе.

В SMCA содержимое нескольких XML-элементов одним и тем же путем объединяется в один контейнер для лучшего сжатия. Как XMill, так и SMCA имеют следующие недостатки. Некоторые типы XML-документов приводят к созданию множества контейнеров, каждый из которых содержит небольшое количество элементов данных, что неблагоприятно влияет на общую степень сжатия. XML-документы, используемые в веб-API (как SOAP, так и RESTful), как правило, страдают от этой проблемы, поскольку они обычно короткие, а их элементы данных не имеют общих путей. Поэтому XMill и SMCA менее эффективны при сжатии коротких XML-документов. Присвоение номеров структурированным частям XML-документа на основе порядка их появления в документе может привести к тому, что редко встречающимся структурным элементам будут присвоены меньшие номера, т. е. номера с меньшим количеством цифр, чем более часто встречающимся элементам. Это приводит к тому, что контейнерные пути становятся более громоздкими, и, следовательно, снижают эффективность процесса сжатия. Ни XMill, ни SMCA не поддерживают структуру XML в сжатом формате, поэтому сжатый документ не подлежит запросу.

Ввиду недостатков существующих методов сжатия XML авторами [16] была предложена следующая гипотеза. Небольшое количество контейнеров с большим количеством одинаковых элементов данных может привести к лучшему сжатию. Лучшее сжатие может быть достигнуто, если структурным тегам документа XML будет присвоен наименьший возможный номер (начиная с 1) в словаре тегов на основе их вероятной частоты. Более частым тегам следует присваивать маленькие номера, и наоборот.

На основе вышеуказанной гипотезы был предложен новый метод сжатия XML, направленный на уменьшение размера XML-документов при обмене в виде запросов и ответов между веб-узлами API. Размер этих документов, как правило, не очень велик (как правило, менее 1 МБ), а их содержимое обычно включает большое количество тегов элементов и атрибутов по отношению к содержимому данных.

Данный метод сжатия превосходит современные методы по коэффициенту сжатия коротких сообщений (< 1 МБ). В отличие от ответов API, управляемых базой данных, эти документы, как правило, имеют более низкое соотношение тегов элементов и атрибутов по сравнению с данными. Данный метод превосходит XMill в большинстве случаев в одинаковом наборе данных.

Фактически процесс сжатия выполняется в три этапа: перевод символов, упаковка и внутреннее сжатие как показано на рисунке 2.

Input: Plain_XML
Result: XML_N
1 var XML_N;
2 var *translate*;
3 **for** All the tokens in Plain_XML **do**
4 **if** The token is a "data" part of the XML **then**
5 *translate* ← Use Symbol Table to translate each character of the token;
6 **if** The token is a "structure" part of the XML **then**
7 *translate* ← Use Tag Table to translate whole token;
8 **if** *The word is a "tag" in the XML* **then**
9 *translate* ← '*T*' **concatenate**(+) *translate*;
10 **if** The word is a "attribute-name" in the XML **then**
11 *translate* ← '*A*' **concatenate**(+) *translate*;
12 **if** The word is a "Tag Closing" **then**
13 *translate* ← '0';
14 $XML_N \leftarrow XML_N + SPACE + translate$;
15 **end**
16 return XML_N;

Input: XML_N
Result: XML_S
1 var $XML_S \leftarrow null$;
2 Assign all the 13 symbols in XML_N to an unique 4-bit binary;
3 var *cursor* ← *First Symbol in* XML_N;
4 **for** *cursor is not end of* XML_N **do**
5 **if** A character at *cursor* + 1 exists **then**
6 var *cursor*1 = *cursor* + 1 (i.e. next symbol);
7 Accommodate 4-bit binaries equivalent of symbols pointed by *cursor* and *cursor*1 into a single byte;
8 Concatenate the created byte with current value of XML_S;
9 **if** If *cursor* + 1 is end of the XML_N **then**
10 Create a byte using the 4-bit binary of character at *cursor* and 0000;
11 Concatenate the created byte with current value of XML_S;
12 *cursor* = *cursor* + 2;
13 **end**
14 return XML_S;

Рис. 2. Алгоритм сжатия: преобразование символов и упаковки

Преобразование символов.

Каждый токен XML выбирается один за другим в различных итерациях (строка 3). Если выбранный токен в текущей итерации является частью данных XML (строка 4), каждый символ этого токена транслируется с помощью таблицы символов и сохраняется в переменной translate (строка 5). Если выбранный токен является структурной частью XML (строка 6), весь токен преобразуется в минимально возможное число с помощью таблицы тегов и сохраняется в переменной translate (строка 7). Если выбранный токен в текущей итерации является тегом XML (строка 8), перед текущим значением translate (строка 9) добавляется символ `T'. Если выбранный токен в текущей итерации является именем атрибута XML (строка 10), перед текущим значением translate (строка 11) добавляется символ `A'. Если выбранный токен в текущей итерации является закрывающим тегом XML (строка 12), для переменной translate устанавливается значение 0 (строка 13). После получения правильного токена он объединяется с переменной XML_N, за которой следует пробел

(строка 14). Выполняется столько итераций, сколько необходимо для преобразования всех токенов в XML-документе и возврата значения XML_N.

Упаковка

Все начинается с преобразования всех 13 различных символов, используемых в XML_N, в уникальный 4-битный двоичный код (строка 2). Курсор, обозначаемый переменной cursor, указывает на первый символ, присутствующий в XML_N (строка 3). Если этот курсор не является концом XML_N (строка 4) и рядом с тем местом, куда указывает курсор, существует другой символ (строка 5), то на символ, следующий за текущим курсором, указывает другой курсор, обозначаемый переменной cursor1. (строка 6). 4-битные двоичные отображения символов, на которые указывает курсор и курсор1, размещаются в одном байте (строка 7). Однако, если курсор переменной указывает на последний символ XML_N (строка 9), то байт будет создан, предполагая, что следующий 4-битный двоичный файл равен 0000 (строка 10). Созданный байт добавляется к переменной XML_S (строки 8 и 11). Поскольку на итерации мы выбираем два значения из XML_N, поэтому для следующей итерации курсор должен быть сдвинут на два символа вперед. Наконец алгоритм возвращает XML_S.

Внешнее сжатие

На этом заключительном этапе процесса сжатия XML_S, созданный на этапе упаковки, передается любому из различных серверных компрессоров. В данном случае в качестве внутреннего компрессора был выбран PPM [3] из-за его превосходной степени сжатия. Любой другой компрессор общего назначения также может использоваться для внутреннего сжатия.

Различные части XML могут быть сжаты отдельно с помощью таблиц тегов и символов. Всего одно имя тега большого XML-документа можно заменить с помощью таблицы символов и таблицы тегов, чтобы получить соответствующий XML_N. Этот XMLN, представляющий очень небольшую часть документа, может быть преобразован в XML_S, а затем в XML_B.

Предлагаемый метод использует преимущества структуры XML-документов и опирается на интуицию, согласно которой естественный язык, лежащий в основе обмена сообщениями, требует меньше символов, чем полный набор символов ASCII, при реалистичном предположении, что большинство API-интерфейсов служб основаны на английском языке. Таким образом, это позволяет отображать структурные теги и символы элементов данных в гораздо меньший набор символов. Помимо этого шага преобразования, предлагаемый метод еще больше уменьшает размер документа посредством шага упаковки байтов. Это приводит к значительному сжатию документа, который, что важно, сохраняет свои запрашиваемые характеристики. Данный эксперимент показывает, что разработанный метод значительно превосходит современную технику сжатия SMCA с точки зрения коэффициента сжатия файлов размером менее 1 МБ. Для файлов размером более 1 МБ предлагаемая методика возвращает коэффициент сжатия на уровне SMCA. Таким образом, предложенный метод достаточно эффективен для улучшения использования сетевых ресурсов в сервис-ориентированных системах, которые сегодня в основном носят ReSTful характер по сравнению с SMCA.

В будущем необходимо устранить упомянутые выше ограничения. Лучшее сжатие двоичных данных, передаваемых через XML или JSON, может стать важным

направлением для будущих исследований. Кроме того, можно улучшить сжатие документов XML или JSON с использованием неанглийских символов.

Литература:

1. Sakr, S. XML compression techniques: A survey and comparison / S. Sakr // J. Comput. Syst. Sci., Aug. 2009. - Vol. 75, N. 5. - P. 303-322.

2. Liefke, H., Suciu, D. XMill: An efficient compressor for XML data / H. Liefke, D.Suciu // Proc. ACM SIGMOD Int. Conf. Manage. Data (SIGMOD), 2000. P. 153-164.

3. Tolani, P. M., Haritsa, J. R. XGrind: A query-friendly XML compressor / P. M. Tolani, J. R. Haritsa // 18th Int. Conf. Data Eng., Feb. 2002. P. 225-234.

4. Seward, J. Bzip2 and Libbzip2 / J. Seward // (1996) [Online]. Available: http://www. bzip.org

5. Cleary, J., Witten, I. Data compression using adaptive coding and partial string matching / J. Cleary, I. Witten //IEEE Trans. Commun., Apr. 1984. - Vol. COM-32, N. 4, P. 396-402.

6. Haroune-Belkacem, N., Semchedine, F., Al-Shammari, A., Aissani, D. SMCA: An efficient SOAP messages compression and aggregation technique for improving Web services performance / N. Haroune-Belkacem // J. Parallel Distrib. Com-put., Nov. 2019. - Vol. 133. - P. 149-158.

7. Girardot, M., Sundaresan, N. Millau: An encoding format for efficient representation and exchange of XML over the Web / M. Girardot, N. Sundaresan // Comput. Netw., Jun. 2000. - Vol. 33, N. 1-6. - P. 747-765.

8. Busatto, G., Lohrey, M., Maneth, S. Efficient memory representation of XML document trees / G. Busatto, M, Lohrey, S. Maneth // Inf. Syst., Jun. 2008. - Vol. 33, nos. 4-5. - P. 456-474.

9. Lohrey, M., Maneth, S., Mennicke, R. XML tree structure compression using RePair / M. Lohrey, S. Maneth, R. Mennicke // Inf. Syst., Nov. 2013. - Vol. 38, N. 8. - P. 1150-1167.

10. Bousquet-Mélou, M., Lohrey, M., Maneth, S., Noeth, E. XML compression via directed acyclic graphs / M. Bousquet-Mélou, M. Lohrey, S. Maneth, and E. Noeth // Theory Comput. Syst., Nov. 2015. - Vol. 57, N. 4. - P. 1322-1371.

11. Li, W. Xcomp: An XML compression tool / W. Li // Doctoral dissertation, School Comput. Sci., Univ. Waterloo - Waterloo, ON, Canada, 2003.

12. Min, J.-K., Park, M.-J., Chung, C.-W. XPRESS: A queriable compression for XML data / J.-K. Min, M.-J. Park, and C.-W. Chung // Proc. ACM SIGMOD Int. Conf. Manage. Data (SIGMOD), 2003. P. 122-133.

13. Skibinski, P., Swacha, J. Combining efficient XML compression with query processing / P. Skibinski and J. Swacha // Proc. East Eur. Conf. Adv. Databases Inf. Syst., Berlin, Germany: Springer, Sep. 2007. P. 330-342.

14. Al-Shammary, D., Khalil, I. SOAP Web services compression using variable and fixed length coding / D. Al-Shammary, I. Khalil // Proc. 9th IEEE Int. Symp. Netw. Comput. Appl., Jul. 2010. P. 84-91.

15. Abbas, A. M., Bakar, A. A., Ahmad, M. Z. Fast dynamic clustering SOAP messages based compression and aggregation model for enhanced performance of Web services / A. M. Abbas, A. A. Bakar, and M. Z. Ahmad // J. Netw. Comput. Appl., May 2014. - Vol. 41. - P. 80-88.

16. G. P. Tiwary, E. Stroulia and A. Srivastava. Compression of XML and JSON API Responses / G. P. Tiwary, E. Stroulia and A. Srivastava // in IEEE Access, 2021. - Vol. 9. - P. 57426-57439. Doi: 10.1109/ACCESS.2021.3073041.

ASSISTIVE TECHNOLOGIES FOR STUDENTS WITH DISABILITIES

Yerimbetova A.S., Ibraimkulov A.E.
aigerian@mail.ru, aibek_ibraimkulov@mail.ru
Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK, Almaty, Kazakhstan

Abstract. *This article discusses one of the most urgent problems of the world - the problem of social integration and adaptation of people with disabilities. Modern adaptive technologies for students with different types of limitations are described. It also examines the potential of assistive technology to improve the education of students with special needs.*

In modern conditions of a rapidly changing world, in connection with the development of information technology, established organizational forms are being improved and revised, allowing the integration of people with disabilities into society. Inclusion is a process of real inclusion of people with disabilities in active social life, it is equally necessary for all members of society, in all spheres of social relations of which we observe various forms of social inequality.

In the modern world, the problem of integrating people with disabilities into society and adapting to it is very acute. According to the World Disability Report, about 15% of the world's population has some form of disability [1].

Assistive technologies refer to devices and services that are used to enhance, maintain, or enhance the abilities of a student with a disability. One of the tools to help students with disabilities even in the face of a shortage of special education teachers is assistive technology. Today, assistive technology tools can help students with certain disabilities learn more effectively.

While the phrase "assistive technology" may make us think of computers and computerized devices, assistive technology can also be very low-tech. Assistive technologies that help learners with learning disabilities include computer programs and tablet applications that provide text-to-speech (e.g. Kurzweil 3000), and vice versa speech-to-text (Dragon Naturally Speaking), word prediction capabilities (WordQ), and graphic organizers (Inspiration).

Compared to other technologies, assistive technology can have a significant impact in helping students with disabilities progress towards the goals outlined in their individual learning plans. Assistive technology is useful for students with a wide range of disabilities - from learning disabilities to severe physical disabilities - there are many different types. Assistive technologies are used to help students do tasks such as:

- Listening Ability: Some students are hearing impaired or unable to process information. Some types of assistive technology used for students with hearing impairments include captioning, hearing aids, and personal FM devices in which the teacher wears the transmitter and the student wears the receiver.

- Communication: For non-verbal learners or students who have difficulty speaking, there are ways to help them communicate with their teachers and peers. Communication boards, communication enhancement software, and a voice-activated text editor are all different tools that can be used.

- Visual Aids: Some students may have a visual impairment and may need to use large print books, high contrast materials, screen readers and screen magnifiers.

- Task Completion: Capability Switches are types of assistive technology that enable students with physical disabilities to perform specific tasks. Such a task may include being able to use battery-powered scissors at the touch of a button. These special switches or buttons can also be used to control a computer, play with adapted toys, or activate a adapted device.

Auxiliary text-to-speech tools

As an assistive technology, text-to-speech software is designed to help children who have difficulty reading standard print. Common print comprehension disorders can include blindness, dyslexia, or any type of visual impairment, learning disability, or other physical condition that interferes with the ability to read. However, other learners may benefit from the technology, such as children with autism, attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) or mental retardation [2]. The technology works by scanning and then reading words to the learner in a synthesized voice using a large number of speech sounds that make up words in any given context.

Kurzweil 3000

Kurzweil 3000 is the leader in text-to-speech software for people who struggle with literacy. In addition to a range of text-to-speech features, the full-featured program brings together abilities that can help learners in other areas potentially appealing to those who may have non-typing disabilities or those who would not normally consider a text-to-speech program. Some features:

• Talking spell checker
• Graphic dictionary with pictures for more than 40,000 words
• Enlarge text
• Tools for passing tests, writing essays, notes, reference books, etc.

Graphic organizers can be effective in helping students organize their thoughts as they write. As an assistive technology, graphic organizers can be a good choice for students with dysgraphia or writing disabilities, especially conceptual aspects of writing.

Draft: Builder

Draft: Builder is a writing tool that combines drafting, note-taking, and drafting features to break down the writing process into three steps. Using a graphical organizer, the program helps the student visualize the project and insert information in the right place without having to conceptualize the whole process. It then automates the article creation process, where the student can drag and drop what is written in each note into a draft.

Other features include a speaking spell checker that uses text-to-speech technology, a bibliography tool, a dictionary, and the ability for teachers to add blocked text to the program for further guidance.

Sip-and-puff systems

Sip-and-Puff systems are used by students with mobility issues such as paralysis and fine motor skills. These systems allow a child to control a computer, mobile device, or some other technology application by moving the device with their mouth. Like a joystick, the child can move the controller in any direction and press the various navigation tools with a sip or a puff. The on-screen keyboard allows the child to type with the same movements.

Sip-and-puff systems are a type of switching device that refers to technology used to replace a computer keyboard or mouse. Other switching devices include buttons or other objects that the student can touch, push, pull, kick, or perform some other simple action, which can then control the device.

Jouse3

Jouse3 is a system that allows children to control the device using any part of their mouth, cheek, chin or tongue. Thanks to its accuracy and responsiveness, home users can use it for drawing or playing games.

Proofreading software

Proofreading software is a branch of assistive technology that goes beyond the typical proofreading features found in a word processing system, such as correcting words often misspelled by dyslexic students. A number of other features offered in this category can help students work on their language skill set to become a more effective and accurate writer.

Proofreading software is primarily aimed at people with dyslexia, it can be useful for people with any type of learning disability that makes writing and reading difficult [3].

Screen Reader - JAWS

The JAWS screen reader is a program that allows a blind or visually impaired user to read text displayed on a computer screen using a speech synthesizer or braille display. JAWS, Job Access With Speech, is the world's most popular screen reader designed for computer users whose vision loss prevents them from seeing screen content or moving with the mouse. JAWS provides speech and braille output for the most popular PC applications.

ZoomText Magnifier/Reader is a fully integrated magnification and reading program designed for visually impaired users. Magnifier / Reader magnifies and enhances everything on your computer screen, repeats your typing and basic program actions, and automatically reads documents, web pages, emails.

BrailleNote Device

The New Zealand company Humanware presented an interesting device for the blind and visually impaired people. The BrailleNote device is a pocket computer for the visually impaired. It uses a reading and writing system for the blind and allows users to type texts, surf the Internet, listen to music, read books, and connect to a PC and synchronize data.

Ginger

Ginger offers several features that can help students with dyslexia and other writing learning disabilities. It is also intended for speakers of languages other than English. Some of the features include:

• a grammar checker that parses the context to determine any mistakes or misspellings. For example, Ginger can determine whether "there", "them", or "they" should be used in a sentence, which is a common mistake in writing.

• Word prediction and sentence paraphrasing tools that can be useful for students who are learning to build sentences correctly.

• Text-to-speech functionality so students can hear what they have written.

• a personal trainer who conducts practical exercises based on past mistakes made by the student.

Math Tools

Various technologies and tools can help students who have problems with math, most commonly associated with a learning disability called dyscalculia. Dyscalculia makes it difficult to understand numbers and is characterized by a general lack of understanding in the field of mathematics.

Assistive technology in math isn't just for people with dyscalculia. It can also help students with blindness, fine motor skills, or another type of disability that makes it difficult to do math work.

athTalk

MathTalk is a speech recognition math program that can help students with a variety of disabilities. At the math level, students can solve math problems by speaking into their computer's microphone. The program works with Dragon NaturallySpeaking's voice-to-text software, making it ideal for learners with fine motor skills. Students with visual impairments or blindness can use the built-in braille translator.

A variety of assistive hearing systems or assistive hearing technologies can help students who are deaf or hard of hearing, or who have other hearing and learning problems. According to the National Association of the Deaf, assistive hearing systems can be used to increase the coverage and effectiveness of hearing aids and cochlear implants, or by children who do not need these instruments but still need hearing assistance. Assistive listening systems use a microphone, transmission technology, and a device to capture and transmit sound to the ear. The particular transmission technology used in the system usually distinguishes one type of assistive listening system from another.

Numerous apps have been developed for smartphones that enable the deaf and hard of hearing to get the most out of their devices. These apps work by providing movie subtitles, facilitating conversation between those who can hear and those who can't.

Video Relay Service, or VRS, applications allow a deaf person to communicate on the phone without the need for typing. Instead, calls can be made or received using the smartphone's video capabilities and sign language. If necessary, some programs can connect the user to an interpreter who knows sign language and can interact with them. Sprint VRS, Purple VRS and IWRelay VRS are three free apps that can be used for this service. Each of these applications provides the ability to use a translator and use contacts directly from the phone or links to them from the Internet.

With the rapid development of assistive technology, students, parents and teachers have a seemingly limitless number of tools at their disposal.

As these tools begin to appear in the home and classroom, parents and teachers can use them for student academic and personal growth. But technology alone is not enough - for the successful use of these tools, it is critical to develop a plan for their use and conduct regular reviews to ensure that the student is getting the maximum benefit and not relying too much on these tools.

Acknowledgments

This research has been funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP09057872).

References

1. World report on disability. World Health Organization, 2015. - http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/summary_ru.pdf (10.09.2022)
2. How technologies help people with disabilities. - http://neinvalid.ru/kak-tehnologii-pomogayut-lyudyam-s-ogranichennyimivozmozhnostyami/(14.09.2022)
3. Technologies help people with disabilities. - http://nnd.name/2014/11/tehnologii-pomogayut-lyudyam-s-ogranichennyimivozmozhnostyami/(16.09.2022)

СЕКЦИЯ 3

Жасанды интеллект технологиялары. Интеллектуалды басқару жүйелері. Компьютерлік лингвистика және сөйлеу технологиялары. Бейнелерді танып білу және кескіндерді өңдеу. Биоинформатика және биометрикалық жүйелер. Адам-машиналық өзара әрекеттесуі. Машиналық оқыту. Интеллектуалды робототехникалық жүйелер

Технологии искусственного интеллекта. Интеллектуальные системы
управления. Речевые технологии и компьютерная лингвистика. Распознавание образов и обработка изображений. Биоинформатика и
биометрические системы. Человеко-машинное взаимодействие. Машинное обучение. Интеллектуальные робототехнические системы

Technologies of artificial intelligence. Intelligent control systems. Speech
technologies and computer linguistics. Image recognition and image processing.
Bioinformatics and biometric systems. Human-machine interaction. Machine learning. Intelligent Robotic Systems

ПАРАЛЛЕЛЬ КОРПУСТЫ ӘЗІРЛЕУ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Г.С. Ыбытаева[1*], О.Ж. Мамырбаев[2], Н.Ф. Хайрова[3], Б.Ж. Жумажанов[4], К.Ж. Мухсина[5],
*e-mail: ybytayeva.galiya@gmail.com
[1]Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы
[2,4,5] Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты, Қазақстан, Алматы
[3]«Харьков политехникалық институты» ұлттық техникалық университеті, Украина, Харьков

Аңдатпа. *Бұл мақалада орыс-қазақ параллель корпусын әзірлеудегі мәселелер мен шешімдер ұсынылған. Қазіргі уақытта корпустық лингвистика мәселелері еуропалық, ресейлік, сондай-ақ қазақ тіл білімінде үлкен қызығушылық тудыруда. Зерттеу барысында біз төрт қазақ тіліндегі екі тілді жаңалықтар сайттарының мәтіндерін зерттедік және қылмыстық тақырыпқа негізделген параллель қазақ-орыс мәтіндер корпусын құрдық. Корпусты туралау үшін біз екі тілдегі лексикалық сәйкестіктер мен POS-тегтерінің мәндерін қолдандық. Соңында біз қателіктер деңгейіне әсер ететін факторларды талдадық.*

1 Кіріспе

Жалпы аударма ғылымының және оның ішінде корпус лингвистикасының әртүрлі салаларының дамуы көбінесе заманауи лингвистикалық ресурстар мен әдістерді, оның ішінде параллель корпустарда жинақталған мәтіндердің, ғылыми, қоғамдық-саяси, құқықтық, экономикалық және олардың шет тілдеріне аудармаларының үлкен көлемін пайдаланумен байланысты [1]. Параллельді аудармалардың кең корпусын пайдалану мүмкіндігі екі тілді лингвистикалық ақпаратқа қол жеткізу тәсілдеріне нақты өзгерістер енгізеді, оны талдау мен жалпылаудың жаңа мүмкіндіктерін ашады, алынған білімді қолмен және машинамен аудару, сөздіктер құрастыру, шет тілдерін оқыту мақсатында қолданады.

Соңғы онжылдықта әлемде көптеген екі және көптілді корпустар құрылды, олардың ішінде, біздің ойымызша, ең қызықтылары:

– EUROPARL - 20 000 000 сөз, 11 тілде Еуропалық Парламенттің ашық корпусы (авторы - Филип Коэн);
– CHEMNITZ корпусы – 1000000 сөз қолданысы (мәтіндер – академиялық проза, саясат, туризм);
– KACENKA корпусы – 3 000 000 сөз қолданысы;
– OPUS корпусы – (5 тіл);
– English-French Canadian Hansard [2].

Сонымен қатар, көптеген параллельді көптілді корпустардың болуына қарамастан, қазақ тілі сияқты ресурстары шектеулі тілдер үшін параллель корпус құру міндеті өте маңызды. Бір-біріне ұқсамайтын тілдерге, әртүрлі топтардан шыққан тілдерге арналған параллельді корпусты дамыту туралы айтқан кезде тапсырма

күрделене түседі. Мысалы, бір тіл түркі тілдер тобына жатса, екіншісі қазақ және орыс тілдері сияқты үндіеуропалық тілдер тобына жатады.

Параллель корпустарды автоматты өңдеу және аннотациялау біртілді корпусқа қарағанда басқаша орындалады. Бұл жағдайда бірінші техникалық мәселе бастапқы және аударылған мәтіндерді сөйлемдер, сөз тіркестері және сөздер деңгейінде дәл автоматты түрде туралау болып табылады, бұл өздігінен мәтінді автоматты өңдеудегі ең қиын мәселелердің бірі болып табылады. Лингвистердің және бағдарламашылардың бірлескен күш-жігері негізінен еуропалық тілдерге және қытай немесе жапон сияқты кең ресурстық базасы бар басқа тілдерге арналған мамандандырылған параллель корпустардың құрылысын теңестіру сапасын айтарлықтай жақсартуға және жеңілдетуге әкелді [3].

Сонымен бірге, мұндай корпустарды пайдалану құны мен авторлық құқық көбінесе оларды білім беру және зерттеу мақсаттарында кеңінен қолдануға мүмкіндік бермейді, бұл бір автордың немесе бір кезеңнің мәтіндерінен жиналған шағын корпустардың пайда болуын түсіндіреді, олар іс жүзінде аударма және оқыту үшін ғылыми жобалардағы ғимараттардың негізгі бөлігін құрайды [4]. Кішігірім көлемге қарамастан, үлкен біртілді корпустармен бірге қолданылатын мұндай корпустар өте пайдалы болуы мүмкін және олардан алынған мәліметтер пайдалану жиілігінде, белгілі бір лексиканың, жалпы мақсаттағы корпуста жоқ грамматикалық құрылымдардың болуымен айтарлықтай қарама-қайшы болуы мүмкін, бұл осындай жеке ғимараттардың ерекше құндылығын құрайды.

Параллель корпусты құру мәселесі жоғары еңбек сыйымдылығында жатыр, яғни мәтінді дайын аудармамен теңестіруден гөрі оны қайта аудару оңайырақ болады. Нәтижесінде, ең дәл қолмен туралау зерттеу мақсатында бірнеше жүздеген ұсыныстар үшін, атап айтқанда, соңғы жиырма жыл ішінде белсенді дамып келе жатқан автоматты туралау сапасын бағалау үшін ғана жасалады. Қол жеткен табыстарға қарамастан, автоматты туралау әдістері қателер береді, әсіресе мәтіндерде сирек сөздер мен сөз тіркестері табылса. Шығындарды айтарлықтай төмендете отырып, қолмен теңестіру сапасын қамтамасыз ететін әдістер мен алгоритмдерді әзірлеу қажеттілігі осыдан туындады. Орыс тіліндегі мәтіндердің корпусын және қазақ тіліне параллель аударманларды жасау мен пайдаланудың кейбір мәселелері, сондай-ақ оларды шешу тәсілдері төменде көрсетілген.

2 Байланысты жұмыстар

Параллельдік корпуста түпнұсқаның мәтіні және оның басқа тілге аудармасы болады. Сонымен қатар, бұл екі мәтін бір-біріне жай ғана қарама-қарсы қойылмайды, олар сәйкестендірілуі керек: бастапқы мәтіннің жеке фрагменттері аударманың сәйкес фрагменттерімен сәйкес келуі керек. Параллель корпус тек тураланған кезде ғана пайдалы деп айтуға болады. Көптеген зерттеулерде туралаудың екі деңгейі айқын немесе жасырын түрде ажыратылады: сөйлемді туралау және лексикалық туралау. Әдетте, бір мәтіндегі сөйлемдерді немесе сөздерді аудармадағы баламаларымен автоматты түрде салыстыру міндеті көп уақытты қажет етеді, өйткені сөздер мен сөйлемдер арасындағы үйлесімділік кейде «бірге бір» болмайды. Мысалы, бастапқы тілдегі бірнеше абзац аударма тілдегі бір абзацқа сәйкес келуі мүмкін, аудармада кейбір сөздер жойылуы немесе өте алыс синонимдермен немесе әртүрлі тілдерде мүлдем басқа болуы мүмкін, тұрақты тіркестермен ауыстырылуы мүмкін және т.б.

Сөйлемдерді туралау әдістерін үш санатқа бөлуге болады.

Бірінші категорияның әдістері сөйлем мен абзац ұзындықтарын қолдануға негізделген [2]. Бұл тәсіл түпнұсқадағы және аудармадағы сөйлемнің ұзақтығы шамамен бірдей деген гипотезаны пайдаланады. Әдістердің екінші тобы корпустан алуға болатын лексикалық ақпаратты пайдаланады [5], [6]. Өкінішке орай, бұл әдістер екі тілді сөздіктердің қолжетімсіздігінен және сөздіктердегі сөздерді өзара сәйкестендіру үшін автоматты морфологиялық талдаудың қиындықтарына байланысты өте сирек қолданылады. Осы уақытқа дейін осы әдістер тобына негізделген қосымшалардың көпшілігі парламенттік мәтіндер мен заң мәтіндері сияқты арнайы пәндердің мәтіндерін ғана пайдаланады. Көркем мәтіндер үшін сөздік әдістерін қолдану сирек кездеседі, өйткені бұл жанрдың өзінде салыстырылған сөйлемдерде сөздік түсініксіздігінің жоғары пайызы байқалады.

Параллель корпустағы мәтінді туралау алгоритмдерінің үшінші тобы аннотацияланған корпуста қамтылған немесе орфографиялық ұқсастықты пайдаланатын POS-тегтеріне негізделген [7].

Дегенмен, бұл топтардың кез келген әдісін қолдану бірқатар дәлсіздіктер мен кемшіліктерге ие. Тиісінше, қазір барлық тәсілдерді біріктіретін жүйелерді дамытуға қызығушылық артып келеді. Мысалы, Варга және басқалары [8] мәтінді параллель туралаудың гибридті әдісін сипаттады. Олар ұзындыққа негізделген әдісті кейбір аудармаға негізделген ұқсастықпен біріктіретін теңестіру әдісін пайдаланды. Зерттеудің негізі венгр, румын және словен тілдері болды. Vondricka [9] кейбір гибридті туралау әдістеріне негізделген параллель корпусты туралауға арналған арнайы InterText қолданбасын қарастырды. Бұл дереккөз екі түрде бар: InterText Server (веб-негізделген редакторы бар сервер негізіндегі мәтінді басқару жүйесі) және InterText редакторы (дербес компьютер қолданбасы). Екеуі де ашық бастапқы коды бар бағдарламалар.

Осы қосымша Жұманов пен бірлескен авторлардың зерттеулерінде қазақ-ағылшын мәтіндік корпустарын жасау үшін де қолданылды [10]. Сонымен қатар, авторлар Bitextor және hnalign құралдарын бірнеше тілде бірдей мәтінді қамтитын сайттарды сканерлеу және оларды туралау үшін пайдаланды. Рахимова мен бірлескен авторлардың мақаласы [11] ұқсас мәселелерді шешуге арналған. Олар көп тілді веб-сайттарды корпус көзі ретінде қолдана отырып, аударма жадын құратын Bitextor сияқты қосымшаны пайдалану принциптерін қарастырды. Ол бүкіл веб-сайтты жүктеп алады және параллель мәтіндерді (биттік мәтіндерді) табу үшін эвристика жинағын (негізінен HTML тег құрылымы мен мәтіндік блок ұзындығына негізделген) қолданады. [12] авторлары деректер жинағын сөйлем деңгейінде туралады, яғни олар мәтінді сегменттеу үшін қатаң тыныс белгілерін пайдаланды. Бірақ бұл тәсіл мәтіннің дұрыстығын және тілдердің жақындығын тексеруді талап етеді. Сондықтан қолмен басқару қажет. Нәтижесінде поляк-украин жұпындағы барлық медициналық және барлық әдеби мәтіндер тураланған және тексерілген, тек француз және ағылшын тілдеріндегі мәтіндердің бір бөлігі ғана қолданылады. Сонымен қатар, Aranea корпусының фин және орыс тіліндегі нұсқалары мен Ресей ұлттық корпусының газет корпусының қосалқы корпусы мен Финляндия Ұлттық кітапханасының корпусы өте жақсы сәйкестендіріледі [13].

Теңестірілген параллель корпусты жасау параллель корпус үшін мәтін ресурстарын табудың қосымша қиындығына тап болады. Қазіргі уақытта параллель емес немесе салыстырмалы деректерден параллель ұсыныстарды алу үшін көптеген итерациялық іздеулер жүргізілуде. Мысалы, мұндай лингвистикалық деректерді Википедиядан алуға болады. Бұл параллель сөйлемдерді шығару үшін өте құнды ресурс, өйткені құжаттарды туралау қазірдің өзінде қамтамасыз етілген және бір тақырыптағы Википедия мақалалары әртүрлі тілдерде болуы мүмкін. Сонымен қатар, олар пайдаланушылар аннотациялары бар «interwiki» сілтемелері арқылы байланысады [14]. Алайда Википедия әлі толық зерттелмеген [15].

Демек, параллельді корпустарды теңестіру мәселесі әлі толық шешілмеген және әмбебап әдіс табылған жоқ деп қорытынды жасауға болады. Сонымен қатар, бүгінгі күні

көптеген зерттеулерде теңестіру әдісін таңдау зерттелетін тіл жұбына, мәтіндердің тақырыптық бағытына және корпуста ұсынылған құжаттардың түрлеріне байланысты деп саналады [16].

3 Материалдар мен тәсілдер

Параллельді корпус құру міндеті бірнеше бөліктен тұрады. Бірінші және ең маңызды міндеттердің бірі – мұндай корпустар үшін мәтіндік материал жинау. Интернетте екі тілді де, көптілді де болатын көптеген сайттар болса да, дұрыс екі тілді ресурстарды таңдау параллель корпусты дамытудың маңызды бөлігі болып табылады. Бұл тапсырма қазақ және орыс тілдері сияқты әртүрлі тілдерді өңдейтіндіктен қиын. Сонымен қатар, тілді өңдеу үшін ғана емес, сонымен қатар корпусқа қажетті материалды жинау үшін арнайы құралдар мен әртүрлі әдістерді қолдану қажет.

Біз веб-сайтты талдау ақпаратты жинау және сақтау процесін автоматтандырудың ең жақсы тәсілі деп санаймыз. Зерттеуіміз үшін біз дизайны, мазмұны және құрылымы бойынша ұқсас болуы мүмкін веб-сайттарды талдауға мүмкіндік беретін веб-сайтты талдауға арналған жеке бағдарламалық құралды әзірледік.

Біздің эксперименттерімізде қылмысқа қатысты параллель корпус ретінде ресурсы төмен және аннотациясы жеткіліксіз екі тілдің қос тілді корпусын қолданамыз, атап айтқанда орыс және қазақ.

Корпус әзірленгеніне үш жылдан астам уақыт болды [17], қазір оған қазақстандық интернет-ақпараттық кеңістігіндегі zakon.kz, caravan.kz, lenta.kz, nur.kz төрт жаңалық сайттарының 2018 жылғы сәуір 2021 жылғы маусым аралық кезеңіндегі мәтіндер топтамасы енгізілген. Бұл екі тілді сайттарды таңдау олардың әртүрлі оқиғалар, мысалы, тонау, кісі өлтіру, жазатайым оқиғалар және т.б. туралы қылмысқа қатысты мәтіндері бар мақалалардың айтарлықтай санына байланысты.

Қазіргі уақытта параллельді қазақ-орыс корпусының көлемі онша үлкен емес және 22000-ға жуық қатарлас сөйлемдерді құрайды. Корпустағы сөйлемдерді туралау үшін біз аударма сөздігі негізінде мәтінді автоматты түрде теңестіру бағдарламасын қолдандық, содан кейін қолмен тексеру жүргізілді.

Келесі кезеңде корпусты ұйымдастыру құрылымын анықтадық. Қазіргі уақытта мұндай құрылым оны жасаушылардың немесе пайдаланушылардың прагматикалық мақсаттарына байланысты өте әртүрлі болуы мүмкін:

– аудармаларға сілтеме жасай отырып, дәстүрлі мәтін түрінде;
– кестелік «айна» түрінде, қабылдауға және салыстыруға ыңғайлырақ, мәліметтер қоры түрінде.

Біздің зерттеуіміз үшін біз деректер қорының құрылымын таңдадық, өйткені бұл деректерді одан әрі көбейту мүмкіндігімен үлкен көлемдегі деректерді сақтаудың ең қолайлы тәсілі.

Барлық жаңалықтар мақалалары олардың идентификаторын, тақырыбын, веб-сайт мекенжайын және мақала мәтінін қамтитын дерекқор кестесінде сақталады. 1-суретте екі тілдегі мәтіндердің жалпы кестесінің фрагменті көрсетілген.

Келесі кезеңде біз корпусты POS-тегтеуді жүргіздік. Орыс корпусын таңбалау үшін біз орыс және украин мәтіндерін морфологиялық талдау үшін арнайы әзірленген Python pymorphy2 пакетін таңдадық. Пакет кітапханалары OpenCorpora сөздігін қолданады және танылмаған сөздер үшін гипотетикалық қорытынды жасайды.

ID_RU	ID_KZ	Site	Date	Head_Ru	Head_KZ
8072_ru_raw	8072_kz_raw	caravan.kz	16/07/2021	В Алматы накрыли наркосеть, которая изготавливала мефедрон	Алматыда мефедрон дайындап отырған есірткі желісі әшкере болды
8078_ru_raw	8078_kz_raw	ktk.kz	16/07/2021	Украденные из столичного парка 66 фонарей сдали на металлолом	Астаналық парктен ұрланған 66 шам металл қалдықтарын жинаушыларға өткізілген
8129_ru_raw	8129_kz_raw	zakon.kz	16/07/2021	Рабочий погиб в Алматы, ремонтируя водопровод	Алматыда су құбырын жөндеу кезінде жұмысшы қайтыс болды.
8131_ru_raw	8131_kz_raw	caravan.kz	16/07/2021	В Алматы автовладельцы по налогам задолжали 7,6 миллиарда тенге	Алматыда автомобиль меңгерушілері салықтар бойынша 7,6 млрд теңге қарызға батты
8149_ru_raw	8149_kz_raw	ktk.kz	16/07/2021	Наркотики в Казахстан везли из-за границы, маскируя их под алкоголь	Шетелден Қазақстанға алкаголь әкеле жатқан болып есірткілер тасымалдаған
8151_ru_raw	8151_kz_raw	zakon.kz	16/07/2021	Грабитель едва не задушил продавщицу в Актау	Қарақшы Ақтауда сатушыны буындыра жаздады
8154_ru_raw	8154_kz_raw	caravan.kz	16/07/2021	Касым-Жомарт Токаев поручил настроить "выделенки" для автобусов в городах	Қасым-Жомарт Тоқаев қалаларда автобустар үшін арнайы "жолақ бөлуді" тапсырды
8162_ru_raw	8162_kz_raw	zakon.kz	16/07/2021	Toyota едва не снесла киоск в Павлодаре	Павлодарда Toyota дүңгіршекті қиратып кете жаздады
8173_ru_raw	8173_kz_raw	nur.kz	16/07/2021	Дело об убийстве младенца: медики заявили отвод суду в Атырау	Сәбидің өлтірілуі туралы іс: дәрігерлер Атырауда сотқа қарсылық білдірді
8185_ru_raw	8185_kz_raw	zakon.kz	16/07/2021	30-летнего мужчину, убившего 42-летнюю подругу, осудили в Алматы	Алматыда 42 жастағы көңілдесін өлтірген 30 жасар ер адамды соттады
8200_ru_raw	8200_kz_raw	nur.kz	16/07/2021	От 500 тыс. и в рассрочку: младенцев продают на черном рынке в Казахстане	Қазақстанда жасырын базарда сәбиді 500 мың теңгеге және несиеге сатады
8208_ru_raw	8208_kz_raw	zakon.kz	16/07/2021	Банковские мошенники обокрали правнука Брежнева	Банк алаяқтары Брежнев шөбересін тонап кетті

Сур.1 Екі тілдегі мәтіндері бар мәліметтер базасының үзіндісі

Өз кезегінде, қазақ таңбасының күрделілігі, құрылымдық және типологиялық сипаттамасы оның агглютинациялық тілдерге жататындығымен байланысты. Агглютинативті форма флективке қарама-қарсы, мұнда әр форманттың бірден бірнеше бөлінбейтін мәні бар (мысалы, жағдай, жыныс, сан және т.б.).

4 Корпустың автоматты тураланyы

Біздің корпусты автоматты түрде туралаудың бірінші қадамында біз тыныс белгілерін, бас әріптерді және абзацтарды басшылыққа алдық. Келесі қадамда теңестіруді ұсынудың екі негізгі тәсілі бар. Айтарлықтай жақсы өнімділікті қамтамасыз ететін бірінші тәсіл сөйлем ұзақтығына негізделген. Екінші ресурсты көп қажет ететін тәсілде сөзді туралау әдісі арқылы лексикалық сәйкестіктер нақтыланады. Бұл саланы егжей-тегжейлі зерделеу әр түрлі тіл топтарына жататын тілдер үшін, кейінірек арнайы, тақырыптық мәтіндер үшін сөздіктерді теңестіру әдісін қолданған дұрыс екендігі анықталды. Осы нәтижеге сүйене отырып, біз дайындықтың алдыңғы кезеңдерінде алынған лексикалық сәйкестіктер мен POS-тегтеу мәндерін қолданамыз. Сөйлемді туралаудың бірінші қарапайым тәсілін қолдана алмауымыздың басты себебі – қазақ және орыс тілдерінің синтаксисі мен семантикасының арасындағы орасан зор айырмашылық.

Лексикалық сәйкестіктер жиынтығы ретінде біз қазіргі уақытта шамамен 605 негізгі сөзді (330 зат есім, 107 сын есім және 168 етістік) және негізгі сөздердің 2500-ден астам синонимдерін қамтитын жеке XML-сөздігін пайдаланамыз. Тезаурус биграммаларды кеңейте отырып, зерттеудің келесі кезеңдерінде жаңартылады.

2-суретте біз фон ретінде қолданатын тезаурустың фрагменті көрсетілген. Сөздікте 605 сөз бар.

```xml
<term id="3">
    <lemma lang="ru">взрыв</lemma>
    <domain>OFFENSE</domain>
    <synset lang="ru">подрыв, взрывание</synset>
    <definition lang="ru">мгновенное разрушение чего-н., сопровождающееся образованием сильно нагретых, с высоким давлением газов
; звук, сопровождающий такое разрушение (Разрушительный в., ядерный в., раздался в.)</definition>
    <example lang="ru">В Арыси произошла серия взрывов на складе боеприпасов</example>
    <hypernims lang="ru">['разряд']</hypernims>
    <hyponims lang="ru">['воздушный взрыв', 'обратный огонь', 'взрыв в возд4ухе', 'ответный огонь' 'большой взрыв', 'ударный
механизм']</hyponims>
    <lemma lang="en">explosion</lemma>
    <synset lang="en">blast, bombing, detonation</synset>
    <definition lang="en">a violent release of energy caused by a chemical or nuclear reaction</definition>
    <example lang="en">Some 85 percent of Arys's buildings, mainly private houses, were damaged by heavy smoke, shock waves, and
flying debris from the explosions</example>
    <hypernims lang="en">['discharge']</hypernims>
    <hyponims lang="en">['airburst', 'backfire', 'bigbang', 'blast', 'blowback']</hyponims>
    <lemma lang="ka">жарылыс</lemma>
    <synset lang="ka">қопарылыс, бүлдіру</synset>
    <definition lang="ka">оталып тұтанатын заттың жарылуынан пайда болған қопарылыс, дүмпу</definition>
    <example lang="ka">26 тамыз кешкісін Жамбыл облысы Байзақ ауданындағы 28349 әскери бөлімі аумағындағы оқ-дәрі сақталатын
қоймада жарылыс болды</example>
    <hypernims lang="ka">['разряд']</hypernims>
    <hyponims lang="ka">['әуе жарылысы', 'кері әсер', 'үлкен жарылыс', 'жарылыс', 'соққы', 'қопарылу']</hyponims>
    <lemma lang="ua">вибух</lemma>
    <synset lang="ua">спалах</synset>
</term>
```


Сур.2 Пайдаланылған XML-сөздігінің үзіндісі

Сөйлемдердің тураланyын жақсарту үшін сөздік әдісінен басқа, сөйлемдегі сөздерді POS-тегтеу туралы білімді қолданамыз. Бұл тәсіл сөздік әдісінің нәтижесін жақсартады, өйткені қазақ сөздерінің бірнеше аударма нұсқалары бар. Мәтіндердегі сөздердің дұрыс белгіленуі арқасында ең жақсы аударма баламасын жақсартуға болады.

5 Тәжірибелер және нәтижелер

Қазіргі уақытта параллельді қазақ-орыс корпусының көлемі орыс тіліндегі 3000 мәтінді және қазақ тіліндегі 3000 мәтінді, оның ішінде қазақша-орысша реттелген сөйлемдерден тұратын екі мың мәтінді құрайды.

Мұндай теңестіру үшін аударма сөздігіне негізделген автоматты мәтінді туралау қолданбасы пайдаланылды [17]. Параллельді корпустағы сөйлемдердің мағыналық сәйкестігінің сенімділігін бағалауды сарапшылар – тіл мамандары, қазақ және орыс тілдерінің ана тілінде сөйлейтін мамандары жүргізді. Сарапшылар қазақ және орыс тілдерінде автоматты түрде жұптастырылған сөйлемдермен қамтамасыз етілді. Әрбір сарапшы шкала бойынша әрбір сөйлемнің дұрыс туралануын бағалауы керек болды: 0 – автоматты туралау дұрыс орындалмады, 1 – сөйлемдерді автоматты туралау дұрыс орындалды. 3-суретте қазақ-орыс параллель корпусты автоматты теңестіру бойынша сараптама нәтижелерінен үзінді келтірілген.

Сарапшылардың пікірлері арасындағы келісу дәрежесі Каппа-Коэн статистикалық коэффициенті арқылы анықталды. Сарапшылардың пікірлері мен автоматты туралау нәтижесі арасындағы келісу коэффициенті бірлікке жақын (agreement ≈ 0,98). Коэффициенттің бұл мәні әзірленген қазақша-орысша мәтіндегі сөйлемдерді мағыналық жағынан сәйкестендіріп қарастыруға мүмкіндік береді.

1	Sentence_ID	Ru	Kz	Resul	Expert 1	Expert 2
2	1_zakon_20.07.2018_ru_raw.01	Глава государства поручил Касымову и Кожамжарову взять на контроль дело Дениса Тена.	Мемлекет басшысы Қасымов пен Қожамжаровқа Денис Теннің ісін бақылауға алуды тапсырды.	=	1	1
3	1_zakon_20.07.2018_ru_raw.02	Руководству Администрации Президента было поручено держать	Президент Әкімшілігінің Басшылығына тергеу барысын үнемі бақылауда ұстау	=	1	1
4	1_zakon_20.07.2018_ru_raw.03	генеральному прокурору Кайрату Кожамжарову и министру внутренних	қызметінің ақпаратына сүйене отырып хабарлауы бойынша, Мемлекет басшысы	=	1	1
5	1_zakon_20.07.2018_ru_raw.04	Президента было поручено держать ход расследования на постоянном	тергеу барысын үнемі бақылауда ұстау тапсырылды.	=	1	1
6	1_zakon_20.07.2018_ru_raw.05	Для расследования уголовного дела создана следственно-оперативная группа из числа наиболее опытных	Қылмыстық іс бойынша тергеу жүргізу үшін Алматы қаласы ІІМ және ІІД тәжірибелі қызметкерлерінен	=	1	1
7	1_zakon_20.07.2018_ru_raw.06	Убийцам Дениса Тена грозит пожизненное заключение.	бостандығынан айыру жазасы берілуі мүмкін.	≠	0	0
8	2_zakon_20.07.2018_ru_raw.01	За совершение убийства разыскивается Кудайбергенов Арман Бурибаевич.	Кісі өлтіргені үшін Құдайбергенов Арман Бөрібаев іздестірілуде.	≠	0	0
9	2_zakon_20.07.2018_ru_raw.02	МВД РК20 июля 2018, 11:00 Фотографию второго подозреваемого в убийстве Дениса Тена распространило	ҚР ІІМ 2018 жыл, 20 шілде 11:00 Zakon.kz ақпарат көзінің хабарлауы бойынша, ҚР ІІМ Денис Теннің өліміне	=	1	1
10	2_zakon_20.07.2018_ru_raw.03	За совершение убийства разыскивается Кудайбергенов Арман Бурибаевич, 1994 года рождения, уроженец	Кісі өлтіргені үшін Қызылорда облысының тумасы - 1994 жылғы Құдайбергенов Арман Бөрібаев іздестірілуде.	=	1	1

Сур.3 Қылмыстық боялған мәтіндердің параллельді қазақ-орыс корпусының сөйлемдерін автоматты түрде теңестіру процесін сараптамалық бағалау нәтижесінің фрагменті

6 Қорытынды

Параллельді корпустар машиналық аударма жүйелерін әзірлеу және теңшеу, салыстырмалы тілдерді оқыту және тілді үйрену сияқты әртүрлі мәселелерді шешу үшін қолданылады. Мұндай корпусты дамыту әсіресе ресурсы төмен тілдер үшін және орыс және қазақ тілдері сияқты әртүрлі топтарға жататын тілдердің жұптары үшін маңызды.

Параллельді қазақ-орыс корпусы Қазақстандағы төрт көптілді ақпараттық сайттардың негізінде әзірленіп, олардың ішінен арнайы қылмыстық ақпарат таңдалды.

Корпус арнайы конфигурацияланған сөздікті пайдаланып және екі мәтіннің де POS-тегтерін біле отырып, теңестіріледі. Сарапшылардың пікірлері мен автоматты туралау нәтижесі арасындағы келісу коэффициенті бірлікке жақын (agreement ≈ 0,98). Сонымен қатар, корпус корпусқа арнайы ақпаратты қосуға мүмкіндік беретін арнайы бағдарламалық қосымшамен жабдықталған. Әзірленген теңестірілген қазақ-орыс параллель корпусын машиналық аударма, қылмысқа қатысты мәтіндерді анықтауға және шығаруға, сондай-ақ әртүрлі NLP тапсырмаларына арналған оқу деректері ретінде пайдалануға болады.

Біздің зерттеуіміздің келесі кезеңі – қазіргі уақытта қазақ мәтіндері үшін осындай толық таңбалаудың күрделілігімен шектелген POS-тегтерін пайдалана отырып, ақпаратты теңестіру кезеңіне белсендірек қатысу.

7 Алғыс

Жұмыс Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Ғылым комитетінің қаржылық қолдауымен орындалды (№AP09259309).

Әдебиет

1. Беляева Л.Н. Корпусная лингвистика и перевод: потенциал и ограничения // Труды международной конференции «Корпусная лингвистика – 2011» (Санкт-Петербург, 27-29 июня 2011г.) СПб: Изд-во филологического ф-та СПбГУ, 2011. С. 87-91.

2. Gale W.A., Church K.W., 1993. A program for aligning sentences in bilingual corpora. Computational Linguistics, 19(1):75–102.

3. Tiedemann J. News from OPUS – A Collection of Multilingual Parallel Corpora with Tools and Interfaces // Recent Advances in Natural Language Processing. 2009. Vol V. P. 237- 248.

4. Электронный корпус текстов по памятникам древнерусской агиографической литературы / А.С. Герд., Е.Л. Алексеева, И.В. Азарова, Л.А. Захарова // Научно- техническая информация. Информационные процессы и системы. Серия 2. 2004. No 9. С. 16 - 20.

5. Kay M., Roscheisen M., 1993. Text translation alignment. Computational Linguistics, 19(1):121-142.

6. Fung P., McKeown K., 1994. Aligning noisy parallel corpora across language groups: word pair feature matching by dynamic time warping. Proceedings of the First Conference of the Association for Machine Translation in the Americas (AMTA-94), pages 81-88, Columbia, Maryland, USA.

7. Simard M., Foster G.F., Isabelle P., 1992. Using cognates to align sentences in bilingual corpora. Proceedings of the Fourth International conference on theoretical and methodological issues in Machine translation, pages 67-81, Montreal, Canada.

8. Daniel Varga, Peter Halacsy, Andras Kornai, Viktor Nagy, Laszlo Nemeth, Viktor Tron, 2007. Parallel corpora for medium density languages. In MREC, H-1111 Budapest MetaCarta Inc., U of Edinburgh.

9. Pavel Vondricka, 2014. Aligning parallel texts with InterText. In Institute of the Czech National Corpus, Charles University in Prague Faculty of Arts.

10. Zhandos Zhumanov, Aigerim Madiyeva, Diana Rakhimova, 2017. New Kazakh parallel text corpora with online access. Al Farabi Kazakh National University, Laboratory of Intelligent Information Systems, Almaty, Kazakhstan.

11. Diana Rakhimova, Zhandos Zhumanov, 2017. Complex Technology of Machine Translation Resources Extension for the Kazakh Language. Al Farabi Kazakh National University, Laboratory of Intelligent Information Systems, Almaty, Kazakhstan.

12. Natalia Grabar, Olga Kanishcheva, Thierry Hamon, 2018. Multilingual aligned corpus with Ukrainian as the target language. CNRS, Univ. Lille, National Technical University Kharkiv Polytechnical Institute, Kharkiv, Ukraine, Universite Paris-SaclayOrsay, France.

13. Juho Harme, 2018. Last year but not yesterday? Explaining differences in the locations of Finnish and Russian time adverbials using comparable corpora. University of Tampere, Finland.

14. Jason R. Smith, Chris Quirk and Kristina Toutanova, 2010. Extracting Parallel Sentences from Comparable Corpora using Document Level Alignment. In Center for Lang. and Speech Processing Johns Hopkins University and Microsoft Research.

15. Lewoniewski, W., Węcel, K., Abramowicz, W. Quality and importance of Wikipedia articles in different languages. In International Conference on Information and Software Technologies. 2016, p. 613-624.

16. Alexandr Rosen, 2005.In search of the best method for sentence alignment in parallel texts. In Computer treatment of Slavic and East European languages. Third international. seminar. Bratislava, Slovakia, p. 174-185

17. N. Khairova, A. Kolesnyk, O. Mamyrbayev, K. Mukhsina, The aligned Kazakh-Russian parallel corpus focused on the criminal theme // CEUR Workshop Proceedings. – 2019. – P. 116-125.

ПРЕИМУЩЕСТВО УСТАНОВКИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ УМНОЙ СИСТЕМЫ

Е.Б. Муратов[2], Г.З. Зиятбекова[1,2]
e-mail: muratovyerken@gmail.com
[1]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан
[2]Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Аннотация. *Статья посвящена установке энергосберегающей системы «Умный офис». В данной статье рассматривается технология системы и его принципы работы. Использованы методы построения и управления смарт-систем. Также описывается повышение комфортности, благодаря технологии «Умный офис». Использован удобный интерфейс для пользователя. Затрагиваются такие функции как: оптимизация освещенности, отопления, защита и управление домом дистанционно, при помощи мобильных устройств и специальных брелков.*

Ключевые слова: *умный офис, смарт-системы, интеллектуальный выключатель, автоматизированное жилище, контроллер и датчик.*

Введение. Установка системы «Умный офис» подразумевает собой современное и технологичное решение, благодаря которой можно экономить электричество, обеспечить безопасность сотрудников и создать комфортные условия для работы.

Рассмотрим данную технологию на следующих примерах. Оборудование, входящее в определение «Умный офис», имеет ряд отличий от выключателей, розеток, ламп, как советский телевизор с ручками переключения сигналов различается с современным, оснащенным пультом дистанционного управления. К примеру, внешний вид интеллектуального выключателя практически схож с обычным. Несмотря на это, одной клавишей можно как включить - выключить, так и поменять яркость. Теперь нет необходимости протягивать много проводов и устанавливать несколько выключателей, для того чтобы обеспечивать включение ламп в люстре группами или вмонтированные в потолки или стены группы светильников. Даже при установке двойного выключателя свет может стать ярким вполовину, и его можно выключить. Что касается интеллектуального выключателя, становится достижимым вмонтировать 12 уровней регулировки яркости от нуля до полной мощности.

Интеллектуальный выключатель имеет отличие и от устройств плавного изменения яркости света. Появляется возможность управлять яркостью света, не отходя от места пребывания, к примеру, комфортно расположившись на диване. Главное условие, чтобы поблизости имелась розетка, к которой присоединен многоканальный выключатель – мини контроллер, который может успешно управлять и другими электроприборами - кофеваркой, нагревателем, утюгом.

Методы и постановка задачи. Все эти методы смарт-систем будут доступны используя определенные инструменты, такие как ручной режим, то есть с помощью стационарных выключателей и регуляторов; аудио-команды, куда изначально встроены все доступные функции; компьютер и пульт дистанционного управления, с помощью которого

пользователь будет включать и настраивать умную систему; режим автоматизации с заданным алгоритмом и методом; мобильное приложение, благодаря чему можно удалённо использовать систему автоматизации и контролировать весь процесс.

При проектировании «Умного офиса» для передачи сигналов управления могут применяться уже проложенные провода от розеток и светильников, хотя, разумнее и функциональнее в период эксплуатации или наращивании системы иметь проложенный в момент строительства, наравне с другими инженерными сетями, специальный кабель – шину. Наличие которой позволит обновлять систему всем, что будет необходимо без колоссальных трат на перепроектирование и ремонтные работы.

Еще одним удобным в плане комфорта и экономии является датчик движения. Если его вмонтировать, свет может включаться самостоятельно при движении человека на дистанции 6-8 метров. Через некоторое время датчик подаст сигнал на выключение света. Также датчик легко запрограммировать на включение света, когда стемнеет. Еще одна положительная сторона - датчик может работать автономно от батареек, поэтому не нужно будет прокладывать дополнительные провода.

Ощутимо прибавит комфорта универсальный пульт, который способен заменить отдельные — для телевизора, стереосистемы, видеомагнитофона, DVD-проигрывателя и т.п. Универсальный пульт может совершать управление всей аппаратурой, установленной и приобретенной в дальнейшем. Такая функция потребует применения еще одного устройства – релейного модуля, похожего на тройник. Электроприборы, которыми необходимо управлять, подсоединяются к релейному модулю [1].

Обсуждение и результаты. Защитить свой офис поможет электронный ротвейлер или RoboDog, интеллектуальное устройство, копирующее лай 60-килограммового ротвейлера. Прибор функционирует благодаря батарейкам, то есть он не зависит от напряжения сети. Срабатывать RoboDog может от датчиков движения, от брелков, от датчиков открытия дверей, от датчиков вибрации [2]. Чтобы осуществлять удаленное управление приборами, нужен телефонный контроллер, который можно использовать и как обычный контроллер — он позволяет управлять 10-ю приборами по телефону и 8-ю приборами от кнопок. Доступ к управлению защищен кодом. Также возможно использование спутникового ресивера, и если его подключить к нескольким телевизорам, то им можно производить управление из нескольких мест при помощи обычного пульта, применяя радиоудлинитель пульта, который принимает управляющие сигналы и передает их далее на приемник по радио [3].

Применение вышеперечисленного интеллектуального оборудования отличалось главной потребительской функцией – их работа эффектна. В комплексе «Умный офис» имеются и другие устройства, которые не столь эффектны внешне, но полезны.

Рассмотрим пример: если установить в котельной несколько датчиков и контроллер, владелец получит новые возможности: включение/выключение котла по программе, а также на расстоянии. Также контроллер будет осуществлять контроль и за давлением газа, и за наличием солярки, и за давлением жидкости — ведь обычно в системе стоит автоматический клапан выпуска воздуха, а с воздухом уходит и водяной пар — давление в системе падает, а контроллер вовремя даст команду клапану добавить воды в систему. Все эти функции возможны при установке необходимого количества датчиков, с помощью которых контроллер будет осуществлять сбор информации.

Управление можно производить и над батареями отопления. Возможно оснащение датчиком форточки - при их открывании не будет отапливаться улица. Если терморегуляторы на батареях отопления уже имеются, то существуют специальные накладки на терморегуляторы. Если терморегуляторов нет, придется устанавливать управляемые клапаны, которые будут включать и выключать потоки теплоносителей через батареи. Но в данных

ситуациях будет необходимо протягивать провода. Разумеется, удобнее было бы спроектировать все без проводов — но в ближайшей перспективе это нереально. А вот при необходимости высокой степени надежности работы и управляемости всех узлов и агрегатов, наращивание комплекса управляемого оборудования при сохранении всех действующих систем и параметров - самое эффективное средство - прокладка кабельной системы [3].

Срок службы кабельной системы «Умный офис» сравним со сроком эксплуатации самого дома. Чтобы осуществить данную задумку одновременно с прокладкой инженерных систем, необходимо в каждую комнату, к каждой розетке и выключателю протянуть специальную витую пару проводов из места, где будет стоять компьютер. Далее, в каждой комнате необходимо сделать телефонную розетку, чтобы впоследствии подключить к домашней АТС, а к ней же — домофон, управление замком. Выигрышно провести данную телекоммуникацию восьмижильной витой парой. Телевизионный кабель должен быть как можно более высокого качества и лучше всего его подключить к розетке.

Что касается силового кабеля, то разумнее всего на каждом этаже предусмотреть место для шкафа и с каждой группы розеток, от каждого выключателя, а также с каждой группы светильников протянуть трехжильный кабель прямо в шкаф, без всяких соединений в комнатах. Во всяком случае, если передумать проектировать «Умный офис», шкаф даст возможность соединить провода классической схемой, с выключателем, который просто размыкает линию фазы. Зато в будущем данная геометрия проводки позволит быстро вернуться к идее «Умного офиса» и осуществить ее. Затраты на прокладку системы кабелей, установку датчиков и контроллеров, а также монтаж и запуск системы «Умный офис» сравнимы по цене с автомобилем хорошего класса. И какая бы схема расчета затрат на использование «Интеллектуального здания» ни была бы применима - система окупится. Так как ущерб от кражи, пожара, утечки газа или нападения на дом гораздо больше, чем вложения в оснащение офиса системы «Интеллектуального здания» [4].

Стоит учитывать, что все процессы автоматизации изначально должны быть указаны по определенному сценарному управлению. Условия ставятся в зависимости от определенных задач и все входные данные передаются от сенсоров, которые принимают все значения температуры, давления, освещения и т.д. В этом случае немаловажную роль здесь играют датчики движения, умные часы, датчики с инфракрасной технологией.

Система «Умный офис» является автоматизированной системой управления, поэтому функции управления связаны между человеком и автоматическими системами, тогда как ручное управление берет на себя большую ответственность. Основное преимущество системы заключается в том, что все это разнообразие технологий и инструментов включает в себя единый «организм».

Интерфейс для пользователя очень удобен в использовании и также выполнен с учетом пожеланий специалиста. Он состоит из сенсорных видеоинструментов, представляющих визуальный план любого офисного помещения, а также изображений с камер. Система управления освещением помогает управлять параметрами кондиционеров, освещения и вообще всей офисной обстановки.

Если углубиться детальнее, то преимущества установки «Умной системы» поражают: экономия электроэнергии, отопления, газа, воды до 50-60%; совместимость всех элементов «Умного офиса» в единую систему; комплексное регулирование температуры и яркости в офисе, поддержание комфортных условий для организма; обеспечение безопасности в помещении благодаря пожарной и охранной системе, установка видеокамер, которые будут полностью контроллировать весь процесс работы в офисе, распознавая каждого сотрудника.

Процесс энергосбережения включает в себя методы и технологии, позволяющие уменьшить ненужные затраты энергии. В среднем, в Казахстане уровень затрат электроэнергии в себестоимости занимает 40-50%. Такие внушающие цифры связаны с использованием устаревших инструментов и приборов в офисах. Именно для таких случаев используется «Умная система», которая поможет автоматизировать весь процесс работы, благодаря автоматизации электроприводов, датчиков и производственным инструментам [5].

Однако, в начале, эти современные решения вызвали не совсем позитивную реакцию у руководителей и владельцев компаний. Нелюбовь к таким мерам была очевидна. Многие не хотят «заморачиваться» над новой светотехникой, привыкать к непонятным энергосберегающим лампам. Многие удивились ценам на новые лампы, которые стоили значительно дороже обычных ламп накаливания. Однако грамотная работа с общественностью и всестороннее освещение проблем и вопросов помогли населению разобраться в спорных вопросах и получить сбережения и энергии, и собственных денег.

Выводы. В статье рассмотрены основные положения и принципиальные отличия известных моделей энергосберегающей системы. Показаны преимущества установки системы, позволяющие уменьшить ненужные затраты энергии. Известно, что выгоду от потребления и установки «Умного офиса» приобретают, в первую очередь, предприятия, специализирующиеся на выпуске приборов учета, энергоаудиторов. С другой стороны, переход на новое энергосберегающее оборудование сильно ударит по чужим карманам. Но надо понимать, что такие современные решения работают не на сиюминутную отдачу, а на будущее. Средства, вложенные в модернизацию сейчас, окупятся и принесут прибыль в будущем.

Литература

1. Тесля Е. «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире. - СПб: Питер, 2008. - 224 с.

2. Белов А.В. Arduino: от азов программирования дло создания практических устройств. – СПб.: Наука и техника, 2018. – 480 с.

3. Жукова М. «Умные дома»: или нужное, или всего лишь ставшее возможным? [Текст] / М. Жукова. // Смена. - 2007. - № 11. - С. 70-75.

4. Авдеев А. С. Разработка систем автоматизации жилых и офисных помещений «Умный Дом» // Сборник научных трудов студентов «Катановские чтения» – 2014». – 2014. – С. 142-143.

5. Г.З. Зиятбекова, А.Т. Мазакова, А.Д. Бургегулов, Е.Б. Муратов. Разработка энергосберегающей системы «Умный офис» и его принципы работы // Вестник КазУТБ. – Нур-Султан, 2022. - №1(14). – С. 13-18.

Сведения об авторах:

Муратов Еркен Беймбетович – магистрант КазНУ имени аль-Фараби muratovyerken@gmail.com

Зиятбекова Гулзат Зиятбеккызы – PhD, и.о. доцента КазНУ имени аль-Фараби ziyatbekova@mail.ru

КОНВУЛЬСИЯЛЫҚ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІНІ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ТЕРІ АУРУЛАРЫН ЖІКТЕУГЕ АРНАЛҒАН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ МОДЕЛІ

Омар А.Б., Темиргазиева Ш., Базаркулова И.Е., Ыбырахым Н.С., Марат А.К.
e-mail: aiym.omar98@gmail.com, temirgazievash@gmail.com, inkarbaza@gmail.com, ybyrahymnuraj@gmail.com, ayazhanzhugunus@gmail.com

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Қазақстан

Аңдатпа. *Меланома - өлімге әкелетін тері ауруы. Бұл меланоциттер бақылаусыз дамыған кезде пайда болады. Меланома ауруы Австралияда, Жаңа Зеландияда өте кең таралған. Әрбір 15-ші Жаңа Зеландиялыққа өмірінің бір сәтінде меланома диагнозы қойылады. Меланоманы анықтау өте қиын міндет. Сондықтан тері қатерлі ісігін анықтау және тану патологтардың дәлдігін арттыруға үлкен көмек көрсетеді. Бұл зерттеу бастапқы кезеңдерде меланома түрін сенімді диагностикалауға арналған терең оқыту әдісін ұсынады. Ұсынылған модель қатерлі зақымдануды, беттік таралуды және түйінді меланоманы ажыратады. Модель конвульсиялық нейрондық желіге (CNN) негізделген. Эксперименттердің нәтижелері ұсынылған әдіс диагностикалық дәлдік тұрғысынан қазіргі уақытта озық деп саналатын әдістемелермен салыстырғанда жоғары екенін көрсетеді.*

Кіріспе

1970 жылдардан бастап тері қатерлі ісігі әлемдегі ең көп таралған ауру атағын сақтап келеді. Соңғы бірнеше онжылдықта меланома және тері қатерлі ісігі диагнозы қойылған адамдар санының күрт өсуі байқалды. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы мәлімдегендей, меланома қатерлі ісік ауруының үш жағдайының бірінде ғана анықталуы мүмкін және Тері қатерлі ісігіне қарсы Қор ұсынған статистикаға сәйкес, Америка Құрама Штаттарындағы әрбір бесінші адам белгілі бір уақытта тері қатерлі ісігіне шалдығады. Соңғы бірнеше ғасырларда тері қатерлі ісігі ауруы салыстырмалы түрде тұрақты қарқынмен өсті, әсіресе батыс жарты шарда (АҚШ, Канада және Австралия және т.б.). Тері қатерлі ісігі ауруы бүкіл әлемде жаңадан диагноз қойылған қатерлі ісік ауруының 7 пайызын құрайды [1], бұл 2011 жылы Америка Құрама Штаттарындағы Medicare бағдарламасына 8 миллиард доллардан астам шығын әкелді. Тиісті емдеуді тағайындау үшін терінің зақымдануын дұрыс анықтау керек. Бұл әдісті қолдана отырып, дерматоскопияны қолдана отырып, фотосуреттер мен суреттерден меланома диагнозын ертерек жүргізуге болады, бұл өмір сүруді арттырады [2].

Меланомаларды тәжірибесі мол дерматологтар үшін де дәл диагноз қою үшін қиын болуы мүмкін, өйткені зақымданған тері мен сау тері арасында үлкен айырмашылық жоқ, визуалды түрде ұқсас болып көрінеді. Осылайша, терінің зақымдануын автоматты түрде талдай алатын жүйе сияқты тері ісіктерін анықтаудың сенімді автоматты әдісін жасау патологтар үшін өте пайдалы болады (әсіресе сенімсіздік жоғары болғанда) [3-4]. Осы зерттеудің нәтижелері бойынша K-жақын

көршілер, тірек векторлық машиналар және шешім ағаштары жіктеу әдістері дәлдік тұрғысынан қанағаттанарлықсыз нәтижелер берді. Осыған орай, 86,6 пайыздан асатын дәлдікті қамтамасыз ететін тығыз конвульсиялық желіге негізделген модель ұсынылды. Терең оқыту арқылы суреттерді тиімді және сенімді классификациялауға қол жеткіздік. Жобаның басты мақсаты-қалың жұртшылық үшін тез әрі оңай болатын тері обырына скрининг жүргізу әдісін әзірлеу. Көп жағдайда меланома неғұрлым ертерек танылса, адамның толық қалпына келу ықтималдығы соғұрлым жоғары болады. Американдық Дерматология академиясының қауымдастығының мәліметтері бойынша, дерматологиялық қатерлі ісіктердің көпшілігі, егер олар ерте сатысында анықталса, емделеді [5-6]. Алайда оқытылған модельді тері биопсиясынан бұрын жасалатын қадам ретінде түсіну керек. Тері қатерлі ісігі бар-жоғын дәл білу үшін, дерматологқа барып, тері биопсиясын міндетті түрде жасуды талап етеміз. Себебі, бұл дәл диагноз қоюдың жалғыз әдісі.

Әдебиетке шолу

Тері зақымдануларының кескінін өңдеудегі үш маңызды мәселені шешу үшін [7] терең оқытудың екі түрлі алгоритмі қолданылды, атап айтатаын болсақ зақымдану белгілері желісі (LFN) және зақымдануды индекстеу желісі (LIN). Қарапайым CNN дермоскопиялық белгілерді алу мәселесін шешу ретінде көрсетілген. Берілген терең оқыту платформасын бағалау мақсатында ISIC 2017 деректер жиынтығы қолданылды. Жасалынған экспериментте ұсынылған (LIN) зақымдануды сегментациялау және жіктеу үшін машинаны оқыту алгоритмдеріне қарағанда жақсы жұмыс істейтінін көрсетеді.

Мақалада тері зақымдануын сегментациялаудың толық автоматты әдісі жасалынды [8]. Бұл әдіс үйретілген 19 қабатты терең CNNS-ті оңтайлы қолданады, сондықтан деректерді алдын-ала білуге сенбейді. Кросс-энтропияны кескінді сегменттеу үшін жоғалту функциясын қолданған кезде,алдыңғы және фондық пиксельдер саны арасында үлкен теңсіздік бар. Ұсынылған құрылымды жалпылау үшін пайдалылықты, тиімділікті және әлеуетті бағалау үшін көпшілікке ашық екі мәліметтер жиынтығын қолданылды [9].

Лоретта Ишиме [10] және оның әріптестері жіктеудің екі кезеңінде байланысқан бірнеше нейрондық желілерге негізделген ерекше тәсілді ұсынды. Өте терең желілерді толық пайдалану үшін оқу деректерінің шектеулі мөлшерімен де жақсы оқуды қамтамасыз ету үшін қолдануға болатын көптеген әдіснамаларды ұсынылды. Бұл тәсіл жіктеу желісіне дерматоскопияның толық суреттерінен гөрі сегменттелген нәтижелерден көбірек өкілдік және ерекше белгілерді алуға мүмкіндік береді, осылайша жиналуы керек оқу деректерінің санын азайтады.

Рашми Патил және әріптестері көрсеткендей меланомалар [11] әртүрлі жолдармен көрінуі мүмкін және әдеттегі ескерту белгілерін көрсетпеуі мүмкін және оларды ерте сатысында анықтау өте маңызды. Бұл зерттеу меланоманы бағалаудың автоматтандырылған құралын жасау үшін трансферттік оқытуды қолданады. Бұл мақалада меланоманы анықтаудың компьютерлік әдісі де сипатталған. Дәлдікке келетін болсақ, precision, f1 score, recall және accuracy көрсеткіштері қолданылады.

Константин Коротков және әріптестері [12] зерттеу аясында тері зақымдануларының сәйкестік мәселесін шешудің тәсілдерін сипаттады. "Бүкіл денені суретке түсіру" деп аталатын процесс ауруханада болған кезде пациенттердің әртүрлі

отырғыштардағы клиникалық суреттерін қамтиды. Дене терісінің күйін жалпы бағалау бойынша клиникалық мамандар фотосуреттерді науқастың терісінің қазіргі жағдайын құжаттау үшін, сонымен қатар терінің әртүрлі ауруларының дамуын зерттеу үшін пайдаланады.

Материалдар мен әдістер

Конволюциялық нейрондық желі (КНЖ)

Суреттерді өңдеуде конволюциялық нейрондық желі ең көп қолданылатын және тиімді терең оқыту алгоритмі болып табылады. Бұл терең оқытудың ең озық тәсілдері [2]. Терең оқыту моделіне қарағанда параметрлерді бірлесіп пайдалану және бейімделудің күшті мүмкіндіктері арқылы конволюциялық нейрондық желіде бірнеше қосымшалар бар: биологиялық мәтінді талдауды, нысандарды анықтауды және тануды, зиянды бағдарламаларды жіктеуді қамтиды. Зерттеушілер конволюциялық нейрондық желі функцияларын бірнеше жолмен қолданады. Конволюциялық нейрондық желі жануарлардың кортикальды көру тәсіліне негізделді, ол бүкіл көру өрісі бойынша қабаттасатын шағын аудандарда жарықты анықтайды. Желіге тереңірек енген сайын қабаттар жоғарырақ сипаттарды шығарады, олар дәлірек болады. Конволюциялық нейрондық желі модельдері пиксель мәндерінің ішкі көрінісі мен осы шамалардың екі өлшемді матрица ретінде қалай көрінетіні арасында корреляция жасау қабілетіне ие екендігі белгілі. Ол әсіресе белгілі бір жерге байланысты болуы мүмкін ақпаратпен тиімді жұмыс істейді. Конволюциялық нейрондық желі архитектурасы 2-суретте көрсетілген.

Сур.1 CNN архитектурасы

Жүйе архитектурасы

1. төменде ұсынылған жүйені енгізу үшін орындау қажет қадамдар берілген;
2. кіріс ретінде жүйе кескін деректерін алады;
3. кескіннің сапасын жақсартыңыз және одан бұрын басып шығару алдында орындалған түктерді алып тастаңыз;
4. оқу файлы кіріс кескінінің мәліметтер жиынтығынан бірқатар белгілерді алу нәтижесінде қалыптасады;

5. бұл экспериментте конволюциялық нейрондық желі классификациясына деген көзқарас жаңадан құрылған оқу файлдарының жиынтығына да,жаңадан құрылған тесттік кіріс суреттеріне де қолданылады;

6. меланомалар конволюциялық нейрондық желі алгоритмі арқылы анықталады, ол меланоманың кіріс деректер жиынтығында бар-жоғын анықтайды.

Сонымен, ұсынылған техниканың жалпы сипаттамаларын анықтау және ұсыныстар беру үшін қорытындыда графикалық бағалау жүргізіледі.

Сур. 2 Ұсынылатын жүйелік архитектура

Зерттеу нәтижелері

Деректер жиынтығы

Деректер жиынтығы https://dermnetnz.org / веб - сайты арқылы алынды. Деректердің шамадан тыс оқытылуына жол бермеу үшін біз деректерді көбейту әдісін қолдандық. Бұл ескі деректерді қолдана отырып, жаңа оқу деректерін жасанды оқытумен құру әдісі. Фотосуреттерді жақсарту мақсатында масштабтау әсері қосылды. Ол мұны кездейсоқ түрде жасайды, суретті кездейсоқ үлкейтіп, кескіннің жаңа пикселдерін қосады немесе барларын интерполяциялайды.

Кесте 1. Деректер жиынтығының сипаттамасы

Деректер жиынтығының атауы	**Кескіндер саны**
Үстірт таралған меланома	936
Түйінді меланома	756
Қатерлі меланома лентиго	783

Бағалау параметрлері

Модельдер оқытылғаннан кейін оларды тест жиынтығын қолдана отырып кезең-кезеңімен тестілеуден өткіздік. Осыдан кейін өнімділік көрсеткіштерін есептеу кезінде шатастыру матрицасы қолданылды. Болжалды және нақты жіктеу туралы

сигнал беру үшін шатастыру матрицасының элементтері қолданылады. Жіктеу процесінің нәтижесінде екі класс бөлінді: дұрыс және бұрыс. Болжау моделін есептеу үшін біз келесі төрт іргелі кейс-стади талдауын жүргіздік:

- “шынайы оң” термині жоғары дәлдікпен (TP) анықталатын шынайы оң нәтижелердің пайызын білдіреді;
- қате болжамдар “жалған теріс” (FN) деп аталады. Ол модель қалыпты болады деп қате ойлағанына қарамастан, бұрыс жағдайларды табады;
- кейде FP деп аталатын “жалған оң” нәтиже - бұл қалыпты болған кезде жасалған дұрыс емес оң болжам;
- шабуылдарды дұрыс анықтайтын “жалған оң” нәтижелердің пайызы - бұл true negative (TN) көмегімен өлшенетін мән.

$$Accuracy = \frac{Tp+Tn}{Tp+Tn+Fp+Fn} \quad (1)$$

$$Precision = \frac{Tp}{Tp+Fp} \quad (2)$$

$$Recall = \frac{Tp}{Tp+Fp} \quad (3)$$

$$F1 = 2X\frac{Precision*Recall}{Precision+Recall} \quad (4)$$

Қойылған тапсырманың орындалуын бағалау кезінде дәлдік,, F1 дәлдік көрсеткіштері дәлдік ескеріледі (2-кесте).

Кесте 2. Машиналық оқытудың алгоритмдерінің жұмысын талдау

Әдістің атауы	**Precision**	**Recall**	**F1-Score**	**Accuracy**
DT (Decision tree learning)	70.00	69.00	59.00	67.00
RF (Random forest)	71.00	71.00	65.00	71.35
GBT (Gradient boosting)	68.00	73.00	70.00	73.44
CNN (Convolutional neural network)	91.07	87.68	89.32	88.83

Дәуірлер санына байланысты дәлдік графиктері 3-суретте көрсетілген, бұл CNN дәлдігі мен дәуірлер санына қатысты тексеру дәлдігін салыстыру.

Сур 3. CNN классификаторының дәлдік және валидация көрсеткіштері

Әр түрлі CNN жіктеу алгоритмдерінің жоғалуын салыстыру графигі 4-суретте көрсетілген.

Сур 4. CNN классификаторларының жоғалу функция көрсеткіштері

Қорытынды

Зерттеу аясында тері обырын диагностикалауға арналған конволюционды нейрондық желі (CNN) моделі жасалды және белгілі меланома деректер жиынтығын пайдалана отырып бағаланды. Екі кезеңді оқыту платформасы болып табылатын біздің ұсынылған әдісіміз әр кезеңде болжамды дәлдікке ие, оның жалпы дәлдігі 88,83% дәлдік көрсеткішін қамтиды. Бұл тек DT, RF, GBT сияқты жіктеу алгоритмдеріне ғана қатысты емес. Ұсынылған стратегия CNN-ге негізделген және оны көп сыныпты санаттаудың тиімді әдісі ретінде қарастыруға болады. Меланома классификациясының дәлдігі тұрғысынан біздің CNN классификаторының модульдік және иерархиялық құрылымы машиналық оқытудың заманауи әдістерін жеңіп қана қоймайды, сонымен қатар ол талап етілетін есептеу күшінің көлемін айтарлықтай азайтады. Бұл стратегияның тек бір деректер жиынында сыналғаны әдістің кемшіліктерінің бірі болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. *Zhang Ce, Xin Pan, Huapeng Li, Gardiner A, Sargent I, Jonathon S Hare, et al.* A hybrid MLP-CNN classifier for very fine resolution remotely sensed image classification. – Isprs Journal of Photogrammetry and Remote Sensing., 2017. – Vol. 140. – P. 133-144.
2. *Bi Lei, Jinman Kim, Euijoon Ahn, Feng D.* Automatic Skin Lesion Analysis using Large-scale Dermoscopy Images and Deep Residual Networks. – ArXiv abs., 2017. – doi:10.48550/arXiv.1703.04197.
3. *Yuan Y, Lo YC.* Improving Dermoscopic Image Segmentation with Enhanced Convolutional-De convolutional Networks. – Isprs J Biomed Health Inform., 2019. – doi:10.1109/JBHI.2017.2787487.
4. *Feng-ying Xie, Jiawen Yang, Liu J, Zhi-guo Jiang, Yushan Zheng, Yukun Wang.* Skin lesion segmentation using high-resolution convolutional neural network. – Computer methods and programs in biomedicine., 2020. – Vol. – P. 186-105.
5. *Yao Y, Luo Z, Li S, Fang T, Quan L.* Depth Inference for Unstructured Multi-view Stereo. In: Ferrari V., Hebert M., Sminchisescu C., Weiss Y. (eds) Computer Vision. – Lecture Notes in Computer Science., 2018. – doi:10.1007/978-3-030-01237-3_47.
6. *Li Y, Shen L.* Skin Lesion Analysis towards Melanoma Detection Using Deep Learning Network. – Sensors (Basel)., 2018. – doi: 10.3390/s18020556. PMID: 29439500.
7. *Rashmi P, Sreepathi B*. Machine learning approach in melanoma cancer stage detection. – Journal of King Saud University. – Computer and Information Sciences., 2020. –doi:10.1016/j.jksuci.2020.09.002.
8. *Konstantin Korotkov, Josep Quintana, Ricard Campos, Am´erica Jes´us-Silva, Pablo Iglesias, Susana Puig, et al.* An Improved Skin Lesion Matching Scheme in Total Body Photography. – IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics., 2019. – Vol. 23. – P. 586-598.
9. *Kassem MA, Hosny KM, Fouad MM.* Skin Lesions Classification into Eight Classes for ISIC 2019 Using Deep Convolutional Neural Network and Transfer Learning., 2020. – doi: 10.1109/ACCESS.2020.3003890.
10. *Ichim L, Popescu D.* Melanoma Detection Using an Objective System Based on Multiple Connected Neural Networks., 2020. – doi: 10.1109/ACCESS.2020.3028248.
11. *Patil R, Bellary S.* Transfer learning based system for melanoma type detection. – Revue d'Intelligence Artificielle., 2021. – Vol. 35. – P. 123-130.
12. *Ravi V, Pradeepkumar D, Deb K.* Financial time series prediction using hybrids of chaos theory, multilayer perceptron and multi-objective evolutionary algorithms., 2017. – Vol. 36. – P. 136-149.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ AIS ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМ ПРОМЫШЛЕННЫМ ОБЪЕКТОМ С РАЗЛИЧНЫМИ РЕЖИМАМИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Ширяева О.И.
e-mail: oshiryayeva@gmail.com
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

Аннотация. *Представлены результаты исследования условий построения искусственной иммунной системы на основе принципа параметрической и структурной пластичности, которая учитывает различные режимы функционирования и изменяющуюся конфигурацию процессов очистки газа в дистилляционной колонне, при воздействии внешних возмущений. Получены результаты синтеза оптимального управления сложной системы управления дистилляционной колонны с внешними случайными возмущениями.*

Ключевые слова. *Искусственные иммунные системы (AIS), дистилляционная колонна, оптимальное управление, технологический процесс, сложный промышленный объект.*

Введение. Синтез систем управления с изменяющейся конфигурацией занимает важную часть при решении индустриальных задач с применением алгоритмов искусственного интеллекта. Успешное внедрение промышленного искусственного интеллекта обуславливает его интеграцию, например, и в нефтегазовой отрасли, отличающейся высокими технологическими требованиями к процессам, набором больших данных и использованием микропроцессорной техники [1]. Это является следствием интенсивного развития интеллектуальных алгоритмов для эффективного решения различных задач производства [2]. В частности, для обработки данных, для оптимального управления производственными процессами, для решения задач прогнозирования на основе технологий умного производства, методов машинного обучения, цифровых двойников [3].

Для практической реализации интеллектуальных методов используем двухконтурную систему управления процессами дистилляционной колонны тарельчатого типа. Дистилляционная колонная является важнейшим промышленным агрегатом в нефтегазовой и химической промышленности, предназначенным для очистки жидкостей и газов от примесей.

Большой ряд работ имеет дело с бинарной структурой управления изменения расхода рефлюкса и тепловой нагрузки ребойлера для регулирования компонентного состава дистиллята и кубового остатка. В этой *L-V* структуре входами являются скорость потока жидкости, *L*, и скорость потока пара, *V*, а выходами – концентрации продуктов χ_D и χ_B.

Известны такие математические модели, описывающие *L-V* конфигурацию дистилляционной колонны, как:

– модель колонны Wood-Berry с количеством тарелок N=8 [4],

– упрощенная модель колонны Morari и Zafiriou [5],

– колонна, разделяющая этанол и воду с количеством тарелок N=17 [6], приведена в Luyben;

– модель колонны Minh [7].

В данной статье используется модель дистилляционной колонны тарельчатого типа Minh, с количеством тарелок N=14 [7]. Структура *L-V* может рассматриваться как стандартная структура управления для дистилляции с контролем состава, при этом колонна содержит один поток сырья и два потока продукта:

– поток сырья содержит мольный процент компонента, χ_F.

– поток верхнего продукта, дистиллят, χ_D.

– поток продукта, выходящего из нижней части, содержит легкий компонент, χ_B.

Здесь управляемыми переменными, которые должны поддерживаться на заданном уровне, являются состав дистиллята, χ_D, и состав нижней части, χ_B. Управляющими переменными, используемыми для управления или поддержания регулируемых переменных в их желаемом заданном значении, являются скорость обратного потока *L* и скорость кипения пара *V*. Неконтролируемыми возмущениями являются скорость подачи, *F*, и состав легких компонентов подачи χ_F.

Модель дистилляционной колонны, при *L-V* конфигурации с наличием внешних возмущений, может быть представлена системой с двумя входами и двумя выходами [7], и аддитивным возмущением, что соответствует двумерной системе управления [8]:

$$\begin{vmatrix} \chi_D(s) \\ \chi_B(s) \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} G_{11}(s) & G_{12}(s) \\ G_{21}(s) & G_{22}(s) \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} L(s) \\ V(s) \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} D_1(s) \\ D_2(s) \end{vmatrix} \cdot F(s), \qquad (1)$$

где $D_1(s), D_2(s)$ – параметры внешних возмущений, определяемые входным потоком колонны;

$G_{11}(s), G_{22}(s)$ – передаточные функции двух контуров регулирования:

$$G_{11}(s) = \frac{K_1}{T_1 s + 1} = \frac{0.0042}{1.9588s + 1}; \qquad G_{22}(s) = \frac{K_2}{T_2 s + 1} = \frac{0.0072}{1.9588s + 1}. \qquad (2)$$

Результаты моделирования системы (1), представлены на Рисунке 1. Данные результаты соответствуют схеме моделирования первого контура в среде MATLAB.

Так как в системе (1) в наличии аддитивные возмущения, то в качестве возмущения в схеме моделирования выбрано единичное ступенчатое воздействие. По результатам моделирования, представленным на Рисунке 1, очевидно его влияние на процесс.

Качество выпускаемых продуктов определяется чистотой дистиллята, χ_D, превышающей или равной 98%, и нижнего продукта, χ_B, менее/равной 2%. Структура объекта *L-V*, которая называется структурой энергетического баланса, может рассматриваться как стандартная структура управления для дистилляции с двойным составом. В этой структуре управления расход жидкости *L* и расход пара *V* являются входными данными управления.

а) без возмущений б) с возмущениями

Рис. 1 Выходные сигналы объекта (1)

а) первый контур б) второй контур

Рис. 3 Результаты моделирования двух контуров управления с заданными сигналами

В соответствии с графиком (Рисунок 3) можно сделать вывод, что заданная динамика достигнута, так как чистота дистиллята, χ_D, с течением времени стремится к заданному значению 0.98 и чистота продуктов с нижней части колонны, χ_B, с течением времени стремится к заданному значению 0.02. Также на Рисунке 8 представлены значения управляющих воздействий L и V, для достижения желаемых значений системы.

В ходе учёта внешних возмущений, были получены результаты моделирования двух контуров с заданными сигналами и случайными воздействиями, которые представлены на Рисунке 4. В качестве случайных возмущений используется блок «Uniform Random Number», который выводит равномерно распределенный случайный сигнал.

Результаты моделирования двух контуров управления, с заданными сигналами и случайными воздействиями (Рисунок 4), отражают динамику схождения к выходным процессам контуров без случайных возмущений.

а) первый контур б) второй контур

Рис. 4 Результаты моделирования двух контуров управления с заданными сигналами и случайными воздействиями

В результате, можно сделать вывод, что была достигнута цель синтеза регуляторов для системы со случайными возмущениями на основе алгоритмов искусственных иммунных систем. Данное устройство включается в общую схему управления многомерным и многосвязным объектом.

Заключение. В данной статье получены основные результаты:

Проведена оценка воздействия внешних возмущений на процессы дистилляционной колонны очистки газа с целью разработки модели с изменяющейся конфигурацией с искусственной иммунной системой.

Сформулированы принципы изменяющейся конфигурации системы с учётом модификации AIS на основе двойной пластичности: параметрической и структурной. Получены результаты моделирования сложной MIMO-системы управления процессами очистки газа в динамично изменяющейся среде на основе механизмов двойной пластичности AIS.

Разработана интеллектуальная сложная система оптимального управления процессами очистки газа в дистилляционной колонне именно с учётом различных режимов функционирования и воздействия внешних возмущений в виде выхода – законов управления. На основе интеллектуальной технологии управления достигнута основная цель управления в работе дистилляционной колонны – поддержание заданных значений при наличии различных помех.

Данное исследование было профинансировано Комитетом Науки Министерства Образования и Науки Республики Казахстан (грант №AP09258508).

Литература

1. Koroteev, D., Tekic, Z. Artificial intelligence in oil and gas upstream: Trends, challenges, and scenarios for the future / D. Koroteev, Z. Tekic // Energy and AI. – 2021. – № 3. – 10 p.

2. Malik, H. Applications of Artificial Intelligence Techniques in Engineering. Advances in intelligent systems and computing / H. Malik // Springer Nature Singapore. – 2019. – Vol. 1. – 698 p.

3. Lee, J. Industrial Artificial Intelligence for industry 4.0-based manufacturing systems / J. Lee // Manufacturing Letters. – 2018. – Vol. 18. – P. 20-23.

4. Wood R. K., Berry M. W. Terminal composition control of a binary distillation column / R. K. Wood, M.W. Berry // Chemical Engineering Science. – 1973. – Vol. 28. – P. 1707-1717.

5. Morari Z., Zafiriou E. Robust Process Control / Z. Morari, E. Zafiriou . – Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ, 1989. – 488 p.

6. Luyben W. L. Simple Method for tuning SISO controllers in multivariable systems / W.L. Luyben // Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev. – 1986. – Vol. 25. – № 3. – P. 654-660.

7. Minh, V.T., Rani, A.A. Modeling and control of distillation column in a petroleum process / V.T. Minh, A.A. Rani // Perak: Hindawi Publishing Corporation, Mathematical Problems in Engineering. – 2009. – Vol. 2009. – 14 p.

8. Ширяева, О.И. Оценка воздействия внешних возмущений сложной системы управления дистилляционной колонны для развития оптимизационных алгоритмов AIS / О.И. Ширяева // Проблемы оптимизации сложных систем: Материалы XVIII межд. азиат. школы-семинара (20-30 июля 2022 г.). – Алматы: 2022. – С. 209-216.

9. Laurent, P., Jolivel, V., Manicki, P., Chiu, L., Contin-Bordes, C., Pradeu, T. Immune-Mediated Repair: A Matter of Plasticity / P. Laurent, V. Jolivel, P. Manicki, L. Chiu, C. Contin-Bordes, T. Pradeu // Frontiers in Immunology. – 2017. – Vol. 8. – Art. 454. – 8 p.

10. Ширяева, О.И., Сарсенбаев, Н.С. Применение современной микропроцессорной техники в нефтегазовой отрасли Республики Казахстан для интеллектуализации промышленного производства / О.И. Ширяева, Н.С. Сарсенбаев // Вестник КазНИТУ. – 2021. – Vol 143. – № 6. – С. 183-190.

11. Solodovnikov, V.V. Theory of Automatic Control / V.V. Solodovnikov. – Moscow: Mashinostroenie, 1967. – Vol. 1. – 770 p.

USING SENTIMENT ANALYSIS TO ASSESS THE INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF AN ORGANIZATION

Alikul Sh.M., Alimzhanova L.M.
al-Farabi Kazakh National University
Kazakhstan

Abstract. *The article discusses the main theoretical prerequisites for the development of methods of Sentiment Analysis and the practice of expanding their empirical application to the field of economic analysis. This linguistic computational approach to texts is based on the consideration of human emotions. This approach based on the analysis and assessment of the text emotionality based on sentiment dictionaries.*

Keywords: *investment, assessment, sentiment analysis, tonality, text tonality processing.*

In a free market economy, an organization's attractiveness as a location for financial investments is the single most important determinant in determining its ability for development, expansion, and survival.

The management of the vast majority of companies are unaware of the importance of increasing the investment attractiveness of their companies, and as a result, they do not prioritise issues such as improving the methods of investment attractiveness analysis and evaluation, researching the factors that influence investment attractiveness, or exploring the possibilities of increasing investment attractiveness. In this respect, the issue of investigating and assessing an organization's investment attractiveness receives insufficient attention in the scientific and specialised literature [1].

As a promising tool for assessing the investment attractiveness of an organization, at this stage of technology development, is the use of sentiment analysis.

Sentiment analysis is a relatively new area of research and has been slowly gaining popularity since the dawn of the digital age. Sentiment analysis (sentiment analysis) is often identified with Opinion mining (opinion extraction), believing that they represent a single broad concept in which different similar conceptual subcategories can be defined. Bo Pang and Lillian Lee, on the other hand, believe that they are two different subjects of study [2]. Sentiment analysis, compared to Opinion mining, deals with a narrower, human-emotional aspect of language. It is a computational study of the opinions and feelings expressed in a particular text, which measures the direction and subjectivity of behavior resulting from that text. The object of Sentiment analysis is sentiment (tonality), i.e. any mood or cognitive-affective state expressed in words and sentences. Given the possible subtle definitions of these two concepts and their content, it is important to emphasize the growing interest in the analysis of opinions and emotions expressed in a written text; this interest is due to numerous factors, primarily the emergence of blogs, forums and social networks. Indeed, the areas of practical application of sentiment analysis today are very heterogeneous. After the advent of the Internet, the habit of expressing one's own opinions, ideas and thoughts, actively expressing them in social networks regarding goods, services or events, has become more and more common. The data they generate is used by scientists, researchers, market operators, managers, journalists, politicians and a growing number of organizations.

The emotional coloring of the text, as a rule, is multidimensional, and powerful specially prepared dictionaries are required to reveal it [3]. The overall tone of a literary work is comprised of three components: the topic of the tone, the judgement of the tone, and the goal of the tone. The subject of the tonality category is the creator of the text, whereas the issue or person being discussed in the text is the object of the tonality category [4]. The assessment of the tone may be presented in any of the following formats: binary, which means positive or negative; ternary, which means positive, neutral, or negative; or ranking [5]. The search for lexical sentiments in the text can be carried out on the basis of pre-prepared tone dictionaries.

A research prototype of a text sentiment analyser is provided. This analyser runs a multi-stage procedure [6] in which the text is first separated into individual sentences and then into independent words. This is done so that the analyser can then be used to evaluate the financial attractiveness of a company using sentiment analysis. After that, a morphological analysis is performed on each individual word, and if the word is already present in the dictionary, its tone is noted. There is a correlation between each word in the dictionary and a tonal score. This indicator is made up of five different values all together. Each number represents the degree to which a given word belongs to one of the following categories: very negative, negative, neutral, positive, and positive to the extreme. The sum of all the other values for a particular word is equal to one. If a word is not included in the dictionary, then the tone of the term is neutral. Determine the overarching feeling conveyed by the statement by adding up the feelings evoked by its individual words. Certain words have more significance than others and have a stronger influence on the overall mood of the text. Calculating the values of both the positive and the negative component of an estimate is required to arrive at the final conclusion. One must compute the sum of the good sensations evoked by all the positive words included inside a phrase in order to ascertain the positive component of a statement. In a similar manner, the importance of the unfavourable aspect of the text is evaluated. For the final assessment of the mood of the entire text, it is necessary to calculate the ratio of these components using the following formula:

$$S^* = \frac{\sum_{i=1}^{N}\left(S_{4_i}+S_{5_i}\right)}{\sum_{i=1}^{N}\left(S_{1_i}+S_{5_i}\right)},$$

where S^* – is the tonal evaluation of the supply; $S = [S_1, S_2, S_3, S_4, S_5]$ – tonal evaluation of the word; S_1, S_2 – negative main component of the tonal evaluation of the word; S_4, S_5 – positive component of the word's tonal evaluation; N – is the number of words in the sentence. Value of S^* is compared with some value of T, which is calculated experimentally. The text in which the value of S^* is close to the value of T, will be considered neutral, if it exceeds the value of T - positive, if it is less than the value of T - negative.

At the next stage of the study, it is planned to conduct experiments to analyze the performance of the developed algorithms for assessing the investment attractiveness of an organization using sentiment analysis.

A rudimentary sentiment analysis system, analogous to how the brain remembers descriptive words encountered throughout life and the "sentiment weight" associated with each word, uses an emotion library to comprehend the sentiment-laden sentences it encounters.

Sentiment libraries are enormous collections of meticulously evaluated words and phrases, such as "good," "awesome," "bad," and "terrible" (excellent game, great tale, awful performance, and horrible show). This manual grading of emotion is challenging since all participants must agree on how strong or weak each score should be relative to the other scores. If one individual gives a sentiment score of -0.5 to the word "bad" and another assigns the same value to the phrase "awful," your sentiment analysis algorithm will infer that both expressions are equally unpleasant [7].

A sentiment analysis engine that supports several languages must also have distinct libraries for each supported language. In addition, continual maintenance is necessary for each of these libraries, including the modification of ratings, the addition of new words, and the deletion of irrelevant phrases.

Most languages adhere to a set of basic rules and patterns that may be recorded in a computer program and used to power a basic part-of-speech tagger.

The bulk of the time, nouns and pronouns are employed to denote known objects, whereas adjectives and adverbs are used to describe them in emotionally charged ways. When a sentiment analysis system recognizes combinations of adjectives and nouns, such as "terrible pitching" and "mediocre hitting," it recognizes an emotive phrase. This is because such combinations imply that the sentence has emotion.

It should not come as a surprise that the adjective-noun combination is not always used in emotionally charged sentences. In the past, the phrase "cost us" was composed of a noun and a pronoun with a negative meaning.

Trustworthy sentiment analysis requires accurate part-of-speech tagging; hence, a rules-based system must account for these variances.

Due to its ease of use, rules-based sentiment analysis is a suitable alternative for basic document-level sentiment scoring of predictable text documents. Survey responses having a limited scope are one example. In contrast, the disadvantages of a rules-based approach to sentiment analysis outweigh the vast majority of its benefits. A rules-based system must have a rule for each word combination in its moods library in order to function properly. Both the creation and maintenance of these rules require substantial human effort. In addition, it is impossible to anticipate that rules would keep pace with the emergence of authentic human language. Instant messaging has corrupted traditional grammar norms, and no set of rules can account for every abbreviation, acronym, double meaning, and error that may arise in a specific text composition. In addition, instant texting has distorted grammar norms.

As seen in the last section, a rules-based system that disregards negators and intensifiers is inherently ineffective. A sentiment score at the document level may lead to erroneous conclusions if it is evaluated in isolation from its context. Lastly, a rule-based system for emotion analysis is very sensitive. The algorithm is unable to provide a score because it cannot identify anything new that has been added to the text document that is not already covered by the rules. Extremely rarely, the whole program may crash, in which case an engineer must painstakingly identify the cause of the problem before creating a new rule to fix it.

Corporate sentiment, often known as business sentiment, describes how others view your brand. In financial words, it pertains to the level of confidence investors have in a

company or organization; in business terms, it shows the general view or perspective on the success of that particular company (or lack thereof).

Reputation management stresses this facet of the industry by emphasizing the importance of the study of corporate emotions. Once you comprehend how people feel about your company, you will be better able to defend your reputation against attacks and cultivate a positive attitude toward your brand.

When we refer to consumer insights, we are referring to things like as what our customers want, what they like and dislike about our products, their purchase signals, how they make decisions, etc. When we refer to sentiment analysis, we mean the following.

As more content is produced and distributed online through Social Channels, Blogs, and other such platforms, we tend to become more forthright and vocal about our internet experiences. Recent Zendesk data indicates that 45% of people share negative customer service experiences on social media, whereas only 30% share positive customer service experiences. This again illustrates that both the need and willingness of enterprises to mine this information for business insights have increased.

Businesses are seeking to extract the value buried inside text in order to better comprehend the ideas and wishes of their customers and make more informed business decisions. Companies used to conduct customer surveys, seminars, and focus groups to get a deeper understanding of their consumers' perspectives and emotions. With the advent of technology, however, we can now harness the power of Machine Learning and Artificial Intelligence to extract meaning from text and explore consumers' thoughts outside of the usually regulated context of a survey.

The level of satisfaction that a company's customers report may determine the company's level of success or failure. The experiences of the customers might either be satisfying or upsetting, or they can be unremarkable. Because they are now at an age when Internet literacy is common, the content of their social posts and online comments is derived from their own experiences. It is possible to determine the disposition and tone of this data, and after that, the data may be categorized according to the feelings that are linked with it. This makes it easier to determine which aspects of the company's products, services, and customer support are being successfully implemented, as well as which aspects need to be improved.

References

1. *Ендовицкий Д. А., Бабушкин В. А., Батурина Н. А. и др.* (2010) Анализ инвестиционной привлекательности организации. – М.: КНОРУС. – 376 с.

2. *Pang B., Lee L.* (2008) Opinion Mining and Sentiment Analysis. – Foundations and Trends in Information Retrieval». – 2 (1–2). – С. 6.

3. *Nugumanova A., Bessmertnyi I.* (2013) Applying the latent semantic analysis to the issue of automatic extraction of collocations from the domain texts. – Communications in Computer and Information Science. – V. 394. – P. 92–101.

4. *Cruz F. L., Troyano J. A., Pontes B., Ortega F. J.* (2014) Building layered, multilingual sentiment lexicons at synset and lemma levels. – Expert Systems with Applications. – V. 41. – N 13. – P. 5984–5994

5. *Ермаков С. А., Ермакова Л. М.* (2012) Методы оценки эмоциональной окраски текста. – Вестник Пермского университета. Серия: математика, механика, информатика. – № 1. – С. 85–90.

6. *Parau P., Stef A., Lemnaru C., Dinsoreanu M., Potolea R.* (2013) Using community detection for sentiment analysis. – Proc. IEEE 9th Int. Conf. on Intelligent Computer Communication and Processing. – P. 51–54.

7. *Chiru C.-G., Hadgu A. T.* (2013) Sentiment-based text segmentation. – Proc. 2nd Int. Conf. on Systems and Computer Science. – P. 234–239.

УДК 004.8, 004.9

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ К ВОПРОСАМ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН НА УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Равиль И. Мухамедиев [1,2], Ян Кучин [1,2], Кирилл Якунин [1,2,3], Надия Юничева[1], Адилхан Сымагулов [1,2], Елена Мухамедиева[1]

[1]Институт информационных и вычислительных технологий, Алматы, Казахстан
[2,4,5] Институт автоматизации и информационных технологий, Сатбаев Университет (КазНРТУ), Алматы, Казахстан
[3]Школа инженерного менеджмента, Алматинский университет управления, Алматы, Казахстан

Аннотация. *Интерпретации данных геофизических исследований скважин (ИДГИС) является критически важным элементом технологии добычи урана, предоставляя необходимую информацию для последующего моделирования и планирования. ИДГИС предоставляет информацию о литологическом строении вмещающих пород, их фильтрационных свойствах и зонах пластового окисления, что позволяет оценить запасы руды, выбирать расстояние между скважинами, расположение фильтров, задавать оптимальный режим подачи выщелачивающего раствора. Однако, ИДГИС все еще слабо автоматизирована и критически зависит от опыта интерпретатора. Применение методов машинного обучения для ИДГИС позволит преодолеть указанные ограничения и повысить скорость и точность интерпретации.*

Введение. Атомные электростанции, несмотря на сопутствующие экологические риски, остаются одним из самых чистых способов получения энергии, обеспечивающих снижение выбросов парниковых газов. Сырьем для производства энергии служит уран. В 2018 году крупнейшие уранодобывающие компании произвели 86 % всего мирового производства урана, из них на долю АО «НАК «Казатомпром» пришлось 21 % [1]. Компании используют два основных метода добычи: открытый (подземный и карьерный), на долю которого приходится 45,9% добычи, и подземное выщелачивание (ISL), на долю которого приходится 48,3% мировой добычи урана [2] и которое применяется АО «НАК «Казатомпром» как основной метод добычи. Процесс добычи методом ISL иллюстрируется рисунком слева.

В процессе добычи через сеть специально пробуренных закачных скважин подается раствор кислоты или щелочи, который преобразовывает руду в рудоносном слое в продуктивный раствор. Образовавшийся раствор извлекается через сеть

откачных скважин и далее обрабатывается на поверхности. Используются две основных схемы бурения сети скважин: линейная и гексагональная. Выбор зависит от многих параметров, в том числе от литологического состава вмещающих пород и их фильтрационных свойств.

Однако, несмотря на несомненные экологические достоинства ISL, существует несколько проблем:

1) Применение этого метода требует достаточно точного определения литологического состава пород, поскольку перед обустройством скважины необходимо убедиться в том, уран находится в проницаемых породах и может извлечен выщелачивающим раствором. Кроме того, недостаточная точность литологической интерпретации может привести к некорректной посадке фильтра в непроницаемые породы, что приведет его неработоспособности и финансовым потерям, связанным с бурением и обустройством скважин [3] в размере порядка 1-4 миллиона долларов в год [4].

2) Необходимо знать фильтрационные свойства пород для оценки запасов и извлечения максимального количества урана, однако неточности в расчете фильтрационных характеристик по существующей методике, которая используют только один вид каротажа, приводят к ошибкам расчета извлекаемых запасов [5]. Кроме того, существующая методика непригодна для определения фильтрационных свойств в случае, если скважина находится в закисленном блоке, в котором уже началась добыча урана. В таком случае физические свойства вмещающих пород искажены из-за действия кислоты.

3) Не все выделенные рудные интервалы в рудоносном горизонте на самом деле содержат уран. Часть из них находятся в так называемых зонах пластового окисления (ЗПО), и содержат лишь продукты распада урана. ЗПО могут быть определены при анализе керна разведочных скважин, затем интерполированы вдоль геологических профилей (см нижеследующий рисунок 2, на котором ЗПО обозначены желтым цветом, рудные тела красным).

Рис.1 Зоны пластового окисления (ЗПО)

Выделение ЗПО требует интенсивной работы разных специалистов и требует значительного времени. Зачастую геологические разрезы, содержащие ЗПО не делаются вовремя и недоступны на этапе интерпретации гамма-каротажа и подсчета запасов. Альтернативный метод, каротаж нейтронов деления (КНД-м), ввиду технической сложности и дороговизны выполняется лишь на 1-5% скважин. Игнорирование ЗПО может привести к неправильной оценке запасов, т.е. при фактическом отсутствии урана, запасы, подсчитанные по принятой методике по гамма-активности его продуктов распада, могут показаться значительными. Это приведет к бурению и обустройству десятков или даже сотен «пустых» скважин, финансовые потери могут составить от 5 до 10 млн долларов в год.

В целом, неточности в определении литологического состава, фильтрационных характеристик и ЗПО приводят к ошибкам в технологическом процессе установки фильтров, ошибкам в определении запасов руды и в конечном счете существенным финансовым потерям. Существующие методики решения перечисленных проблем разработаны начиная с 70-х годов прошлого века, не поддаются существенной модернизации и требуют большое количество высокопрофессионального ручного труда. Вместе с тем, для решения задач интерпретации каротажных данных предлагается ряд методов, основанных на использовании алгоритмов машинного обучения [6-21].

Вычислительные эксперименты. Основным научным вопросом исследования является исследование возможности повышения точности литологической классификации и расчета фильтрационных параметров (коэффициента фильтрации) пород при добыче урана методов пластово-скважинного выщелачивания, а также оценка точности определения границ ЗПО методами МО.

Для проверки справедливости данной гипотезы предполагается выполнить сбор данных, информационно-аналитический анализ, моделирование и прототипирование. Последовательность исследований включает: Сбор данных, разработку моделей машинного обучения, выполнение вычислительных экспериментов и сравнение результатов.

Вычислительные эксперименты включают предобработку данных, формирование тренировочных и тестовых наборов данных и расчет параметров классификационной или регрессионной модели. Формирование тренировочного и тестового набора данных также имеет особенности поскольку их необходимо формировать с учетом скважинного разбиения данных и разбивки данных на фолды.

После завершения сбора и предварительной обработки данных геофизических, геохимических и гидрогеологических исследований скважин, выполненных на этапе разведки будут осуществлены следующие задачи:

- Вычислительные эксперименты с применением нескольких алгоритмов машинного обучения, изменением параметров и оценкой результатов путем расчета метрик качества.
- Разработка методов повышения качества литологической интерпретации и расчета коэффициента фильтрации
- Оценка точности определения границ ЗПО.

В качестве исходных данных будут использованы результаты кернового опробования, результаты геохимических анализов и гидрогеологических

исследований скважин, выполненных на этапе разведки, как единственный источник фактических данных литологическом составе и фильтрационных свойствах горных пород. Также будут использованы данные каротажей, при записи которых выполнялись все необходимые метрологические мероприятия для обеспечения их достоверности и воспроизводимости.

Таким образом, повышение точности решения задач интерпретации данных геофизических исследований скважин на урановых месторождениях с помощью методов машинного обучения, включая методы бустинга и глубокого обучения на месторождениях РК может достигать нескольких млн. долларов в год за счет уменьшения критических ошибок ведущих к потерям скважин и более точного прогнозирования объемов добычи.

Решение данной задачи позволит внести существенный вклад в разработку приложений на базе машинного обучения в горнодобывающей промышленности. Результаты исследования будут использованы в процессе подготовке специалистов в рамках образовательной программы "Machine Learning & Data Science".

Данная публикация подготовлена в рамках исследований по проекту Грантового финансирования МНВО РК № AP14869110 «Повышение точности решения задач интерпретации данных геофизических исследований скважин на урановых месторождениях с помощью методов машинного обучения».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. World Nuclear Association, “Recent uranium production”, The Nuclear Fuel Report: Expanded Summary – Global Scenarios for Demand and Supply Availability 2019-2040, June 2020, p. 48. [Online]. Available: https://world-nuclear.org/getmedia/b488c502-baf9-4142-8d12-42bab97593c3/nuclear-fuel-report-2019-expanded-summary-final.pdf.aspx.

2. U.K. Amirova, N.A. Uruzbaeva, “Overview of the development of the world market of Uranium,” Universum: Economics and Law: electronic scientific journal, vol. 6, no. 39, Jun. 2017. [Online]. Available: https://7universum.com/ru/economy/archive/item/4802, Accessed on: Aug.23,2021

3. Р. И. Мухамедиев, Я. И. Кучин, К. О. Якунин, Е. Л. Мухамедиева, С. В. Костарев Предварительные результаты оценки литологических классификаторов для урановых месторождений пластово-инфильтрационного типа //Cloud of Science. – 2020. – Т. 7. – №. 2. – С. 258-272.

4. R.I. Mukhamediev, Y.I. Kuchin, K.O. Yakunin, E.L. Mukhamedieva, S.V. Kostarev, “Preliminary results of the assessment of lithological classifiers for uranium deposits of the infiltration type,” Cloud of Science, vol. 7, no. 2, pp. 258-272, Jun. 2020. [Online].

5. Mukhamediev R. I. et al. Estimation of Filtration Properties of Host Rocks in Sandstone-type Uranium Deposits Using Machine Learning Methods //IEEE Access. – 2022. – T.10. – C.18855-18872, DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3149625

6. G. Nguyen et al., “Machine Learning and Deep Learning frameworks and libraries for large-scale data mining: a survey,” Artificial Intelligence Review, vol. 52, no.1, pp. 77-124, 2019.

7. B. Nassif et al., “Speech recognition using deep neural networks: A systematic review”, IEEE Access, vol. 7, pp. 19143-19165, Feb. 2019.

8. R. I. Mukhamediev, A. Symagulov, Y. Kuchin, K. Yakunin, and M. Yelis, “From Classical Machine Learning to Deep Neural Networks: A Simplified Scientometric Review,” Appl. Sci., vol.11, no.12, p. 5541, Jun. 2021.

9. M. Cracknell, “Machine learning for geological mapping: Algorithms and applications,” Ph.D. dissertation, School of Earth Science, University of Tasmania, Hobart, Australia, 2014.

10. C. Kumar, S. Chatterjee, T. Oommen, A. Guha, “Automated lithological mapping by integrating spectral enhancement techniques and machine learning algorithms using AVIRIS-NG hyperspectral data in Gold-bearing granite-greenstone rocks in Hutti, India,” Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf., vol. 86, Apr. 2020, Art. no. 102006.

11. D. Chengxiang, P.Heping, F. Sinan, A. Konaté, Q. Ruidong, “Support vector machine as an alternative method for lithology classification of crystalline rocks,” Journal of Geophysics and Engineering, vol. 14, no. 2, pp. 341–349, 2017.

12. I. Bachri, M. Hakdaoui, M. Raji, A. Teodoro, A. Benbouziane, “Machine learning algorithms for automatic lithological mapping using remote sensing data: a case study from Souk Arbaa Sahel, Sidi Ifni Inlier, Western Anti-Atlas, Morocco,” ISPRS Int. J. Geoinf., vol. 8, no. 6, p. 248, May 2019.

13. T. Sun, H. Li, K. Wu, F. Chen, Z. Zhu, and Z. Hu, “Data-Driven Predictive Modelling of Mineral Prospectivity Using Machine Learning and Deep Learning Methods: A Case Study from Southern Jiangxi Province, China,” Minerals, vol. 10, no. 2, p. 102, Jan. 2020.

14. A. Dogan, D. Birant and A. Kut, "Multi-Target Regression for Quality Prediction in a Mining Process," 2019 4th International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK), 2019, pp. 639-644, doi: 10.1109/UBMK.2019.8907120.

15. T. Merembayev, R. Yunussov, A.Yedilkhan, “Machine learning algorithms for stratigraphy classification on uranium deposits,” Procedia Computer Science, vol. 150, pp. 46-52, 2019.

16. E.N. Amirgaliev, S. Iskakov, Y. Kuchin., R. Mukhamediev, “Machine Learning Methods in the Problems of Rock Recognition at Uranium Deposits,” News of the NAS RK: Physics and Mathematics Series, vol. 3, pp. 82-88, 2013.

17. R. Muhamediyev, E. Amirgaliev, S. Iskakov, Y. Kuchin, E. Muhamedyeva,“Integration of Results of Recognition Algorithms at the Uranium Deposits,” Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, vol. 18, no. 3, pp. 347-352, 2014.

18. Y. Kuchin, K. Yakunin, E. Mukhamedyeva, R. Mukhamedyev “Project on creating a classifier of lithological types for uranium deposits in Kazakhstan,” Journal of Physics: Conference Series, vol. 1405, no. 1, p. 012001, Nov.2019.

19. R.I. Mukhamediev, Y.I. Kuchin, K.O. Yakunin, “One method of generating synthetic data to assess the upper limit of machine learning algorithms performance, “Cogent Engineering, vol. 7, no. 1, Feb. 2020, DOI: 10.1080/23311916.2020.1718821

20. Y. Kuchin, R. Mukhamediev, K. Yakunin, “Quality of data classification under inconsistent expert judgment,” Cloud of science, vol.6, no.1, pp. 109-126, 2019.

21. Y. Kuchin, R. Mukhamediev, K. Yakunin, J. Grundspenkis, A. Symagulov. Assessing the Impact of Expert Labelling of Training Data on the Quality of Automatic

Classification of Lithological Groups Using Artificial Neural Networks," Applied Computer Systems, vol.25, no.2, pp.145-152, 2020, https://doi.org/10.2478/acss-2020-0016.

22. Kuchin Y. I., Mukhamediev R. I., Yakunin K. O. One method of generating synthetic data to assess the upper limit of machine learning algorithms performance //Cogent Engineering. – 2020. – Т. 7. – №. 1. – С. 1718821

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДОЗРИТЕЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ ЛЮДЕЙ

Сейтказин Н.К.

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Казахстан

Аннотация. *Статья посвящена разработке приложения для определения подозрительного поведения людей. В данной работе была определена проблема определения подозрительного поведения людей программой и были рассмотрены логические методы для решения этой проблемы. Приводится подробное описание каждого метода, их практическое применение и способы их реализации. Проводится анализ и собирается статистика существующих иностранных решений для определения общих методов, возможностей, характеристик и недостатков.*

Безопасность является одной из самых важных аспектов не только для разного рода компаний, государственных учреждений, но и для жизни любого человека и его семьи. Человечество за всю историю придумало и построило столько способов, орудий труда, технологий для защиты себя и своих вещей, что, казалось бы, безопасности должно быть вполне достаточно, однако это не так. Дело в том, что способов обхода этих мер ничуть не меньше, а даже больше в несколько раз [1]. Поэтому и необходимо постоянно обновлять старые и создавать новые способы обеспечения безопасности.

Обеспечения безопасности сделало огромный шаг в развитие за последние пятьдесят лет за счет технологического прогресса. Камеры слежения, сигнализации, датчики движения, датчики температур и дыма, датчики шума и еще миллион аппаратур, созданных для обеспечения безопасности. Допустим, системы видеонаблюдения сейчас выполняют качественную охрану местности, способствуют контролю, устранению хищений или повреждения материальных ценностей, гарантируют непрерывный мониторинг за объектом [2]. Или датчики шума, которые сигнализируют при резком изменения амплитуды колебаний звука, который записывается и анализируется через особый чувствительный микрофон. И это далеко не конец технического прогресса, в будущем Нас ждут еще более развитые технологии.

Наряду с техническими технологиями, еще более быстро начало развиваться программная сторона обеспечения безопасности. Если в начале двадцать первого века программные обеспечения выполняли посредственные задачи такие как обыкновенное сохранение информации в базу данных, или проверка кода доступа к чему-либо обычным сравниванием, и так далее. То в современное время возможности программного обеспечения безопасности не оставляют сомнений в своей выгоде и продуктивности. Лучшим примером будут системы, использующие технологии искусственного интеллекта.

В современное время существуют самые разные системы безопасности, использующие искусственный интеллект [3]. Одна из них, система по определению подозрительного поведения людей. Такая система полезна по многим причинам,

например своей автономностью и эффективностью, ведь человек физически не может следить за всеми событиями в нескольких местах все свое время, не говоря уже о человеческом факторе. А вот система, способная выявлять подозрительные действия людей и записывать их в базу данных, будет работать двадцать четыре часа в неделю.

Также плюсом программного обеспечения по определению подозрительного поведения людей является удобство использования как для целей обеспечения безопасности людей и частной собственности, так и для реализации бизнес-аналитики.

Определение подозрительного поведения само по себе является чем-то субъективным, ведь у каждого человека есть свое личное видение окружающего его мира. В своем толковом словаре [4] русского языка Дмитриев Д.В. пишет, что подозрительным называют то, что является внешним проявлением чьего-либо недоверия к чему-либо, кому-либо, сомнения в чём-либо и т. п. Отсюда можно сделать вывод, что любое действие можно назвать подозрительным в зависимости от взгляда человека. Доверие человека к чему-либо зависит от его жизненного опыта и накопленных знаний. Но существуют профессии, в которых нельзя допускать ошибки из-за неопытности работника. Например, в полицейских, медицинских, военных и охранных службах перед принятием в должность сотрудники должны пройти специальную подготовку. В этой специальной подготовке в обязательной форме имеются уроки психологии, на которых сотрудников учат в основном как профессионально общаться с людьми, и как определять подозрительное поведение людей. К примеру, в аэропортах по всему миру всех сотрудников, не только охранную службу, обучают по системе SPOT [5], в которой описаны 94 критерия подозрительного поведения, некоторые из них: слишком частое моргание, зевание, свист, нервный тик и т.д. Часто при определение нескольких критериев из списка сотрудники аэропорта могут задать подозрительному пассажиру несколько вопросов и проверить багаж, в большинстве случаев подозрения оказываются ошибочными, однако происшествий в аэропортах существенно снизились.

Так как же машине определить, что подозрительное, а что нет? Этим вопросом задаются многие разработчики систем безопасности и по сей день, но уже были выработаны несколько логичных методов определения подозрительного поведения, которые активно используются в существующих решениях. Идеей создания системы безопасности с видео аналитикой для определения подозрительного поведения занимаются уже давно, и только с недавних пор у некоторых из них получилось разработать свои решения, которые уже активно скупаются и используются в сферах безопасности. На сегодняшний день наиболее известными компаниями, создавшие достойную видео аналитику и продающие ее на рынке, являются российская компания «ISS» [6] и китайская компания «Dahua» [7].

Проведя анализ существующих систем по определению подозрительного поведения людей, можно определить общие методы и возможности, а также выделить индивидуальные способы по определению. Каждая компания имеет свое собственное решение, которое имеет свои как положительные, так и отрицательные качества.

К общим характеристикам можно выделить, что каждое решение способно определить минимум пять типов подозрительного поведения: поиск скопления людей, счетчик входящих и выходящих, детектор проникновения в запрещенную зону,

фиксирование бега, определение праздношатания. Все программы имеют графическое оформление данных и оповещение при выявление подозрительного поведения.

К общим недостаткам программных обеспечений можно отнести, что одновременно поддерживать несколько режимов либо невозможно, либо крайне затратно по ресурсам. Если запись сделана на улице, то качество обработки и анализа существенно падает.

В частности, программное обеспечение SecurOS от компании ISS является более адаптированным под многие другие системы видеонаблюдения, в отличие от программного обеспечения Dahua, которая работает непосредственно только с видео материалом, сделанным на камеры Dahua. Также так как программное обеспечение Dahua изначально установлено в камерах, оно может анализировать только в реальном времени. А вот SecurOS может обрабатывать не только в реальном времени, но и с любым уже готовым видео материалом. Однако благодаря своей узко направленности система, установленная в камерах Dahua, способна обрабатывать и анализировать видео в реальном времени быстрее, чем SecurOS, которое может использовать большое количество ресурсов устройства. Программное обеспечение IRIS является идеальным решением для больших компаний или городской инфраструктуры, однако из-за высокой производительности и качества видеоматериала для маленьких объектов является не выгодным, большой процент потенциала программы остается не использованной.

Реализация метода определения скопления людей и метода определения проникновения в запрещенную зону осуществимы благодаря обученной сверточной нейронной сети, которая определяет человеческие тела и возвращает их координаты. Нейронная сеть была обучена по специальной архитектуре искусственных нейронных сетей – сверточной [8], которая в 1988 году была придумана и предложена Яном Лекуном. Эта архитектура нацелена на эффективное распознавание изображений и является типом глубокого обучения. Принцип сверточных нейронных сетей состоит в чередовании основных слоев и слоев подвыборки. Структура нейронной сети многослойная и однонаправленная. Назвали архитектуру нейронной сети так из-за операции свертки в ней, принцип которой, что все фрагменты кадра перемножается на матрицу свертки поэлементно, а произведение суммируется и сохраняется. Сверточные нейронные сети гарантируют безошибочность к переменам разрешений, кадра, перспективы и другим изменениям.

Каждый кадр из видеоматериала поочередно отправляется на проверку через нейронную сеть, которая возвращает двумерный массив данных с координатами каждого найденного человека (Рисунок 1).

Рис. 1 Пример работы нейронной сети

Поиск скопления людей. Скопление людей можно посчитать как подозрительное действие, ведь повод для скопления этой группы людей может быть потенциально опасным для безопасности. Существующие видео аналитические системы определяют скопление людей при одновременном нахождение в сканируемой зоне некототорого количества людей в течение продолжительного времени. При этом сканируемая зона, максимальное число людей и продолжительность времени являются настраиваемыми параметрами детектора. Метод может использоваться маркетологами, допустим для определения наиболее популярных товаров.

Для метода определения скопления людей заранее задается определенная зона и максимальное количество людей в этой зоне. Проверка превышения людей в защищенной зоне проводится через цикл, количество итераций зависит от количества найденных людей на кадре. У каждого найденной человека имеются индивидуальные координаты, если координаты найденных людей находятся в относительной близости друг от друга и их число превышает установленную, то определяется скопление. С помощью формулы 1 вычисляется расстояние между человеком и другими людьми, если расстояние меньше установленной, то человек считается частью группы.

$$S_{ab} = \sqrt[2]{(x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2}\ , (1)$$

где

S_{ab} – Расстояние между координатами людей;

x_a – координата центра по оси X первого найденного человека;

x_b – координата центра по оси X второго найденного человека;

y_a – координата центра по оси Y первого найденного человека;

y_b – координата центра по оси Y второго найденного человека;

Фиксирование проникновения в запрещенную зону. В случаях, когда имеется строго защищенная зона, в которую вход в принципе запрещен, то существует метод фиксирования проникновения в зону. Фиксирование проникновения происходит, когда субъект проникает в запрещенную зону, размеры которой определяются

пользователем, программное обеспечение фиксирует момент в базе и уведомляет администратора.

Для метода определения проникновения в запрещенную зону также, как и для скопления людей, определяется область, однако максимальное количество людей в зоне автоматически равно нулю. В случае если координаты человека находятся в запрещенной зоне, то определяется проникновение. Зона определена четырьмя линиями, с помощью формулы 2, которая определяет находится ли человек на линии (если результат равен нулю), за линией (если результат отрицательный) или до линии (если результат положительный)

$$check = \frac{X-x1}{x2-x1} - \frac{Y-y1}{y2-y1}, \quad (2)$$

где

check – результат проверки местоположение человека относительно линии;

X – координата человека по оси X;

Y – координата человека по оси Y;

x1 – координата первого конца линии по оси X;

x2 – координата второго конца линии по оси X;

y1 – координата первого конца линии по оси Y;

y2 – координата второго конца линии по оси Y;

Поиск оставленных предметов. Поиск оставленных предметов необходим для снижения вероятностей террористических актов, уменьшения различных рисков для жизней и здоровья людей. Если подозрительный субъект оставит в сканированной зоне какой-либо предмет и в течение настраиваемого времени не сдвинется с места, то программное обеспечение должно зафиксировать этот момент и уведомить пользователя об этом. Чаще всего в случаях, когда кто-то оставил предмет, это обычно забывчивость или потеря предмета, однако существует шанс опасности этого предмета для окружающих.

Для реализации методов счетчика входящих и выходящих людей, определения праздношатания и быстрого передвижения необходимы как сверточная нейронная сеть, так и трекинг каждого найденного человека.

Трекингом (Рисунок 2) называют задачу сопровождения объектов в нескольких кадрах. От детекции задача отличается тем, что необходимо не только определить местонахождение объекта в первом кадре, но и понять, где он находится в следующем.

Рис. 2 Алгоритм работы методов, использующие трекинг

Под трекингом обычно подразумевается сопровождении людей, машин и животных. Конечно, трекать возможно самые разные объекты, но в девяносто девяти процентах случаев это вышеперечисленные категории. Трекинг людей является самым нужным из всех, самая частая задача – трекинг людей на улице, для решения которой были открыты два всемирных конкурса MOTChallenge [9] и CitingVOTChallenge [10]. Впрочем, за все существование этой задачи до сих пор не было найдено и разработано готового решение, работающего всегда даже при малейших изменениях условий.

Для реализации простого трекинга с относительно маленькой погрешностью можно использовать фильтр Калмана и венгерский алгоритм (Рисунок 3). *Фильтр Калмана* [11]– это, пожалуй, один из самых популярных фильтров из-за своей мощности и эффективности, назван в честь своего создателя – Рудольфа Эмиля Калмана, американского инженера. Основной принцип фильтра Калмана это получение наиболее близкого к реальности значения, фильтруя погрешности. Фильтр использует формулы и теоремы случайных величин, средних значений, дисперсии и распределением Гаусса.

Рис. 3 Пример использования фильтрации Калмана и венгерского алгоритма

Венгерский алгоритм [12] необходим для фильтрации лишних шумов, и избежание и восстановление потерь в истинной форме объектов. Используется вместе с фильтром Калмана, для более точной фильтрации и в случае возникновения потерь, восстановить эти потери. Алгоритм использует методы математической морфологии: для очищения фона от шумов, малых погрешностей и различных искажений используется морфологическое открытие, а для восстановления потерь в объектах используется морфологическое закрытие.

Каждый кадр из видео проходит через проверку нейронной сетью и возвращается двумерный массив данных, хранящий информацию о найденных людях: их общее количество, координаты. Далее этот двумерный массив отправляется на фильтрацию Калмана, где найденные люди, с помощью их же координат, очищаются от лишнего фона, возможно с погрешностями, шумами и потерями. Потом очищенный двумерный массив проходит через венгерский алгоритм, в котором большая часть погрешностей и шумов очищается, а потери восстанавливаются. После очищенные и восстановленные внешние данные каждого найденного человека сравниваются с базой со всеми сохраненными внешними данными до этого. Если человек не был сохранен в базе, то его данные сохраняются и начинается трекинг этого человека, если же его данные уже были в базе, то его трекинг продолжается.

Счетчик входящих и выходящих людей. Среди разработчиков систем с видео аналитикой популярен обычный счетчик входящих и выходящих людей. Этот счетчик позволяет вести подсчет объектов, пересекающих линию контроля в заданных направлениях. Линия контроля и направление являются настраиваемыми параметрами детектора. В случае несовпадения числа входящих и выходящих людей, означает что есть возможность того, что злоумышленник, либо проник в защищенную зону не законно и вышел, либо остался в защищенной зоне и не выходит. Также метод отлично подходит для бизнес-процессов, определить в каком отделе большее число посетителей, какие входы более проходимые.

Для метода счетчика входящих и выходящих людей до начала основного цикла создается двумерный массив, создается переменная в роли счетчика и определяется линия пересечения. В него заполняются все появления каждого найденного человека: идентификатор, координаты, номер кадра. В случае если человек под трекингом пересечет линию, узнается это с помощью формулы 2, то происходит проверка его последнего местоположения, если координаты человека были снаружи, то счетчик увеличивается на единицу, если же координаты предыдущего кадра были внутри, то счетчик уменьшается на единицу.

Определение праздношатания. Если сканируемая зона является защищенной, но при этом доступна для прохождения людей через нее, то существует метод определения праздношатания. «Праздношатание», или для англоязычных разработчиков «Loitering», — это термин, который означает нахождения человека в контролируемой зоне в течение продолжительного времени. Когда человек задерживается в защищенной, но проходимой зоне это можно посчитать подозрительным действием. Когда человек просто проходит эту зону своевременно, это означает что его цель не находится в защищенной зоне, но, если он останавливается в этой зоне на некоторое время, это означает что его действия направленны внутри этой зоны. Эти действия могут быть злоумышленными и поэтому их можно отнести к подозрительным.

Для метода определения праздношатания создается двумерный массив: идентификатор человека, координаты местоположения, номер кадра, координаты первого проникновения в защищенную зону, длина вектора от текущей точки до стартовой, статус праздношатания. Также определяется защищенная зона, максимальное время нахождения в зоне. Если человек находится в зоне дольше чем максимальное время, то начинается его проверка на праздношатание. Проверяется его длина вектора от текущего местоположения до его начального местоположения по формуле 1, если длина вектора уменьшается или остается какой же, то значит человек совершает праздношатание и его статус меняется, дальше проверка более не проводится, происходит триггер сигнализации.

Фиксирование бега. В большинстве случаев люди ускоренно передвигаются из-за спортивных интересов, или опаздывают куда-то. Однако неестественно быстрое передвижения человека может быть вызвано нападением, воровством, скрытием с места преступления и другими видами противозаконных действий. Поэтому, когда человек передвигается быстрее определенной скорости, программное обеспечение фиксирует бег, сохраняя в базу и отправляя уведомление пользователю.

Для метода определения быстрого передвижения определяется защищенная зона и максимальная скорость передвижения, и создается двумерный массив:

идентификатор, координаты, номер кадра. Скорость человека (Формула 3) вычисляется как отношение длины вектора, от текущего местоположения до предыдущего, и разнице кадров, от текущего номера кадра до предыдущего, умноженное на отношение максимального разрешения кадра и размера человека. В случае если скорость человека больше определенной максимальной скорости, то срабатывает триггер.

$$V = \frac{\sqrt[2]{\left(\left(\frac{x1+x2}{2}\right)-xLast\right)^2 + \left(\left(\frac{y1+y2}{2}\right)-yLast\right)^2}}{T2-T1} * \frac{\sqrt[2]{(x2-x1)^2+(y2-y1)^2}}{xMax}, \quad (3)$$

где

V – скорость найденного человека пиксель/кадр;

x1 – текущая координата верхнего левого угла по оси X найденного человеческого тела;

x2 – текущая координата нижнего правого угла по оси X найденного человеческого тела;

y1 – текущая координата верхнего левого угла по оси У найденного человеческого тела;

y2 – текущая координата нижнего правого угла по оси У найденного человеческого тела;

xLast – координата центра по оси X найденного человеческого тела предыдущего кадра;

yLast – координата центра по оси У найденного человеческого тела предыдущего кадра;

T1 – предыдущий номер кадра;

T2 – текущий номер кадра;

xMax – максимальное разрешение видео материала по оси X;

Список использованной литературы

1. Видеоаналитика термины, сферы применения, технологии Video Content Analysis. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Видеоаналитика_(термины,_сферы_применения,_технологии)/ (дата посещения: 15.03.2022)

2. Периметральная система видеонаблюдения. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://docplayer.com/68967029-Diplomnyy-proekt-tema-perimetralnaya-sistema-videonablyudeniya.html (дата посещения: 27.03.2022)

3. Big Data. Видеоаналитика как частный пример. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.olly.ru/blog/big-data-novyj-trend-v-it-videoanalitika-kak-chastnyj-primer/ (дата посещения: 27.03.2022)

4. Дмитриев Д.В. Толковый словарь русского языка Дмитриева, 2003 год, - 228 с.

5. SPOT (Screening of Passengers by Observation Techniques. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.dhs.gov/publication/screening-passengers-observation-techniques-spot-program#:~:text=The%20Screening%20of%20Passengers%20by,potential%20transportati

on%20security%20risks%20by (дата посещения: 26.02.2022)

6. ISS — Интеллектуальные Системы Безопасности. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://iss.ru/ (дата посещения: 26.02.2022)

7. Dahua Technology - Leading Video Surveillance Solution Provider with CCTV Product. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.dahuasecurity.com/ru/ (дата посещения: 02.03.2022)

8. Сверточная нейронная сеть, часть 1: структура, топология, функции активации и обучающее множество. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://habr.com/ru/post/348000/ (дата посещения: 17.02.2022)

9. MOT Challenge. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://motchallenge.net/ (дата посещения: 10.03.2022)

10. VOT Challenge. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.votchallenge.net/ (дата посещения: 12.03.2022)

11. Фильтр Калмана. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://habr.com/ru/post/166693/ (дата посещения: 12.03.2022)

12. Венгерский алгоритм в задаче слежения за множеством движущихся объектов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://habr.com/ru/post/267651/ (дата посещения: 27.03.2022)

КОГНИТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ E-LEARNING ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОМУ ОБОРУДОВАНИЮ НА ОСНОВЕ УНИФИЦИРОВАННОЙ ИСКУССТВЕННОЙ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ И ПРИНЦИПОВ ИММУНОЛОГИЧЕСКОГО ГОМЕОСТАЗА

[1]Самигулина Г.А., [2]Самигулина З.И.
[1]e-mail: galinasamigulina@mail.ru
[2]e-mail: zarinasamigulina@mail.ru
[1]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан
[2]Казахстанско-Британский Технический Университет

Аннотация. *Разработанная инновационная когнитивная e-Learning технология интенсивного персонализированного обучения промышленному оборудованию для предприятий нефтегазовой отрасли (построенная на основе принципов иммуннологического гомеостаза и унифицированной искусственной иммунной системы) отвечает современным вызовам, которые стоят перед высшим образованием в рамках выполнения программы «Индустрия 4.0.» по интеллектуализации и цифроватизации промышленности. Интеллектуальная технология апробирована на базе Казахстанско-Британского Технического Университета для студентов факультета Информационных технологий.*

1. Введение и постановка задачи

В настоящее время в связи с прогрессом в области искусственного интеллекта, информационных технологий и все возрастающей сложности производственных процессов, а также современного высокотехнологичного промышленного оборудования наблюдается острый недостаток профессиональных кадров по техническим специальностям. Актуальной задачей перед высшей школой стоит подготовка молодых специалистов для работы на современном производственном оборудовании. Особенно возрастает роль дистанционного обучения для подготовки специалистов нефтегазовой отрасли, ввиду удаленности предприятий.

Постановка задачи исследований формулируется следующим образом: необходимо разработать когнитивную персонализированную технологию дистанционного обучения студентов технических специальностей на основе принципов иммунологического гомеостаза и унифицированной искусственной иммунной системы с целью прогнозирования и оперативного управления качеством образования. Механизм регуляции гомеостазом и адаптации реализуется с использованием унифицированной искусственной иммунной системы на основе модифицированных алгоритмов искусственной иммунной системы.

В биологических системах способность организма поддерживать функционально значимые переменные в пределах, обеспечивающих его оптимальную жизнедеятельность называют гомеостазом [1]. Применение принципов гомеостаза в

организации учебного процесса позволяет подняться на более высокий уровень профессиональных компетенций в сжатые сроки.

2. Методы исследования

При разработке инновационной технологии e-Learning для профессионального технического обучения на реальном промышленном оборудовании использовались: принципы симметрии, основы построения гомеостатических систем, биоинсперированный подход искусственных иммунных систем (ИИС), модифицированные алгоритмы ИИС, унифицированная искусственная иммунная система, иммунологический гомеостаз, онтологический и когнитивный подходы.

2.1 Принципы гомеостаза

В настоящее время активно развивается одно из направлений кибернетики гомеостатика [2], как междисциплинарная наука, объединяющая в себе различные области биологии и медицины, искусственного интеллекта и информационных технологий, теории управления и системного анализа, а также многие другие. Актуальность развития этой области исследования определяется тем, что все сложные системы (живые, социальные и искусственные) являются гомеостатичными. Предложенный впервые учёным У.Б. Кэнноном термин “гомеостаз” описывал основные принципы обеспечения жизнеспособности живого организма под воздействием многих факторов за счёт постоянства внутренней среды [3]. Существенные результаты в данной области исследований были получены выдающими учёными, такими как Н. Винер, К. Шеннон, Анохин П.К и другими. Большой вклад в изучение механизмов гомеостаза внёс У.Эшби [4], который предложил электромеханическое устройство - гомеостат обеспечивающее динамическое равновесие системы в различных условиях. Исследования Ю.М. Горского посвящены вопросам управления противоречиями в гомеостатических системах [5] с целью повышения устойчивости и качества функционирования.

Существуют различные механизмы поддержания гомеостаза в живом организме на основе функционирования нейронной, эндокринной и иммунной систем. Виды гомеостаза подразделяются на генетический (контроль генетической информации), структурный (поддержка постоянной структуры организма на всех уровнях: клеток, тканей, органов), системный (регулирование внутренней жидкой среды: крови, лимфы и тканевой жидкости) и иммунологический (защита организма от вредоносных антигенов на основе клеточного и гуморального иммунитета) [6]. Попытки применения всех подходов гомеостатического регулирования, как в биологических прототипах затруднены сложностью и междисциплинарностью исследований.

В настоящее время разработаны приложения частично реализующие гомеостатичные механизмы регулирования, например, на основе эндокринной системы или нейронно-эндокринной [7]. Особенно много разработок на основе гомеостатичных систем для роботов и робототехнических комплексов [8]. Большой интерес вызывает применение принципов гомеостатического управления для сложных социальных систем, в том числе в сфере образования. Например, в работе [9] обсуждаются вопросы использования гомеостатического управления при проектировании образовательной среды. Рассматриваются основные свойства гомеостатических систем, такие как способность к адаптации, поддержка параметров

в определённых границах, повышенная жизнеспособность под воздействием возмущений, взаимодействие противоположных тенденций и другие. Исследования [10] посвящены созданию модели креативной среды на основе компенсационного гемеостата для развития творческого потенциала обучающихся.

В предлагаемом исследовании в подходе искусственных иммунных систем используются принципы иммунологического гомеостаза, под которым понимается некоторый баланс для поддержки стабильной работы системы между невосприимчивостью к внешним возмущениям и адекватным иммунным ответом.

Применение принципов гомеостаза в образовательных технологиях имеет большие перспективы и позволяет по-новому взглянуть на существующие проблемы оптимизации управления в образовании.

2.2. Унифицированная искусственная иммунная система

Разработка унифицированной искусственной иммунной системы предполагает объединение всех механизмов функционирования иммунитета (клональной селекции, негативного отбора и иммунной сети) в единую иммунную систему. Особенностью и новизной предлагаемой УИИС является то, что она строится на основе модификаций классических алгоритмов ИИС с целью снижения их многообразия и отбора наиболее эффективных для обработки определённых массивов данных [11]. В результате оценки эффективности модифицированных алгоритмов ИИС выбираются те, которые лежат в «области гомеостаза» для формирования адекватного иммунного ответа и поддержания гомеостаза в системе. На рисунке 1 представлена укрупнённая блок схема интеллектуального анализа данных и решения задачи распознавания образов на основе УИИС.

Рис. 1 Укрупнённая блок схема интеллектуального анализа данных на основе УИИС

Онтологический подход применялся при разработке базы знаний онтологических моделей модифицированных алгоритмов ИИС для УИИС в редакторе онтологий Protégé.

3. Разработка когнитивной технологии e-Learning для технических специальностей

Основные требования, необходимые для реализации технологии дистанционного обучения студентов технических специальностей промышленному оборудованию представлены ниже:

1. Обеспечить доступ к промышленному оборудованию в лабораториях коллективного пользования;
2. Наличие лицензионного программного обеспечения для работы с оборудованием;
3. Техническое оснащение студентов компьютерами и установка на них платформы для онлайн обучения, например MSTims или какой либо другой: Moodle, EdModo, Google Classroom, iSpringOnline;
4. Возможность подключения студентов к Internet;
5. Тестирование студентов на когнитивные и психофизиологические способности;
6. Обработка больших объёмов динамических данных в режиме реального времени.

3.1 Этапы технологии

Рассмотрим основные этапы предложенной технологии e-Learning на примере обучения студентов Казахстанско-Британского Технического Университета на факультете «Информационных технологий» по дисциплине «Автоматизация типовых производственных процессов»:

Этап 1. Подключение студентов к Internet и обучающей платформе MSTeams. Тестирование обучающихся на когнитивные и психофизиологические способности, формирование базы данных параметров характеризующих каждого студента.

Этап 2. Выбор сценария процесса обучения в соотвествии с индивидуальными особенностями обучающегося для изучаемой дисциплины, доступ к серверу со специализированным программным обеспечением и выполнение практических работ.

Этап 3. Формирование отчёта в формате Excel о результатах выполненных работ. Составляется портрет успеваемости студента на основе текущих оценок в журнале успеваемости и статистических данных по посещаемости, активности и др. предоставляемых платформой MS Teams.

Этап 4. Оценка успеваемости студента и прогнозирование результатов обучения на основе интеллектуального анализа данных с использованием унифицированной искусственной иммунной системы:

- Формирование базы знаний модифицированных алгоритмов УИИС на основе построенных онтологических моделей.
- Предварительная обработка базы данных и выделение информативных признаков. Редукция неинформативных признаков позволяет повысить точность распознавания образов.

- Выбор классов исходя из условий решаемой задачи. Например: 1 класс подразумевает высокий уровень знаний; 2 класс средний уровень, 3 класс низкий уровень.

- Решение задачи распознавания образов на основе УИИС. Пусть «образ» будет представлен как $n-$мерный вектор-столбец, $\mathrm{Im} = [\mathrm{Im}_1,..,\mathrm{Im}_n]^T$, где $\mathrm{Im}_1,..,\mathrm{Im}_n$ - вещественные числа. Число классов представим в виде $C = \{1,...,c\}$. Распознавание образов определено как $f(\mathrm{Im}) \to \{1,...,c\}$. «Эталоны» представлены в виде $Et = \{Et_1,..,Et_m\}$ Класс «эталона» описан как $f(Et_1) = c_1,..., f(Et_m) = c_m$. Решение задачи распознавания образов сводится к поиску класса произвольного $n-$ мерного вектора P, $f(P) = class$.

- Оценка эффективности модифицированных алгоритмов УИИС. Так как не существует универсальных оценок для всех типов наборов данных, то в зависимости от особенностей решаемой задачи, несбалансированности классов и т.д. применяются различные оценки для конкретного набора данных.

- Выбор наиболее эффективных модифицированных алгоритмов УИИС на основе «области гомеостаза», которая строится с использованием оценок, наиболее подходящих под характер рассматриваемых данных. Прогнозирование уровня сложности курсового проекта.

Этап 5. Выбор уровня сложности курсового проекта для студента, выполнение и защита проекта. При успешной защите переход на следующий курс обучения. При отрицательном результате формирование эффективного иммунного ответа в виде сценария для оперативной корректировки учебного плана и повторное прохождение курса.

4. Заключение

Применение принципов гомеостаза и УИИС позволяют обеспечивать адекватный иммунный ответ для выбора наилучшего сценария обучения студентов и учитывать множество факторов, влияющих на конечные профессиональные компетенции обучающегося. Достоинствами разработанной технологии является возможность эффективной обработки неоднородных данных высокой размерности за счёт выбора наилучших модифицированных алгоритмов УИИС.

По результатам применения разработанной интеллектуальной технологии процент студентов, получивших неудовлетворительные результаты по завершению курса снизился в 17,3% до 8% относительно общего числа студентов, что подтверждает эффективность её внедрения в учебный процесс.

Исследования проводятся при поддержке Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (Грант №AP09258508).

Литература

1. Романюха А.А. Поддержание гомеостаза и энергетика. Модель регуляции гомеостаза / А.А. Романюха // Материалы Международной конференции Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики. - Новосибирск: Академгородок, 2011.

2. Torday J.S. Homeostasis as the Mechanism of Evolution / J.S. Torday // Biology. - 2015, Vol.4(3). – P. 573-590.

3. Cannon W.B. Organization for the physiological homeostatic/ W.B. Cannon // Phisiol. Rev. -1929, Vol.9. – P. 399-431.

4. Ashby W.R. Introduction to Cybernetics / W.R. Ashby. Chapman&Hall. – 1956. 295 p.

5. Горский Ю.М. Гомеостатика: модели, свойства, патологии / Ю.М. Горский. - Новосибирск, 1990.

6. Гевандова М.Г.; Федоренко Н.Н.; Ходжаян, А.Б.; Михайленко А.К.; Климанович И.В.; Апагуни В.В.; Николенко Т.С.; Данилова Е.А. Гомеостаз биологических систем и некоторые параметры его обеспечения / М.Г. Гевандова и др. - Ставрополь, СтГМУ, 2017. – С. 36.

7. Timmis J., Neal, M., Thornley J. An adaptive neuro-endocrine system for robotic systems / J. Timmis and all // IEEE Workshop on robotic intelligence in informationally structured space. – 2000. – P.129-136.

8. Баранюк В.В.; Миняйло Д.В.; Смирнова О.С. Планирование действий смешанных робототехнических группировок в условиях «балансирования на грани» / В.В. Баранюк и др. // Journal pf Open Information Technologies. - 2016, Vol. 4(12). – С. 16-20.

9. Дзятковская Е.Н. Гомеостатический подход в педагогике / Е.Н.Дзятковская // Управление образованием: теория и практика. - 2021, - Vol.11(5). – P. 77-85.

10. Петрашень У.П. Формирование модели креативной образовательной среды методами «черный ящик» и «компенсационный гомеостат» / У.П. Петрашень // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. – 2022. –С. 228-240.

11. Самигулина Г.А., Самигулина З.И. Когнитивная технология дистанционного профессионального технического обучения с использованием унифицированной искусственной иммунной системы // Образовательные ресурсы и технологии. – М., 2022. - № 1(38). – С. 23-30. DOI: 10.21777/2500-2112-2022-1-23-30.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ НА ОСНОВЕ ВСТАВОК

Оралбекова Д.О. [1,2], Мамырбаев О.Ж.[1,2], Әлімхан Қ.[3], Othman M.[4], Кыдырбекова А.С.[1], Турдалыкызы Т.[1],Жумажанов Б.[1]

e-mail: dinaoral@mail.ru

[1]*Институт информационных и вычислительных технологий, Казахстан*

[2]*Caspian University, Казахстан*

[3] *ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Казахстан*

[4]*Universiti Putra Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia*

Аннотация. В области распознавания речи пришли сквозные модели заменяя традиционных и гибридных. Основной принцип работы современных сквозных моделей – генерация выходной последовательности слева направо, применяя авторегрессионную функцию при декодировании. До этого времени не доказано, что данный способ декодирования является лучшим в преобразования текста в речь. Кроме того, сквозные модели учитывают только предыдущую информацию для прогнозирования следующего выхода. Данный подход не решает вопрос преобразования речи, когда предыдущая информация невнятно было произнесено. Таким образом, начали применять метод вставки, который использует неавторегрессионную генерацию выходных данных в произвольном порядке. В данной работе модель была обучена на основе метода вставки и коннекционной временной классификации для распознавания казахской речи. Проведенные эксперименты показали, что данная модель улучшает качество распознавания казахской речи.

Введение. Появление сквозных (end-to-end, E2E) моделей [1], а именно модели на основе Connectionist Temporal Classification (CTC) [2] и кодер-декодера (Encoder-Decoder) с вниманием [3] и онлайновые модели для распознавания потоковой речи [4,5], намного упростили схему построения систем распознавания речи. E2E модели заменяет многоступенчатый конвейер классической системы одной глубокой сетью, что сокращает время обучения и время декодирования, и это позволяет совместную оптимизацию с последующей обработкой, такой как понимание естественного языка. Были проведены много работ по улучшению работы E2E моделей, а именно CTC [6,7], внимания [8,9]. Было доказано, что совместное использование E2E моделей превосходит не только традиционные модели автоматического распознавания речи (ASR), но и E2E моделей, которые были реализованы по отдельности. Кроме того, появление Transformer и применение его с CTC [10,11] вывело систему APP на новый уровень.

E2E модели работают по принципу от последовательности к последовательности (seq2seq), авторегрессионно генерируя высказывания слева направо, потому что речь имеет последовательный характер. Декодирование речи в слово или предложения происходит на основе предыдущих высказываний, что не учитываются будущие высказывания. И не доказано, что данный способ декодирования является лучшим в преобразования текста в речь. Мы, конечно, можем предугадать последующее слово на основе предыдущих высказываний, но данный

метод не будет работать, если некоторые предыдущие слова были озвучены невнятно или слишком тихо. В этом случае можно использовать будущую информацию для определения того, что было произнесено до этого. Необходимо понимать, что при декодировании нужно не только учитывать предыдущий контекст, но и будущий, который играет немаловажную роль в преобразовании аудио в текст.

В технологиях машинного перевода активно применяется модель неавторегрессионный трансформатор [12]. Были попытки применения данной модели для распознавания речи [13]. Суть метода заключается в предсказании замаскированных токенов, которые были замаскированы случайным образом при декодировании. В этом процессе модель обучается прогнозировать замаскированные метки с помощью механизма внимания. И использует неавторегрессионный метод при декодировании последовательностей путем оценки скрытых меток. Данный подход достиг высокой эффективности в сопоставлении с моделями с авторегрессионной направленностью. Для предсказания по маскам последовательности необходимо иметь представление о длине выходной последовательности меток, что является затруднительным процессом. Для решения данной задачи применяется модель вставки, которая генерирует выходную последовательность в произвольном порядке без добавления вспомогательных элементов для определения длины выходных меток [14]. Этот процесс уменьшает количество шагов и время при декодировании.

Наша основная работа связана с развитием, внедрением и продвижения казахского языка в технологиях информационных систем. Для машинного перевода с других языков на казахский и морфологический анализ казахского языка были посвящены некоторые работы [15, 16]. Кроме того, были попытки создании системы идентификации и верификации на основе казахской речи [17]. В наших предыдущих работах мы реализовали модели на основе CTC с моделью внимания для распознавания агглютинативных языков как казахский и азербайджанский, в рамках трансферного обучения [18], а также была реализована модель RNN-T для потокового распознавания казахской речи в режиме реального времени [19]. Однако эти модели требуют улучшений для точного преобразования казахской речи в текст. В данной работе рассматривается реализация модели на основе вставки для сквозного распознавания казахской речи и сравнение результатов с предыдущими нашими работами. Помимо этого, приводится обзор других работ по реализации моделей на основе вставки для сквозного распознавания речи.

В этой работе мы предлагаем распознавания казахского языка на основе вставки, для повышения точности распознавания и в сокращении ошибки в распознавании слов и символов.

Исследовательская работа представлена в следующей последовательности: в разделе 2 приведен обзор работ по исследуемой теме, в разделе 3 описывается модель вставки. Далее в разделе 4 приведены основные настройки модели, информация о тренировочных данных, полученные экспериментальные данные, анализ полученных результатов. В заключительном разделе приведены выводы и планы на будущие работы.

Обзор литературы. Модель вставки впервые была упомянута в работе [12] (2017), где была применена в машинном переводе. Была представлена модель, которая вместо генерирования выходного слова на основе ранее сгенерированным выходным

данным, создает свои выходные данные параллельно, что позволяет на порядок снизить задержку во время вывода. Благодаря использованию входных токенов в качестве скрытой переменной и точной настройке градиента модель достигла лучшего показателя по сравнению с авторегрессионной сетью Transformer. Однако необходимо отметить, что модель не может обучаться, когда в качестве входных данных для декодера используются только позиционные вложения.

Исследователи работы [14] (2020) предлагают впервые применить к задачам ASR модели на основе вставки, которые были первоначально предложены для машинного перевода. Модели на основе вставки решают проблемы прогнозирования маски и могут генерировать произвольный порядок генерации выходной последовательности. Кроме того, была демонстрирована новая формулировка совместного обучения моделей на основе вставки и CTC. Эта формулировка усиливает CTC, делая его зависимым от генерации токенов на основе вставки без авторегрессии. Эксперименты были проведены на трех общедоступных тестах и достигли инновационной производительности по сравнению с обычным Transformer.

Chan W. и соавторы [20] (2019) представили модель KERMIT, работающий по принципу вставки в моделировании последовательностей. KERMIT моделирует совместное распределение и его декомпозицию с помощью одной нейронной сетью не полагаясь на заранее заданную факторизацию распределения данных. Модель поддерживает как последовательное полностью авторегрессионное декодирование, так и параллельное частично авторегрессионное декодирование. Этот подход обеспечивает соответствие или превышение производительности специализированных современных систем для широкого круга задач без необходимости проблемно-ориентировочной архитектурной адаптации модели.

В работе Jiatao Gu et al. [21] (2019) был предложен новый алгоритм декодирования InDIGO, который поддерживает гибкую генерацию последовательностей в произвольном порядке с помощью операций вставки. Расширяя Transformer, авторы эффективно реализовали предложенный подход, давая обучать ее заранее определенному адаптивному порядку, полученный из поиска луча. Эксперименты проводились для решения таких задач, как восстановление порядка слов, машинный перевод, заголовок изображения и генерация кода. В результате предложенный алгоритм показал конкурентноспособную производительность по сравнению с обычным генерированием слева направо.

Mitchell Stern et al. [22] (2019) представили Insertion Transformer, итеративную, частично авторегрессионную модель для генерации последовательности на основе операций вставки. В отличие от типичных моделей авторегрессии, которые полагаются на фиксированное, часто слева направо, упорядочение вывода, реализованный подход учитывает произвольный порядок, позволяя вставлять токены в любое место последовательности во время декодирования. Такая гибкость дает ряд преимуществ, как обучение модели следовать не только определенным порядкам, как генерация слева направо или обход бинарного дерева, но ее также можно обучить максимизировать энтропию по всем допустимым вставкам для надежности. Кроме того, предложенная модель может поддерживать как авторегрессионную генерацию, так и частично авторегрессионную генерацию. Было обнаружено, что Insertion Transformer превосходит многие предшествующие неавторегрессионные подходы к

преобразованию на сопоставимых или более высоких уровнях параллелизма и успешно восстанавливает производительность исходного преобразователя, требуя только логарифмического количества итераций во время декодирования.

Chuan-Fei Zhang et al. [23] (2021) представили новый неавторегрессионный преобразователь с унифицированным двунаправленным декодером (non-autoregressive transformer with a unified bidirectional decoder) (NAT-UBD), который может одновременно использовать контексты слева направо и справа налево. Однако прямое использование двунаправленных контекстов вызовет утечку информации, что означает, что на вывод декодера может влиять символьная информация из ввода той же позиции. Чтобы избежать утечки информации, была предложена новая маска внимания и были модифицированы обычные запросы, как ключи и матрицы значений для NAT-UBD. Экспериментальные результаты подтверждают, что NAT-UBD может достигать коэффициента ошибок символов (CER) 5,0%/5,5% на наборах для разработки/тестирования Aishell1, превосходя все предыдущие модели преобразователей NAR.

Ruchao Fan et al. [24] (2021) предложили несколько методов повышения точности сквозного CTC alignment- based single step non-autoregressive transformer (CASS NAT) с последующим анализом производительности. Первым делом к модулям кодера и декодера применяются блоки внутреннего внимания, дополненные сверткой. Во-вторых, авторы предложили расширить триггерную маску (акустическая граница) для каждого маркера, чтобы повысить надежность выравнивания CTC. Кроме того, для улучшения градиентного обновления параметров нижнего слоя используются повторяющиеся функции потерь. Без использования внешней языковой модели WER при использовании трех методов составляют 3,1% и 7,2% на чистых и других наборах теста Librispeech, а CER составляет 5,4% на тестовом наборе Aishell1.

Модель на основе вставок. Для реализации модели вставки необходимо определить позиции слов и порядок вставки, и таким образом добавляется дополнительный параметр Order для принятия в расчет всевозможные перестановки упорядочения, который зависит от количество произнесенных слов. Таким образом, стандартное уравнение [25] преобразуется следующим образом (1):

$$P(W|X) = \sum_{Order} p(W, Order|X) = \sum_{Order} p(W_{Order}|X) p(Order|X) \quad (1)$$

При декодировании на основе вставки используется сеть Transformer с концепцией порядка положения (рис. 1).

Рис 1. Модель на основе вставок

Данная модель обучается полностью сквозным способом, сохраняя все преимущества при декодировании. Этот подход позволяет игнорировать необходимость определения длину последовательностей заранее.

Как показано в уравнении 2 прогнозирование позиции слов выполняется методом вставки в имеющие слова. Так как обновление позиции слов не меняет относительно предварительно вычисленных представлений, информации о позиции слов может быть использована повторно на следующим этапе декодирования.

Во время декодирования последовательностей мы моделируем условную вероятность последовательности слов путем совмещения распределения слов и их позиций в правильном порядке.

Эксперименты.

На сегодняшний день существуют ограниченное количество исследований по распознаванию казахской речи на основе сквозных моделей. Кроме того, можно найти некоторые исследовательские работы, которые были реализованы на основе традиционных и гибридных моделей, но были использованы меньший объем тренировочных данных.

В нашей работе [18] для сквозного распознавания речи на казахском и азербайджанском языках был предложен подход, основанный на трансферном обучении. Были реализованы совместные модели CTC-внимания. Были обучены одновременно два языковых корпуса. Объем корпуса составил 400 часов казахской речи.

В другой работе[19] реализована популярная модель на основе RNN-T для распознавания казахской речи. Была применена языковая модель, которая положительно повлияла на выходные показатели. Модель была обучена на 300-часовом корпусе.

Результаты экспериментов по распознаванию речи с помощью приведенных работ и нашей модели приведены в таблице 1.

Таблица 1. CER для разных систем распознавания речи

Model	***CER (%)***	***Объем данных, ч***
End-to-end with transferring (Kazakh + Azerbaijan language) without LM	14.23	400
LSTM and BLSTM based RNN-T with LM	10.6	300
Insertion-based model	10,21	400

Полученные результаты с помощью Insertion-based model улучшила свои показатели за счет декодирования с моделью CTC и языковой моделью на 4%, однако их отсутствие могли бы снизить эффективность работы модели вставки. Кроме того, при реализации данной модели количество шагов было снижено, за счет этого скорость обучения и декодирования снизились по сравнению с другими моделями.

Заключение. Работа посвящена к исследованию влияния совместных сквозных моделей CTC и вставки для распознавания казахской речи. Эксперименты проводились с использованием корпуса речи казахского языка с объемом 400 часов смешанной речи, и результат показал, что система может достичь высоких результатов с применением языковых моделей на основе РНН. Декодирование на основе этих моделей не увеличивает вычислительные затраты, и за счет этого скорость декодирование не замедляется, кроме того, при реализации модели вставки сокращается количество итераций при декодировании. Таким образом, лучший показатель CER достиг до 10,21%, что является конкурентноспособным результатом на сегодняшний день. Предлагаемый метод достаточно гибкий и не требует условной независимости переменных. Кроме того, можно сделать вывод, что данную модель можно применять и для распознавания других языков, который входит в состав группы родственных языков, как тюркские.

В дальнейших работах мы планируем изучить другие insertion-based модели для распознавания агглютинативных языков.

Благодарности. This research has been funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic Kazakhstan (Grant No. AP08855743).

Литература

1. Mamyrbayev O., Oralbekova D. Modern trends in the development of speech recognition systems // News of the National academy of sciences of the republic of Kazakhstan. – 2020. – Vol. 4, № 332. - P. 42 – 51
2. Graves A., Fernandez S., Gomez F., and Schmidhuber J. Connectionist Temporal Classification: Labelling Unsegmented Sequence Data with Recurrent Neural Networks. In ICML, Pittsburgh, USA, 2006.
3. W. Chan, N. Jaitly, Q. Le and O. Vinyals (2016). Listen, attend and spell: A neural network for large vocabulary conversational speech recognition, IEEE International

Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), Shanghai, pp. 4960-4964, doi: 10.1109/ICASSP.2016.7472621.

4. Jaitly, Navdeep & Le, Quoc & Vinyals, Oriol & Sutskeyver, Ilya & Bengio, Samy. (2015) An Online Sequence-to-Sequence Model Using Partial Conditioning, 2015.

5. Chung-Cheng Chiu and Colin Raffel, “Monotonic chunkwise attention,” in Proceedings of ICLR, 2018.

6. Deng, Keqi & Cao, Songjun & Zhang, Yike & Ma, Long & Cheng, Gaofeng & Xu, Ji & Zhang, Pengyuan. (2022). Improving CTC-based speech recognition via knowledge transferring from pre-trained language models. https://doi.org/10.48550/arXiv.2203.03582

7. J. Heymann, K. C. Sim and B. Li, "Improving CTC Using Stimulated Learning for Sequence Modeling," ICASSP 2019 - 2019 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2019, pp. 5701-5705, doi: 10.1109/ICASSP.2019.8682700.

8. Zeyer, Albert, Kazuki Irie, Ralf Schlüter and Hermann Ney. “Improved training of end-to-end attention models for speech recognition.” ArXiv abs/1805.03294 (2018): n. pag.

9. L. Lu, X. Zhang and S. Renais, "On training the recurrent neural network encoder-decoder for large vocabulary end-to-end speech recognition," 2016 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2016, pp. 5060-5064, doi: 10.1109/ICASSP.2016.7472641.

10. Huang Z, Wang P, Wang J, Miao H, Xu J, Zhang P. Improving Transformer Based End-to-End Code-Switching Speech Recognition Using Language Identification. Applied Sciences. 2021; 11(19):9106. https://doi.org/10.3390/app11199106

11. Miao, Haoran & Cheng, Gaofeng & Gao, Changfeng & Zhang, Pengyuan & Yan, Yonghong. (2020). Transformer-Based Online CTC/Attention End-To-End Speech Recognition Architecture. 6084-6088. 10.1109/ICASSP40776.2020.9053165.

12. J. Gu, J. Bradbury, C. Xiong, V. O. Li, and R. Socher, “Non-autoregressive neural machine translation,” arXiv preprint arXiv:1711.02281, 2017.

13. N. Chen, S. Watanabe, J. Villalba, and N. Dehak, “Listen and fill in the missing letters: Non-autoregressive transformer for speech recognition.” arXiv preprint arXiv:1911.04908, 2020.

14. Yuya Fujita, Shinji Watanabe, Motoi Omachi, Xuankai Chan. Insertion-Based Modeling for End-to-End Automatic Speech Recognition. INTERSPEECH 2020. https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.13211.

15. Rakhimova, D., Sagat, K., Zhakypbaeva, K., Zhunussova, A. (2021). Development and Study of a Post-editing Model for Russian-Kazakh and English-Kazakh Translation Based on Machine Learning. In: Wojtkiewicz, K., Treur, J., Pimenidis, E., Maleszka, M. (eds) Advances in Computational Collective Intelligence. ICCCI 2021. Communications in Computer and Information Science, vol 1463. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-88113-9_42

16. Rakhimova, D., Turarbek, A., Kopbosyn, L. (2021). Hybrid Approach for the Semantic Analysis of Texts in the Kazakh Language. In: Hong, TP., Wojtkiewicz, K., Chawuthai, R., Sitek, P. (eds) Recent Challenges in Intelligent Information and Database Systems. ACIIDS 2021. Communications in Computer and Information Science, vol 1371. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-1685-3_12

17. Mamyrbayev, O., Kydyrbekova, A., Alimhan, K., Oralbekova, D., Zhumazhanov, B., Nuranbayeva, B. (2021). Development of security systems using DNN and i & x-vector classifiers. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (9 (112)), 32–45. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239186.

18. Mamyrbayev, O., Alimhan, K., Oralbekova, D., Bekarystankyzy, A., & Zhumazhanov, B. (2022). Identifying the influence of transfer learning method in developing an end-to-end automatic speech recognition system with a low data level. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(9(115), 84–92. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252801

19. O. Mamyrbayev, D. Oralbekova, A. Kydyrbekova, T. Turdalykyzy and A. Bekarystankyzy, (2021) "End-to-End Model Based on RNN-T for Kazakh Speech Recognition," 2021 3rd International Conference on Computer Communication and the Internet (ICCCI), 2021, pp. 163-167, doi: 10.1109/ICCCI51764.2021.9486811.

20. Chan, W., Kitaev, N., Guu, K., Stern, M., & Uszkoreit, J. (2019). KERMIT: Generative Insertion-Based Modeling for Sequences. ArXiv, abs/1906.01604.

21. Jiatao Gu, Qi Liu, and Kyunghyun Cho. 2019. Insertion-based Decoding with Automatically Inferred Generation Order. Transactions of the Association for Computational Linguistics, 7:661–676.

22. Stern, Mitchell et al. “Insertion Transformer: Flexible Sequence Generation via Insertion Operations.” ICML (2019).

23. Zhang, Chuan-Fei & Liu, Yan & Zhang, Tian-Hao & Chen, Song-Lu & Chen, Feng & xu, Yin. Non-autoregressive Transformer with Unified Bidirectional Decoder for Automatic Speech Recognition. Computation and Language, 2021. https://doi.org/10.48550/arXiv.2109.06684.

24. Fan, R., Chu, W., Chang, P., Xiao, J., & Alwan, A. (2021). An Improved Single Step Non-autoregressive Transformer for Automatic Speech Recognition. Interspeech.

25. Uday Kamath, John Liu, Jimmy Whitaker - Deep Learning for NLP and Speech Recognition (2019, Springer).

IOT НЕГІЗІНДЕГІ ПАЦИЕНТТІҢ ДЕНСАУЛЫҒЫН ҚАШЫҚТЫҚТАН БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ

Зайтин Е.А., Мансурова М.Е., Октавиан А.П.
e-mail: yzaitin@gmail.com, e-mail:Madina.Mansurova@kaznu.edu.kz, 0ctavian.Adrian.Postolache@iscte-iul.pt
Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Казахстан, ISCTE-Лисабон,Португалия

Аннотация. *Интернет заттары денсаулық сақтау провайдерлеріне дәстүрлі клиникалық параметрлерден шығуға мүмкіндік береді. Үйде бақылау жүйелері пациенттер мен дәрігерлерге дәрігерге қажетсіз және қымбатқа түсудің алдын алу үшін дәрігер кабинетінде болмаған кезде адамның денсаулығын бақылауға мүмкіндік береді. Бұл мақалада біз мұндай жүйелерді, атап айтқанда, бұлтқа жіберілетін пациенттің денсаулығы туралы деректердің физиологиялық параметрлерін автоматты түрде анықтауға арналған сенсорларды әзірлеуге қойылатын бірнеше талаптарды қарастырамыз, мұнда нақты уақыт режимінде жасанды интеллект деректерді өңдейді және оны ұсынады. Пациент өзінің денсаулық параметрлерін көре алатын және дәрігермен байланыса алатын мобильді қосымша және нақты уақыттағы деректер негізінде дәрігер пациентті тексере алатын веб-сайт және төтенше жағдай, науқаспен байланыста болу және болашақ аурулардан ескерту жүйесін жасауға қажетті талаптарды анықтаймыз.*

Түйін сөздер: *денсаулық мониторингі; заттардың интернеті; физиологиялық белгілерді бақылау; қоршаған ортаның көмегі арқылы өмір сүру; телемедицина.*

I. КІРІСПЕ

Интернет заттары адамдар мен әртүрлі физикалық және виртуалды тұлғалар, соның ішінде жеке денсаулық сақтау домендері арасындағы өзара әрекеттесуді жеңілдету үшін үздіксіз платформаны қамтамасыз етеді. Медициналық ресурстарға қолжетімділіктің жоқтығы, созылмалы аурулары бар егде жастағы адамдар санының өсуі және олардың қашықтан бақылау қажеттілігі, медициналық шығындардың өсуі және дамушы елдердегі телемедицинаға деген ұмтылыс IoT-ті денсаулық сақтаудағы қызықты тақырыпқа айналдырады. Өмір сүру сапасын жақсарту үшін мамандандырылған медициналық қызметтерді көрсетумен қатар, IoT санитария жүйесіне түсетін жүктемені азайта алады [1]. Дәстүрлі қалалық инфрақұрылымның интеграциясы ең маңызды болып табылады және смарт қала тұжырымдамасы мен IoT технологиясын қолдану арқылы мүмкін болады. IoT технологиясы ақылды қалалар мен олардың қызметтерін дамыту үшін әлеуметтік және экономикалық даму үшін қалалық сенсорларды пайдаланады. Сондықтан жүйені басқару құрылымы ақылды қала инфрақұрылымы үшін мемлекеттік және жеке секторлардың ынтымақтастығын талап етеді. Ақпараттық технологиялар (IT) секторымен айналысумен қатар, ол смарт қалалар тұжырымдамасымен оны өте тиімді етті. Ақылды қала ұғымдары туралы айтқанда, көптеген анықтамаларды суретке түсіруге болады, өйткені ақылды қалалардың анықтамасы анық емес және алдын ала анықталған анықтамалар жеткіліксіз. Ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың (АКТ) пайда болуымен қалалар өз өмірін жақсарту үшін, білім беруді, сондай-ақ өмір сүру сапасын,

денсаулық сақтауды ұтымды ұйымдастыру, ашық және стратегиялық басқару, тиімді ғылыми жұмылдыру, сондай-ақ өмір сүру сапасын арттыру үшін адами капиталды инвестициялауы қажет. жоғары тұрақтылық. Тұрғындардың қауіпсіздігі мен олардың құпиялылығының жоғары деңгейі ақылды қалалар ретінде белгілі. Ақылды қалалардың қажеттілігі өнеркәсіп пен ғалымдардың назарын аударды. Мұны Siemens, Intel және IBM сияқты компаниялардың инвестициялық сценарийлерін және олардың болашақта инвестицияларын одан әрі кеңейтуді қарастыру арқылы көрсетуге болады [2].

Телемедицинаның медициналық мекемелердегі науқастардың санын азайту және көптеген консультациялар мен тексерулерді виртуалды ортаға көшіру арқылы денсаулық сақтау жүйесін өзгертуге үлкен әлеуеті бар. Онда медицина қызметкерлері орналасқан жеріне қарамастан, бір басқару орталығы арқылы көптеген науқастарға барлық қажетті көмек пен ақпарат бере алады. Телемедицина салаларының бүгінгі денсаулық сақтау жүйесінде максималды тиімділікті қамтамасыз ету үшін әртүрлі мақсаттары бар. Осылайша, сирек ауруға шалдыққан науқастар еліміздің басқа өңіріндегі маманнан білікті кеңес ала алады. Бұл өте маңызды, себебі үйде тікелей науқастан алынған медициналық диагноз аурухана шығындарын айтарлықтай төмендетеді және пациентке бейімделген тиімдірек емдеуге мүмкіндік береді. Нақты уақыттағы бақылау жүрек жеткіліксіздігі, астма ұстамалары және т.б. үшін көрсетілген. сияқты көптеген төтенше жағдайлардың алдын алу үшін қолданылуы мүмкін. Реанимация бөлімінде мамандар жетіспейтін ауруханада науқастарды қашықтан бақылай алатын және науқастарды қарай алатын маманға есеп беретін бірнеше маман болуы мүмкін [3]. Бұл құжат келесідей ұйымдастырылған: осы кіріспе бөлімнен кейін 2-бөлім мониторинг жүйелерінің байланысты жұмысына тоқталады және адамның денсаулық жағдайына тиісті баға беру үшін бақылануы тиіс ең маңызды өмірлік маңызды белгілерді қарастырады; 3-бөлім мониторинг жүйесінің архитектурасына жатады; 4-бөлім мониторинг жүйесін енгізу үшін қажетті құрылғылар туралы ақпаратты береді; 5-бөлім жұмысты аяқтайды.

II. ҚАТЫСТЫ ЖҰМЫСТАР

Осы уақытқа дейін бірнеше зерттеушілер науқастарды қашықтықтан бақылаудың бірнеше жолы мен әдістерін қарастырды. Науқастың мінез-құлқы мен денсаулық жағдайын нақты уақыт режимінде бақылау және жіктеу мүмкіндігі бар онлайн бақылау жүйелерін бірнеше авторлар ұсынған [5], [6]. Жүйелер адам ағзасының функциясын көрсететін белгілі бір физиологиялық параметрлерді өлшеу үшін WSN қолданады, негізінен ЭКГ, қан қысымы, қанның оттегімен қанығуы, дене температурасы, тыныс алу. Қағаз [2] физиологиялық параметрлерді өлшейтін сенсорлардың әртүрлі түрлерін сипаттайды. Дегенмен, кеңірек әдебиеттерде бар көптеген зерттеулер қолмен немесе киілетін сенсорларды зерттеді. Пациенттер мұндай сенсорларды ұзақ уақыт бойы киюге болмайды. Бұл сенсорлардың тағы бір кемшілігі - батареяның ұзақ жұмыс істемеуі. Қағаз [7] төмен қуатты тұтыну және арзан сенсор түйіндерін пайдалану арқылы бақылау жүйелеріне арналған әртүрлі қолданыстағы шешімдерді шолуды қамтамасыз етеді.

Қан қысымын бақылау (BPT) – пациенттерге үйден немесе қоғамдық орындардан дәрігер кеңсесіне немесе ауруханаға қан қысымы туралы деректерді және денсаулық туралы қосымша ақпаратты қашықтан жіберуге мүмкіндік беретін

телемедицина стратегиясы. Бірнеше рандомизацияланған бақыланатын сынақтар телеконсультациямен және бақыланатын емделушілерді бақылаумен үйлестіре отырып, ВРТ тұрақты және ұзақ мерзімді қолдану әдеттегі емдеумен салыстырғанда қан қысымының айтарлықтай төмендеуімен байланысты екеніне сенімді дәлелдер береді, әсіресе тәуекелі жоғары емделушілерде. Парати Г. және т.б. [8] қан қысымын қашықтықтан өлшеуге арналған келесі заманауи құрылғыларды көрсетті, мысалы: автоматтандырылған құрылғылар (сымды немесе сымсыз); көп параметрді бақылау құрылғылары (мысалы, бір арналы ЭКГ, импульстік оксиметрия, дене температурасы, қан глюкозасы, дәрі-дәрмекпен емдеуді қабылдау).), «медициналық колготкалар» деп те аталады; сымсыз смартфон қолданбалары (сыртқы телефонмен жұптастырылған) сымсыз қан қысымын өлшейтін немесе смартфон манжетіне арналған құрылғы); ұзақ мерзімді бақылауға арналған киілетін мониторлар (мысалы, білек) тонометрлер немесе сандық плетисмографтар.

Мобильді денсаулық (mHealth) технологиялары жалғасып жатқан COVID-19 індеті сияқты эпидемиологиялық жағдайларда маңызды рөл атқарады, бұл азаматтарға өз денсаулығын үйде және үйде бақылауға алуға мүмкіндік береді. Карантинге қарамастан науқас дәрігерлермен үнемі байланыста. Қанның оттегімен қанығуы (SpO2) сияқты өзін-өзі бақылау өмірлік маңызды параметрлерге ерекше назар аудару керек. Қалыпты мәндер COVID-19 ықтимал инфекциясының ескерту белгілері болып табылады. Casalino G. [9] сигналдарды өңдеу және компьютерлік көру әдістерінің комбинациясы негізінде қандағы оттегінің қанықтылығын контактісіз өлшеу әдісін ұсынды. Бұл әдіс пациенттің бетін қысқаша бейнеге түсіру және беттің кейбір аймақтарындағы жүрек-қан тамырлары тіндеріндегі өзгерістерді бақылау арқылы SpO2 өлшеу әдісін жасады.

III. IOT МОНИТОРИНГ ЖҮЙЕСІНІҢ МОНИТОРИНГ ЖҮЙЕСІНІҢ АРХИТЕКТУРАСЫ

IoT диагностикалық жүйесінің архитектурасы 1-суретте сипатталған. Ол қабылдау, желілік және қолданбалы қосымшалармен, сондай-ақ бұлттық архитектурамен үш деңгейлі архитектураның үйлесімі арқылы сипатталады. IoT диагностикалық жүйесінің архитектурасында бұлттық есептеулер ыңғайлы болып көрінеді, өйткені ол пайдаланушылар мен әзірлеушілер үшін икемділік пен ауқымдылықты қамтамасыз етеді [17]. Пайдаланушылар серверлер, дерекқорлар, деректерді өңдеу және сақтау құралдары сияқты қызметтерге қол жеткізе алады. Әзірлеушілер бұлт арқылы қажетті деректерді генерациялау, жасанды интеллект және визуализация құралдарымен жұмыс істей алады және пайдалана алады. IoT диагностикалық жүйесінің дизайны жүйенің функционалдығына, қуат тұтынуына, ұзақ мерзімділігіне, құнына және т.б. тәуелді болады, бұл олардың арасындағы ымыраға ықпал етеді.[10]

Сур 1. IoT мониторинг жүйесінің архитектурасы.

В. Мониторинг жүйесінің DFD моделі

Деректер ағынының диаграммасы (DFD) кез келген процесс немесе жүйе үшін ақпарат ағынын көрсетеді. Төмендегі 3-суретте мониторинг жүйесінің DFD деңгейі 0 көрсетілген. PSMS – екі субъектіге және олардың өзара байланысына негізделген пациенттің ақылды мониторингі жүйесі. DFD қосымша екі дерекқорға ие. Біреуі пациент туралы ақпарат пен денсаулық деректері үшін, екіншісі дәрігер туралы ақпарат үшін. Жүйеде бір (SPMS) ретінде сипатталған көптеген процестер бар. SPMS процесінің негізгі мақсаты деректерді қосу және өңдеу болып табылады. DFD нысан мен дерекқор арасында өтетін екі негізгі деректерге ие. Олар пациенттің денсаулығы және пациент/дәрігер туралы ақпарат. Пациенттің денсаулығы (жүрек соғу жиілігі, қанықтыру, температура...) және ақпарат (Аты-жөні, телефон нөмірі, мекен-жайы, электрондық поштасы) туралы мәліметтерді ескерту үшін «PatientDB» көмегімен PSMS процесі, сонымен қатар дәрігер ақпараты (Т.А.Ә., лауазымы) туралы мәліметтерді қабылдайды. , мекенжайы...) пациентке ескерту үшін «DoctorDB» сайтынан.

Сур 2. Деректер ағынының диаграммасы

Төмендегі 3-суретте мониторинг жүйесінің 1-деңгейі DFD көрсетілген. Бұл DFD PSM жүйесіндегі толығырақ процесс жұмысын көрсетеді. «Жедел жәрдем қызметі» ретінде тағы бір нысан және PSMS процесін «AI мониторингі» және «Деректерді өңдеу» деп бөлді. Жүйе әлі де DFD 0 деңгейінде сипатталғандай жұмыс істейді, бірақ жаңа нысанды қосудың арқасында жедел жәрдем жұмысын көрсету үшін «Жедел жәрдем қызметі» және «Анықтама» хабарлау үшін «Қоңырау шалу» және «Хабарландыру» сияқты үш деректер ағынының пайда болуына себеп болды. PSMS - бұл «дәрігер» және «AI мониторингі», ол өңдеуден және ескертуден кейін деректерді дәрігердің кері байланысы ретінде немесе кейбір ұсыныстармен AI мониторингі арқылы денсаулық туралы қарапайым деректер ретінде қабылдайды.

Сур 3. Деректер ағынының диаграммасы

V. ТАЛҚЫУ ЖӘНЕ ҚОРЫТЫНДЫ

Зерттеуіміздің бірінші кезеңінде біз IoT әдісіне негізделген Мониторинг жүйесінің архитектурасын жасадық және қабылдау, желі, қолданбалы қабаттар және бұлтқа негізделген архитектурасы бар үш деңгейлі архитектураны қамтиды. Бұл жұмыс пациенттерді қашықтан бақылау талаптарын зерттейді және талдайды. Жүйедегі деректер ағыны DFD диаграммасымен ұсынылған. Мобильді қосымша мен веб-сайт әзірленді және әзірленді. Мобильді қосымша арқылы науқастар өздерінің физиологиялық жағдайын және дәрігер туралы ақпаратты көре алады. Олар сондай-ақ дәрігермен кеңесе алады. Веб-қосымшаның көмегімен дәрігер науқастың денсаулығын бақылап, науқастың денсаулығы нашарлаған кезде хабарлама ала алады. Пациенттерден физиологиялық мәліметтерді жинауға қажетті құрылғылар анықталды. NodeMCU V3 ESP8266 микроконтроллері көп энергияны қажет етпейді және қосымша сенсорларды қосуға мүмкіндік береді. MAX30102 және DHT22 (AM2302) сияқты сенсорлар пациенттерден маңызды физиологиялық деректерді қарапайым және оңай алуға мүмкіндік береді.

Келесі кезеңде денсаулық сақтау ұйымдарымен келісе отырып, жүйе сынақтан өткізіліп, ерікті пациенттердің денсаулығына қашықтан мониторинг жүргізілетін болады. Дамыған пациенттерді бақылау жүйесінің қаншалықты тиімді екенін көру үшін деректер жиналады және талданады.

Мақұлдау

Бұл жұмысты Қазақстан Республикасы Ғылым комитеті АП09260767 «Қазақстанда студенттердің денсаулығын бағалаудың зияткерлік ақпараттық-аналитикалық жүйесін дамыту» (2021-2023) қаржыландырды.

ӘДЕБИЕТТЕР

1.Кашани М.Х. және т.б. Денсаулық сақтаудағы IoT-ке жүйелі шолу: қолданбалар, әдістер және тенденциялар // Желі және компьютерлік қосымшалар журналы. – 2021. – С. 103164.

2. Poongodi M. et al. Ақылды қалалардағы ақылды денсаулық сақтау: IoT көмегімен пациенттерді сымсыз бақылау жүйесі // Суперкомпьютер журналы. – 2021. – С. 1-26.

3. *Романовтар, А., Сұлтановтар, Е., Бусс, Е., Меркурьев, Ю. және Майоре, Г. (2021, сәуір). Тұрақты телемедицина қызметтерінің қиындықтары мен шешімдері. 2020 жылы IEEE Ақпараттық, электронды және электрлік инженериядағы жетістіктер бойынша 8-ші семинар (AIEEE) (1-7 беттер). IEEE.*

4. Джейкоб Родригес М., Postolache O., Cercas F. Ақылды денсаулық сақтау орталарына арналған физиологиялық және мінез-құлықты бақылау жүйелері: шолу //Сенсорлар. – 2020. – Т. 20. – №. 8. – С. 2186.

5. Baig M. M., Hosseini H. G., Lindén M. Нақты уақыттағы физиологиялық деректерден ерте диагностикалау үшін машиналық оқытуға негізделген клиникалық шешімдерді қолдау жүйесі //2016 IEEE аймақ 10 конференциясы (TENCON). – IEEE, 2016. – С. 2943-2946 жж.

6. Чжан К., Линг В. Сымсыз қашықтағы медициналық жүйе негізінде адамның көптеген физиологиялық параметрлерінің денсаулығын бақылау //IEEE Access. – 2020. – Т. 8. – С. 71146-71159.

7.Cosoli G. және т.б. Сымсыз ЭКГ және кардиохирургиялық бақылау жүйелері: заманауи, қолжетімді коммерциялық құрылғылар және пайдалы электрондық компоненттер //Өлшем. – 2021. – С. 109243.

8. Angelucci A. және т.б. Физиологиялық бақылауға арналған ақылды тоқыма және сенсорлы киімдер: қол жетімді шешімдер мен әдістерге шолу //Сенсорлар. – 2021. – Т. 21. – №. 3. – С. 814.

9. Тамура Т. Үйдегі гериатриялық физиологиялық өлшемдер //Физиологиялық өлшем. – 2012. – Т. 33. – №. 10. – С. R47.

10. Souri A. және т.б. Интернеттегі заттар ортасында студенттердің жағдайын диагностикалауға арналған машиналық оқытуға негізделген денсаулық сақтауды бақылаудың жаңа моделі //Soft Computing. – 2020. – Т. 24. – С. 17111-17121.

СӨЙЛЕУ СИНТЕЗІ АРҚЫЛЫ ПАЙДАЛАНУШЫНЫҢ ДАУЫСТЫҚ ӨЗАРА ӘРЕКЕТТЕСУІНІҢ ПРОТОТИПІ ЖӘНЕ ВЕБ-ERP ЖҮЙЕСІНДЕГІ СИПАТТАМАЛЫҚ АНАЛИТИКА

Абдилдаева А. А., Жыйлысова Д. С.
email: abass_81@mail.ru , zhyilyssovadiana@gmail.com
Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Қазақстан

Аннотация: *Дауыстық командалар мен сөйлеу синтезі қолданбалардағы пайдаланушы тәжірибесін арттырады. Бұл үрдіс қазір ERP жүйелері сияқты іскери қосымшаларға қатысты. Интеллектуалды жеке көмекшіні (IPA) енгізу қолданушылардың жүйе бойынша навигациясы арқылы ғана емес, сонымен қатар навигацияны жүзеге асыруға және сөйлеу синтезі арқылы пайдаланушыларға деректерді түсіндіруге мүмкіндік береді. Бұл мақалада жаңа IPA үшін архитектурасы әзірленді және осы архитектураға негізделген веб-ERP жүйесінің прототипін жасалды. IPA дауыстық командаларды тыңдауға, өзара әрекеттесуге, есепті ашуға және пайдаланушыға сөйлеуді мәтінге түрлендіру арқылы қысқаша түйіндеме беруге және көрсетілген негізгі көрсеткіштердің сәйкес контекстінде ең маңызды ақпаратты түсіндіруге қабілетті. Бұл прототип IPA комбинациясы мен деректерді талдау саласындағы қосымша зерттеулер үшін пайдаланылады.*

Amazon Alexa, Google Assistant және Microsoft Cortana-ның келуімен жаңа пайдаланушы тәжірибесі аймағы пайда болды. Пайдаланушы енгізуі енді пернетақтамен, тінтуірмен және сенсорлық экранмен шектелмейді. Енді қосымшаларды дауыстық командалар арқылы басқаруға, күрделі жұмысшыларды іске қосуға болады [1]. Ақылды динамиктерді немесе смартфондарды жеке пайдалану арқылы белгілі пайдаланушының өзара әрекеттесуінің бұл деңгейі қалай әсер етеді деген сұрақ туындайды, адамдар қолданбаларды бизнес контекстінде пайдалану ыңғайлылығына қарай болатыны дәлел. Тек жауап беретін дизайн және сенсорлық экранды қолдау енді пайдаланушылардың талаптарына сәйкес келмейді [2]. Дауыстық енгізу мен шығаруды дисплеймен біріктіру арқылы аудио және визуалды өзара әрекеттесудің толық спектрін қамтамасыз етуге болады, бұл пайдаланушы тәжірибесін және бағдарламалық жасақтаманың пайдаланушыны қалай қолдай алатындығын арттырады [3]. Іскери қосымшаны пайдаланушылардан күту ERP жүйесінде дауыстық командалар да болуы мүмкін, ал интеллектуалды жеке көмекші (IPA) пайдаланушыны қосымша арқылы бағыттайды [2]. Еске салғыштарды орнату, құжаттарды іздеу, кездесулерді жоспарлау немесе жұмыс процестерінің арқасында навигация сияқты мүмкіндіктерден басқа [4] IPA-да пайдаланушыға күрделі деректерді түсіндіру мүмкіндігі бар.

Деректерді талдау - әсіресе сипаттамалық аналитика-белгілі бір тақырыптар бойынша зерттеулерде кейбір олқылықтары бар жақсы зерттелген сала, сонымен қатар деректерді визуализациялау контекстіндегі зерттеулер жетілдірілген күйде [6,5], бірақ IPA контекстінде сөйлеу синтезі мен деректерді талдаудың үйлесіміндегі зерттеулерде біршама өзгешіліктер бар. "IPA көмегімен тапсырмалардың қандай түрін орындауға болады?" сұраққа жауап ретінде ERP контекстінде IPA-ның негізгі

жарамдылық көрсеткіштерін зерттеу қажет делінуі мүмкін. Бұл мақаланың мақсаты-бұрыннан бар веб-ERP жүйесінің 3 деңгейлі бағдарламалық жасақтама архитектурасымен үйлесімді IPA бағдарламалық жасақтамасының архитектурасын жасау. Бірінші кезеңде IPA сөйлеуді тануға қабілетті болуы керек, ERP жүйесінде командаларды орындау және пайдаланушыға жауап беру. Осы архитектураға сүйене отырып, мақалада сөйлеу синтезі арқылы пайдаланушыға күрделі деректерге негізделген диаграммаларды түсіндіру әдісі, сонымен қатар қолданысқа енгізу әдісі сипатталған. Нәтижесінде осы зерттеудің бір бөлігі ретінде зерттеудегі анықталған олқылықтың орнын толтыру үшін экспериментаторда пайдаланушының өзара әрекеттесуінің осы түрін одан әрі зерттеуде сынау үшін прототип жасалды.

Веб-ERP жүйесінде дауыстық командалар мен сөйлеу синтезін енгізу.

Пайдаланушыға деректерді (контексттік маңызды ақпарат ретінде) түсіндіру және әрі қарайғы зерттеулерде IPA қабылдауды талдау мақсатында IPA-ны іскери қосымшаларға енгізу үшін зерттеулерде біршама өзгешілк бар екені рас. IPA-ны іске асырудың негіздері сипатталынып, прототиптік бағдарламалық жасақтама архитектурасы алынады. Прототиптің функционалдық қамтылуына қойылатын талаптарын-1-кестеде көруге болады. Функционалдық шолу-пайдаланушы топтарымен әрі қарайғы зерттеулерде IPA мүмкіндіктерінің жарамдылығын талдау үшін қолданыстағы веб-ERP жүйесіне оңай қосымша жасау мақсатында зерттеу тобы анықтады.

1-кесте. IPA-ға функционалды шолу

Функциясы	Сипаттамасы
Сөйлеу командалары	Белгілі бір форманы немесе тапсырманы ашу сияқты әрекеттерді бастау үшін кілт сөздерге сөйлеуді талдау. Сөйлеу командаларға және команданың параметріне бөлінуі керек. Бір уақытта тек бір команда, командалар алдын ала анықталған және кілт сөздерге бағытталған, бірақ толықтырулар арқылы кеңейтілуі мүмкін. Жеке есімді тану, мысалы, компанияны немесе байланысатын адамды табу үшін, прототиптің осы кезеңінде назар аударылмайды.
Сөйлеудің пайдаланушымен өзара әрекеттесуі	IPA жұмыс істеп тұрған пәрмен контекстінде дауыстық кері байланыс беріп, пәрменді орындау үшін жетіспейтін опцияларды сұрауы керек.
Түсініктеме-Режимі	IPA деректерді топтастыра білуі керек, тиімділіктің негізгі көрсеткіштерін белгілеу және бағалау және диаграмма түрінде көрсетілетін және сөйлеу синтезі арқылы пайдаланушыға негізгі ойларды түсіндіретін мәліметтердің қысқаша мазмұнын беру. Есеп түрі бұрыннан белгілі және деректер мазмұны конфигурация бойынша жіктеледі. Сұрау туралы толық ақпарат-белгілі бір кластерге арналған

Іске асырудың бірінші қадамы-пайдаланушының айтылатын сөздерін (speechto text) жазу және тану және мәтінді сөйлеуге түрлендіру арқылы пайдаланушымен өзара әрекеттесу әдісін табу. Әсіресе шағын және орта бизнес үшін - табиғи тілді өңдеуге бағытталған жасанды интеллектті зерттеу бөлімі үшін ресурстарсыз - ең көп ұсынылатын нұсқа - бұл мүмкіндіктерді бұрыннан бар құралдар жиынтығымен іске асыру [7]. Бірінші міндет-талаптарға сәйкес келетін және веб-қосымшада жүзеге асырылуы мүмкін тілді түсінудің негізін табу. Матарне, Ляшенко және Белованың алдыңғы зерттеулеріне сүйене отырып, прототиптің дамуы Google-дің сөйлеуді тану

технологиясын қара жәшік режимінде мәтінге айналдыру үшін қолдануға бағытталған. Осы тұжырыммен зерттеу тобы қазіргі заманғы браузерлерге сөйлеуді тану мен синтездеуді қолдауға мүмкіндік беру үшін W3C қауымдастығы 2012 жылы енгізген Web Speech API (WSA) қолданып көруге шешім қабылдады. Осы уақытқа дейін WSA-ны стандартты функция ретінде енгізу тек Google Chrome браузерінде қол жетімді және W3C стандарты немесе W3C стандарттары жолында емес [8]. Егер WSA көмегімен мәтінді тану сапасы сенімді өңдеу бойынша ұсыныстарға сәйкес келмесе, Sphinx немесе терең нейрондық желілерге негізделген жергілікті іске асыру сияқты басқа құралдар жиынтығын қарастыру қажет [9]. Тек бір шолғышта ресми түрде қол жетімді технологияға сүйену прототиптік кезеңнен кейін одан әрі енгізу үшін қауіпті болуы мүмкін. Мысалы, Sirius-Project Google қолдайтын ашық бастапқы IPA құру әрекеті болды және ірі компаниялар Sirius енгізе бастады, бірақ кейінірек бұл жобадан clinc құрылды және ол енді ашық емес [10]. Қорытындылай келе, IPA архитектурасының маңызды бөлігі функционалды бөліктерді ауыстыру мүмкіндігі болып табылады, бұл технологияның өзгеруіне тез жауап беруге мүмкіндік береді және бүкіл IPA-ны қайта құруды қажет етпейді.

1-сурет. Интеллектуалды жеке консультанттың архитектурасы

1-сурет IPA архитектурасы сипатталған. Танылған мазмұнды интерпретациялау формасы-Web-API-ге енгізілген, ол форма жауап беру объектісі арқылы форма интерфейсімен аталған тапсырмаларды орындау үшін өзара әрекеттеседі және пайдаланушының өзара әрекеттесуін қамтамасыз етеді. ERP жауап нысаны сөйлеу синтезі үшін клиенттік WSA басқару үшін кеңейтілді. Клиенттік сөйлеуді тануды ERP веб-интерфейсіндегі түймені басу және WSA-API speechstart оқиғасын іске қосу

арқылы бастауға болады. WSAAPI speechend оқиғасында орнатылған белгілі бір үнсіздік уақытынан кейін тану автоматты түрде тоқтатылады. Кейінірек IPA - ны триггер сөзімен іске қосу үшін "Ok, Google" немесе "Alexa" сияқты ыстық сөздерді анықтау жүзеге асырылады.

Келесі міндет-ERP-Web-API мәтіндік аудармашысының бөлігі ретінде танылған мәтіннен командалар мен параметрлерді шығару. Алдыңғы зерттеулер ақпаратты алу үшін архитектураны талдады. Осы тұжырымдарға сүйене отырып, зерттеу тобы кіріс мәтініндегі командалар мен параметрлерді анықтау үшін тұрақты өрнектерді қолдана отырып, жеңіл тәсілден бастауға шешім қабылдады [12]. Бұл процесс 1-кестеде көрсетілген № 1 функцияның берілген шегіне сәйкес келеді. Функционалды шолу дегеніміз, барлық қолдау көрсетілетін командалар алдын-ала белгілі болуы керек және кілт сөздер арқылы шешілуі керек. Мұндай архитектурада № 1 және № 2 функцияларға қойылатын талаптар орындалуы мүмкін, бірақ № 3 функция үшін деректерді басқа кеңейту немесе түсіндіру қажет.

IPA IPP-Response-Object (ISO) түсіндіру режимін енгізу үшін деректерді талдау (DAL) деңгейімен кеңейтілді. Деректерді талдау деңгейі бұл деңгей есепті көрсету үшін берілген веб-API деректерін жинайды, оларды кластерлеу және одан әрі талдау үшін өңдейді. Кластерге негізгі тиімділік көрсеткіші (KPI) беріледі және кластердің жиынтық мәні KPI үшін теңшелетін конфигурацияға негізделген рейтинг алгоритмі арқылы бағаланады. Өнімділіктің негізгі көрсеткіштерін көрсететін есеп талдаудың мазмұны мен мақсатын сипаттайтын метадеректермен байытылған. Метадеректер мен KPI рейтингінің тіркесімі сөйлеу синтезі арқылы оқылатын қысқаша жиынтық мәтінге беріледі.Пайдаланушы енді есепті дауыстық пәрмен арқылы аша алады, IPA сұралған есепті ERO арқылы ашады, ERO dal-да шикі деректерді береді. DAL мәтінді визуализациялау және шығару үшін деректерді дайындайды, ал клиенттің Speech-API қысқаша мазмұнын оқиды. ERP-тің "салым маржасы" есебі прототипке арналған және болжамды күтілетін пайданы, қолданыстағы шот-фактуралық пайданы және компанияның қаржылық жағдайы туралы қысқаша түсінік беру үшін компанияның шығындар жағдайымен бірге келісімшарттардан күтілетін пайданы талдайды. Келесі кезеңдерде IPA көрсетілген негізгі өнімділік көрсеткіштеріне қатысты сұрақтарға жауап беру мүмкіндігіне ие болады және дауыстық командалар арқылы біріктірілген мәндерді егжей-тегжейлі көрсетуге мүмкіндік береді[11]. Сонымен қатар, DAL келесі кезеңдерде болжамды және нұсқамалық аналитиканы қолдайды.

IPA-ның бірінші нұсқасын әзірлеу пайдаланушыларға сөйлеу синтезі арқылы деректерді түсіндіру мақсатында деректерді талдау мәселелері туралы пайдалы ақпарат алуға мүмкіндік берді. Прототиптің нақты мәртебесіне сүйене отырып, зерттеу тобы енді аналитика контекстіндегі сөйлеу синтезінің пайдаланушылардың әртүрлі топтарына күнделікті міндеттеріндегі әсерін және IPA-ны бизнес контекстінде қабылдауды зерттей алады. Келесі қадам-зерттеулердегі олқылықтардан туындайтын келесі аспектілерді талдау:

* Сөйлеу синтезін қолдана отырып, IPA көмегімен есептер мен олардың негізінде жатқан деректердің қандай түрін түсіндіруге болады?

* Сөйлеу синтезі IPA болжау, бақылау немесе Жобаны басқару сияқты күрделі бизнес-процестерде шешім қабылдауды қолдай ала ма?

* IPA процесс шығындарына байланысты қандай әсер етеді? Аталған зерттеу сұрақтарының нәтижелерін ескере отырып, IPA прототипі жетілдіріледі.

Пайдаланылған әдебиеттер

1. K. J. S. P. Pradeep Doss, Ankit Pal, “Unified Voice Assistant and IoT Interface,” Int. J. Eng. Sci. Comput., vol. 8, no. 10, pp. 19061–19065, 2018.

2. . V. Polyakov, M. S. Mazhanov, A. Y. Rolich, L. S. Voskov, M. V. Kachalova, and S. V. Polyakov, “Investigation and development of the intelligent voice assistant for the Internet of Things using machine learning,” Moscow Work. Electron. Netw. Technol. MWENT 2018 - Proc., vol. 2018–March, pp. 1–5, 2018.

3. C. Saran, “Smart speakers: How to give apps a voice,” Comput. Weekly. 2/20/2018, 4p., vol. 2/20/2018, pp. 17–20, 2018.

4. C. Collins et al., “Guidance in the human–machine analytics process,” Vis. Informatics, vol. 2, no. 3, pp. 166–180, 2018.

5. H. Cao, M. Wachowicz, and S. Cha, “Developing an edge computing platform for real-time descriptive analytics,” Proc. - 2017 IEEE Int. Conf. Big Data, Big Data 2017, vol. 2018–Janua, pp. 4546–4554, 2018.

6. R. Nishimura, D. Yamamoto, T. Uchiya, and I. Takumi, “Web-based environment for user generation of spoken dialog for virtual assistants,” Eurasip J. Audio, Speech, Music Process., vol. 2018, no. 1, 2018.

7. R. Sarikaya, “The technology behind personal digital assistants: An overview of the system architecture and key components,” IEEE Signal Process. Mag., vol. 34, no. 1, pp. 67–81, 2017.

8. K. Wedekind, “HTML5 Speech Recognition API,” 2018. [Online]. Available: https://codeburst.io/html5-speech-recognition-api-670846a50e92. [Accessed: 08- Dec-2018].

9. H. J. Wilson and C. Bataller, “How People Will Use AI to Do Their Jobs Better,” Harv. Bus. Rev., pp. 2–6, 2015.

10. ES. M. Rami Matarneh, V. V. Lyashenko, and N. V. Belova, “Speech Recognition Systems : A Comparative Review,” IOSR J. Comput. Eng., vol. 19, no. 5, pp. 71– 79, 2017.

11. R. T. Hans and E. Mnkandla, “A descriptive analytics tool for improving project human resource management: The importance of discerning a project team member’s sentiments,” 2017 IEEE AFRICON Sci. Technol. Innov. Africa, AFRICON 2017, pp. 72–76, 2017.

Өтініш

1) Абдилдаева Асель Асылбековна, Жыйлысова Диана Сакеновна;

2) Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Қазақстан

3) оқу түрі-күндізгі;

4) «Сөйлеу синтезі арқылы пайдаланушының дауыстық өзара әрекеттесуінің прототипі және веб-ерр жүйесіндегі сипаттамалық аналитика»

5) секциялық

6) E-mail: abass_81@mail.ru , zhyilyssovadiana@gmail.com

ИНТЕРНЕТТЕГІ ЗАТТАРДЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ҮЙГЕ АРНАЛҒАН ӘМБЕБАП ЖӘНЕ АҚЫЛДЫ АВТОМАТТАНДЫРУ ЖҮЙЕСІ

Байғара Ә.Ә., Абдилдаева А.А.
e-mail: baigaraassema@gmail.com , asselabdildayeva5@gmail.com
әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Қазақстан

Аңдатпа. *Үйді автоматтандыру жүйелері барған сайын танымал бола бастады, өйткені оларды құрылғылар мен техниканы дауыспен басқаруға немесе сенсор арқылы физикалық белсенділікке назар аударуға ыңғайлы пайдалануға болады. Әртүрлі зерттеулерден шағын ұйымдар үшін де, қарапайым пайдаланушылар үшін де интеллектуалды мүмкіндіктерді қамтамасыз ету шығындарын қамтамасыз ету қиын міндет екенін және мобильді қосымшалармен жабдықты қосу мен басқарудың анағұрлым айқын және ыңғайлы әдісі қажет екенін көруге болады. Ұсынылған жүйе басқару жүйесінің өнімділігі мен сенімділігін арттыру мақсатында құрылады және құрылады. Бұл технология кез-келген жүйеде жұмыс істей алады және Wi-Fi құрылғысы арқылы құрылғылар мен жалғанған құрылғыларға қосылу арқылы құрылғыларды басқара алады. Жүйе IoT операциялары үшін интернетке қосылған үйдегі Wi-Fi қосылымы арқылы құрылғыларды басқару үшін орталық процессор модулін пайдаланады. Бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу жинақтары арқылы басқа үшінші тарап құрылғыларын қосуға және басқаруға әкелетін жаңа және бар басқару құрылғыларын қосу және конфигурациялау үшін қолданбаны әзірлеу ұсынылады. Ұсынылған жүйеге мобильді қосымша арқылы қосымша функциялар кіреді, бұл пайдаланушыға жүйемен кез-келген әрекетті орындау үшін пайдаланушы жасаған жаңа функцияларды орнатуға мүмкіндік береді.*

1. Кіріспе

Заттар интернеті (IoT) — бұл құрылғыларды байланыстыруға, жинауға және бөлісуге мүмкіндік беретін электроникаға, қосымшаларға, сенсорларға, жетектерге және желілерге енгізілген автомобильдер, тұрмыстық техника және басқа құрылғылар сияқты құрылғылар желісі [1]. Қазіргі уақытта IoT желіге, әдетте сымсыз желіге қосылған IoT сенсорлары мен жүйелерінің көрсеткіштеріне сәйкес құрылғыларды бақылау мен басқаруда және бұлтты жадқа деректерді жіберуде, сондай-ақ қашықтағы жүйеде жиналған деректерді есептеуде және өңдеуде үлкен рөл атқарады,сәйкесінше бақыланады. IoT негізіндегі қосымшалар қазіргі ұрпақта үлкен серпін алады. Бұл құрылғылар жиналған деректерді жіберу және Bluetooth, Wi-Fi, ZigBee, Жарық дәлдігі (Li-Fi), қысқа қашықтықтағы байланыс (NFC), радиожиілікті Сәйкестендіру арқылы сервердің жауабына негізделген басқару шешімдерін қабылдау үшін байланысты пайдаланады. (RFID) және Z-Wave [2]. Заттар интернеті-бұл компанияларға ұйымдық өнімділігін арттыруға мүмкіндік беретін трансформация. Жасанды интеллект және терең оқыту сияқты кіріктірілген мүмкіндіктермен IoT қауіпсіздік жүйелері компанияларға олардың кез келген қосылған құрылғылары үшін есептік жазбалар мен жеке куәліктерді теңшеуге мүмкіндік беру арқылы жақсартылған қауіпсіздікті қамтамасыз етеді.

Сур 1. IoT архитектурасы

1-суретте сенсорлар сымсыз желілер, спутниктік желілер, Wi-Fi, Bluetooth, ғаламдық желі (WAN), төмен қуатты кең жолақты желі-аймақтық желі және тағы басқалар сияқты байланыс пен тасымалдаудың әртүрлі тәсілдері арқылы бұлтқа қосылған жалпы IoT архитектурасы көрсетілген [3]. IoT әдетте деректерді сақтау және IOT аппараттық құралдарына басқару сигналдарын жіберу үшін осы деректерді талдау үшін бұлттық қызметке немесе серверге қосылады, ал IoT аппараттық құралы сенсорлардан жиналған деректерді жібереді және бұл деректерді интернет шлюзі арқылы жібереді. Бұлт қашықтағы сервер немесе бұлттық қызмет немесе деректерді сақтауды басқаратын және серверден жиналған деректер негізінде шешім қабылдауды бақылайтын қолданбалы бағдарламалау интерфейсінің шлюзі (API) болуы мүмкін және деректер құрылымдалмаған сұрау тілінде (құрылымдалмаған сұрау тілі) сақталады. SQL) нақты уақыттағы деректердің үлкен көлемін өңдеуге арналған. Тиісті

басқару сигналы IoT жабдықтары негізінде жіберіледі интернет шлюзі физикалық әлем объектілеріне өзгерістер енгізу үшін [4]. IoT арқылы ол өзгеруі мүмкін, кондиционерлер мен жылытқыштар сияқты құрылғылардағы температураны өлшеу ақылға қонымды шектерде.

2. Ілеспе жұмыстар

Бұл бөлімде кеңсе және тұрмыстық техникада жақында енгізілген интеллектуалды автоматтандыру жүйесіне толық шолу жасалып, оның артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетіледі. Жалпы пакеттік радио қызметі (GPRS) желісі арқылы мобильді құрылғылардан үй/кеңсе жабдығын басқару үшін нақты уақыттағы басқару схемасы [5] ұсынылады. Авторизация құрылымын күшейту үшін IoT негізіндегі телеметрия үшін авторизациялау жүйесін құру ұсынылады (MQTT негізіндегі) хабарламалар кезегі және архитектурасы OAuth 1.0a, веб-қосымшалар үшін ашық авторизация стандартына негізделген [6], [7] . Үйді автоматтандыру құрылымының талдауы [8] ұсынылды, онда IoT көптеген технологияларды ілгерілетуге үлкен мүмкіндіктер беретін технология болып табылады, атап айтқанда: электрондық үкімет, қоршаған ортаны бақылау, әскери қолданбалар, инфрақұрылымға қызмет көрсету, өндірістік қосымшалар, энергияны басқару, денсаулық жағдайын бақылау, смарт үй және көлік жүйелері. Бұл жұмыстан келешекте вендорлық платформаларда да, Linux және Windows операциялық жүйелерінің нұсқаларында да жұмыс істегенде жоғары тиімділікке қол жеткізуге болатыны анықталды [9]. Қазіргі уақытта жер шары жеделдетілген технологиялық жаңартулардың көмегімен төртінші технологиялық ауысуда жұмыс істеуде, өмір тыныш және ақылға қонымды бола түсуде [10], [11]. Ақылды үйді автоматтандыру жүйесі немесе үйді автоматтандыру жүйесі өмірге жайлылық әкелу және өмір сапасын жақсарту үшін өсіп келеді. Прототип сатушы платформаларында да, linux және windows операциялық жүйелерінің нұсқаларында да жұмыс істегенде болашақта жоғары тиімділік үшін аталған [12]. Қазіргі уақытта жер шары жеделдетілген технологиялық жаңартулардың көмегімен төртінші технологиялық ауысуда жұмыс істеуде, өмір тыныш және ақылға қонымды бола түсуде. Ақылды үйді автоматтандыру жүйесі немесе үйді автоматтандыру жүйесі өмірге жайлылық әкелу және өмір сапасын жақсарту үшін өсіп келеді. Прототип болашақта сатушы платформаларында да, linux және windows операциялық жүйелерінің нұсқаларында да жұмыс істегенде жоғары тиімділік үшін аталған [13]. Қазіргі уақытта жер шары жеделдетілген технологиялық жаңартулардың көмегімен төртінші технологиялық ауысуда жұмыс істеуде, өмір тыныш және ақылға қонымды бола түсуде . Ақылды үйді автоматтандыру жүйесі немесе үйді автоматтандыру жүйесі өмірге жайлылық әкелу және өмір сапасын жақсарту үшін өсіп келеді. IoT@HoMe деп аталатын прототип үй жағдайларын бақылау және интернет арқылы кез келген уақытта, кез келген жерде тұрмыстық техниканы басқаруды автоматтандыру үшін алгоритм арқылы құрастырылған және бұл құрылғы Wi-Fi негізіндегі шлюз ретінде түйін микроконтроллерін (nodeMCU) пайдаланады. әртүрлі сенсорларды қосуға арналған. Ұсынылған архитектура басқарылатын деректерді жинау және модельдеу және тұрмыстық техника мен жабдықты қашықтан басқару үшін EmonCMS бағдарламалық құралын пайдаланады [14].

Әртүрлі жұмыстар ұсынатын смарт үйді автоматтандыру жүйелеріне негізделген жұмыстарға қосымша, сонымен қатар Google, Amazon және Microsoft

сияқты жетекші жеткізушілерден Pert сияқты шағын жеткізушілерге дейінгі өнімдер үйді басқаруды автоматтандыру жүйесін қамтамасыз етеді және бұл жүйелер жаңа құрылғыларға қосылу үшін Bluetooth пайдаланады. құрылғылар мен оларды мобильді қолданбалар арқылы конфигурацияланады [15]. Alexa және Google Assistant сияқты қазіргі автоматтандыру шешімдерінде арзанырақ және ауыстыру оңайырақ, бірақ Smart Bulbs және басқа Alexa қолдайтын немесе Google Assistant сияқты меншікті құрылғылар болып табылатын смарт тұрмыстық құрылғыларды қолдауға икемділігі жоқ. компания. сатушылар [16]. Кейбір жобалар Интернет арқылы тұрмыстық техниканы басқаруды қамтамасыз ете алады, бірақ олар сонымен қатар үй желісіне тағайындалған статикалық IP мекенжайын қажет етеді, бұл үй желілері үшін статикалық IP мекенжайы бар пайдаланушылар үшін әдеттегі емес. Жасанды интеллектпен немесе кіріктірілген үй автоматикасымен жұмыс істеуге арналмаған әрбір тұрмыстық құрылғыны автоматтандырыңыз және кез келген жерден Интернет арқылы дауыс немесе мобильді қосымша арқылы қоршаған ортаны басқарудың үнемді және толық автоматтандырылған немесе пайдаланушыға ыңғайлы әдісін қамтамасыз етіңіз, әлем,дүние. Түрлі зерттеулер мен жұмыстардан қалыптасқан жүйеде оның тиімділігін арттыру үшін әртүрлі мәселелерді шоғырландыру қажет екендігі анықталды. Ешқандай ендірілген жасанды интеллектпен немесе үйді автоматтандыру жүйесімен жұмыс істеуге арналмаған әрбір тұрмыстық құрылғыны автоматтандыру және қоршаған ортаны кез келген жерден интернет арқылы дауыспен немесе мобильді қосымшамен басқарудың үнемді және толық автоматтандырылған немесе пайдаланушыға ыңғайлы әдісін қамтамасыз ету [17].

3. Ұсынылған жүйе

Бұл бөлімде жеткізушілер атап өткен құрылғы моделі, мысалы, қазіргі уақытта Google Assistant/Amazon Alexa/біздің дауыстық жүйеміз басқара алатын әмбебап интеллектуалды автоматтандыру жүйесі, бірақ әрбір көмекші жұмыс істеуге жоспарланған және көмекшісіз де жұмыс істей алады. технология. Құрылғыны басқаратын аппараттық құрал қуаты аз RISC (ARM негізіндегі) Raspberry PI машинасы болуы мүмкін, ол жүйе басқара алатын жергілікті желіге байланысты Java-ны іске қосады. 2-суретте жүйенің жұмысын көрсететін ұсынылған жүйе дизайнының блок-схемасы көрсетілген. Құрылғы пайдаланушының дауыстық пәрмендерін үйде немесе жүйе пайдаланушы құрылғыдан сұраған белгілі бір әрекетті іске қосуды қамтамасыз ететін басқа жерде тыңдауға арналған. Жүйелер Пайдаланушыларға Интернет арқылы ортаны басқаруға мүмкіндік береді. Осындай жылдам, суретте көрсетілген үйді автоматтандырудың типтік архитектурасы. 3, кәдімгі үйді автоматтандырылған үйге айналдыру кезінде пайдаланушы үшін тиімдірек және қауіпсіз болу үшін жасалған. Құрылғылар Wi-Fi арқылы қосылады, оның қосылымдары көп және басқару сигналдарын оңай беру үшін өткізу қабілеті жоғары. Google бұлтты платформасы бүкіл әлем бойынша пайдаланушылар үшін қол жетімді қауіпсіз сақтау орнында пайдаланушы деректері мен конфигурацияларын өңдеу үшін пайдаланылады. Нақты уақыттағы Firebase дерекқоры негізгі деректер қоймасы болып табылады репозиторий және қорғаныс құрылғыларын бірнеше секунд ішінде іске қосу үшін бұлтқа негізделген жарияланымдар мен нақты уақыттағы деректер триггерлеріне жазылымдар ретінде әрекет етеді. Құрылғылар бір желі арқылы бір-бірімен байланысу үшін ортақ Wi-Fi желісіне қосылған. Орталық хаб құрылғысы басқарылатын

Автоматтандыру жүйесі шеңберінде тиісті құрылғыларға желі арқылы басқару сигналдарын беру кезінде үстеме шығындарды өңдейді.

Сур.2 Ұсынылған жүйе дизайнының Блок-схемасы

Сур 3. Үйді автоматтандырудың жалпы архитектурасы

4. Ұсынылған әдісті іске асыру және нәтижелерді талқылау

Бұл бөлімде эксперименттік қондырғы және ұсынылған ақылды іске асыру нәтижелері автоматтандыру моделі және тиісті негіздемелер мен қорытындылармен анықтамалық қадамдар. Үйді автоматтандырудың жалпы жүйесі бүкіл жүйені 8 бөлек модульге бөлу арқылы жүзеге асырылады. Бұл модульдер пайдаланушыға арналған барлық басқару және автоматтандыру әрекеттерін өңдейтін жүйенің негізгі функциялары болады. Ұсынылған модельдің әртүрлі функционалдығы сипатталған.

4.1. Сымсыз құрылғы конфигурациясы

Сымсыз құрылғы конфигурациясы-бұл техникалық емес пайдаланушылар үшін күрделірек ашық бастапқы қауымдастықта бар қарапайым үйді автоматтандыру жүйелеріне арналған жаңа құрылғы. Amazon Alexa сияқты коммерциялық қол жетімді өнімдер пайдаланушыларға жаңа құрылғыларды оңай қосуға және конфигурациялауға мүмкіндік беретін Android Және iOS қолданбаларын ұсынады. Пайдаланушыға Автоматты конфигурациядан қолмен конфигурациялауға дейін әртүрлі таңдау ұсынылады. Жаңадан конфигурацияланған құрылғы туралы ақпарат

Android құрылғысында болашақта құрылғының конфигурациясын қалпына келтіру үшін сенімді түрде сақталады, тіпті Android қолданбасы қайта орнатылса немесе жаңа құрылғыға орнатылса да. Үйді автоматтандырудың әмбебап жүйесінің бұл функционалдығы жаңа құрылғыларды Wi-Fi арқылы сымсыз конфигурациялауға болатындығы туралы тұжырымдаманы растауы керек.

4.2. Құрылғымен бір-бірімен байланыс

Келесі-бір-бір құрылғылар арасында жасалуы керек құрылғылардың байланысы. Суретте. 4 орталық басқару хабы мен конфигурацияланған құрылғылар үй экожүйесін басқару және автоматтандыру үшін бір-бірімен байланысу үшін қажет болатын бір-бір құрылғы байланысын көрсетеді. Бұған Wi-Fi желісі арқылы тиімді, бірақ өнімді басқару сигналын жіберу әдісін әзірлеу арқылы қол жеткізіледі. Бұл мәселені шешу үшін көптеген қиындықтарды жеңу керек. Бұл желідегі басқару хабын және басқа автоматтандыру құрылғыларын анықтауды қамтиды. Бұл модуль пайдаланушының ыңғайлылығы мен автоматтандыру экожүйесін пайдаланудың қарапайымдылығы үшін әрі қарай әзірлеу және қауіпсіз құрылғыны басқару және автоматтандыруды қамтамасыз ету процесінде құрылғыларды басқару мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін өте маңызды.

Сур 4. Құрылғылар арасындағы жеке байланыс

4.3. Жергілікті желіге қосылу

Бұл ұсынылған жүйеде Wi-Fi экожүйедегі құрылғыларды қосу үшін қолданылады. Алдыңғы модуль орталық басқару хабы мен құрылғы контроллерін қосу әдісін әзірледі. Ағымдағы модуль экожүйені басқару үшін конфигурацияланған құрылғыларды қосу және анықтау мәселелерімен айналысады. Құрылғылар белгілі бір орынға қандай құрылғы контроллері жауап беретінін ажырату үшін құрылғылардың жалпы жалпы пулындағы идентификаторларды қосып, бөлісуі керек. Белгілі бір орынға арналған тұрмыстық техника мен құрылғы контроллерін салыстыру. Бұған қол жеткізу үшін тиісті құрылғылармен және үйдің оларға тиесілі бөлігімен құрылғыларды басқаруды өңдеуге арналған құрылғылардың картасын сақтайтын карталау әдісін жасау ұсынылады. Суретте. 5 құрылғылардың қалай қосылатынын көрсетеді.

4.4. Автономды қашықтан басқару

Қолданыстағы құрылғыларды конфигурациялау және басқару үшін пайдаланылатын Android қолданбасы енді офлайн режимде қашықтан басқару үшін жаңартылды. Осы жаңа модулі бар Android қосымшасы басқарылатын экожүйенің Wi-Fi желісіне қосыла алады және экожүйедегі құрылғыларды басқару үшін орталық басқару хабымен байланыса алады. Бұл пайдаланудың қарапайымдылығы мен ыңғайлылығы үшін Android қолданбаларына қашықтан басқару әдістерін қосу арқылы қол жеткізіледі. Суретте. 6 қашықтан бақылау офлайн режимінде қалай жұмыс

істейтінін көрсетеді. Онда қашықтан басқарудың қандай құрылғылары офлайн режимде жұмыс істейтіні, сондай-ақ Android қолданбасынан Wi-Fi маршрутизаторына деректер ағындары көрсетілген.

4.5. Онлайн қашықтан басқару

Интернеттегі қашықтан басқару функциясы деп аталатын автоматтандыру жүйесінің осы кезеңінде 7-суретте көрсетілген. онда Android қосымшасы жаңа модульмен жаңартылды, бұл пайдаланушыларға Интернеттің көмегімен қашықтықтан үйді автоматтандыру экожүйесін басқару үшін нақты уақыт режимінде бұлттық дерекқорға қосылуға мүмкіндік береді орталық басқару хабы бұлтқа тікелей қосылған және пайдаланушыдан басқару сигналдарын күтеді. Егер пайдаланушы басқару сигналын жіберсе, бұлт тиісті орталық басқару хабын іске қосады және пайдаланушының сұрауын тексереді. Егер сұрау жарамды болса, тиісті құрылғы контроллері пайдаланушының сұрауына сәйкес жаңа құрылғының күйін жаңарту туралы хабардар етіледі.

4.6. Пайдаланушының профилі және бұлтқа негізделген конфигурация қоймасы

Ағымдағы буын Автоматтандыру жүйесі пайдаланушыларға олардың белсенділігі мен жүйемен өзара әрекеттесуіне байланысты жеке қызметтерді ұсынады. Жеке пайдаланушы тәжірибесін қамтамасыз ету үшін біз пайдаланушы деректерін жинап, оларды қауіпсіз жерде өңдеуіміз керек, бұл 8-суретте көрсетілгендей автоматтандыру үшін өте маңызды. Бұл жағдайда пайдаланушы негізгі деректерді енгізу арқылы бұлттық серверді профилімен теңшей алады. профиль мен конфигурацияны құру үшін қажет. Сонымен қатар, профильді орнату және құру Интернет арқылы жүзеге асырылады.

Сур. 5 Жергілікті желіге қосылу

Сур.6 Офлайн режимде қашықтан басқару

Сур.7 Онлайн қашықтан басқару

Сур.8 Пайдаланушының профилі және бұлтқа негізделген конфигурация қоймасы

5. Қорытынды және кейінгі жұмыс

IoT-тің қазіргі дамуы бізге қоғам үшін үнемді үйді автоматтандыру жүйесін құру туралы түсінік алуға мүмкіндік берді. Қазіргі даму сатысындағы барлығы бір үйді автоматтандыру жүйесі үй экожүйесінде пайдалану үшін жақсы. Дегенмен, ол онлайн және офлайн қосылымдар үшін 256 биттік шифрлаудың Жетілдірілген стандартты (AES) шифрлауынан бастап көптеген жақсартуларды қажет етеді.

Жүйені басқа платформаға, соның ішінде iOS, Windows және вебке порттау үшін дерекқордан толық күйді тасымалдау (REST) қызмет үлгісіне көшіңіз. Құрылғы контроллері мен орталық басқару хабы арасындағы байланысты шифрлау үшін оңайлатылған шифрлау алгоритмін жасаңыз немесе пайдаланыңыз. Әрекетсіздікті автоматты түрде анықтау және құрылғыны өшіру мүмкіндігі. Пайдаланушыларға өз құрылғыларында жұмыс істей алатын өз сценарийлерін жасауға мүмкіндік беріңіз. Желінің ақауларын автоматты түрде анықтауды дамытыңыз және экожүйені үздіксіз басқару үшін экожүйе желісін басқаруды қабылдау үшін төтенше тор желісін жасаңыз. Автоматтандырылған экожүйедегі әрбір құрылғыда қуат тұтынуды бақылау үшін аппараттық қолдау. Пайдаланушы қалауы негізінде шифрлау кілтін мерзімді түрде жаңартыңыз. Android қолданбасы, бұлт және орталық басқару орталығы арасында AES 256 биттік шифрлауды қосу. Құрылғы контроллері мен орталық басқару хабы арасында деректер алмасуға арналған жеңіл шифрлау алгоритмі.

Әдебиет

1. R. Iyer and A. Sharma, “IoT based home automation system with pattern recognition,” International Journal of Recent Technology and Engineering, vol. 8, no. 2, pp. 3925–3929, Jul. 2019, doi: 10.35940/ijrte.B2060.078219.

2. P. Iyappan, S. S. Jana, S. Anitha, T. Sasirega, and V. P. Venkatesan, “An enhanced shopping model for improving smartness in markets using SABIS architecture,” 2016 International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking (WiSPNET), 2016, pp. 140–145, doi: 10.1109/WiSPNET.2016.7566108.

3. Grzonkowski S, Corcoran PM (2011) Sharing cloud services: user authentication for social enhancement of home networking. IEEE Trans Consum Electron 57:1424–1432P. Colombo and E. Ferrari, “Access control enforcement within mqtt-based internet of things ecosystems,” in Proceedings of the 23nd ACM on Symposium on Access Control Models and Technologies, Jun. 2018, pp. 223–234, doi: 10.1145/3205977.3205986.

4. Mao C, Lin R, Xu C, He Q (2017) Towards a trust prediction framework for cloud services based on PSO-driven neural network. IEEE Access 5:2187–2199Q. Feng, D. He, S. Zeadally, and K. Liang, "BPAS: Blockchain-assisted privacy-preserving authentication system for vehicular Ad Hoc networks," in IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 16, no. 6, pp. 4146–4155, Jun. 2020, doi: 10.1109/TII.2019.2948053.

5. A. Q. H. Badar and A. Anvari-Moghaddam, “Smart home energy management system–a review,” Advances in Building Energy Research, vol. 16, no. 1, pp. 118–143, 2022, doi: 10.1080/17512549.2020.1806925.

6. G. Liu, T. Jiang, T. B. Ollis, X. Zhang, and K. Tomsovic, “Distributed energy management for community microgrids considering network operational constraints and building thermal dynamics,” Applied energy, vol. 239, pp. 83–95, 2019, doi:10.1016/j.apenergy.2019.01.210.

7. Zhukov A, Tomin N, Kurbatsky V, Sidorov D, Panasetsky D, Foley A (2019) Ensemble methods of classifcation for power systems security assessment. Appl Comput Inf 15(1):45–5

8. J. Madhusudanan, S. Geetha, V. Prasanna Venkatesan, U. Vignesh, and P. Iyappan, “Hybrid aspect of context-aware middleware for pervasive smart environment: a review,” Mobile Information Systems, vol. 2018, 2018, doi: 10.1155/2018/6546501.

9. S. Supriya, R. Charanya and S. J. Madhumitha, “A review on home automation system using IoT,” in 2020 International Conference on Emerging Trends in Information Technology and Engineering (ic-ETITE), 2020, pp. 1–11, doi: 10.1109/icETITE47903.2020.363.

10. S. K. Vishwakarma, P. Upadhyaya, B. Kumari, and A. K. Mishra, “Smart energy efficient home automation system using IoT,” 2019 4th international conference on internet of things: Smart innovation and usages (IoT-SIU), 2019, pp. 1–4, doi: 10.1109/IoTSIU.2019.8777607.

11. T. M. Jothi, A. Periyanayaki, R. Srimathy, M. Vinotha, and G. Gopika, “GSM based home environment monitoring system,” 2018 2nd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI), 2018, pp. 1263–1268, doi:10.1109/ICOEI.2018.8553839.

12. W. Jantapoon, V. Tipsuwanporn, and A. Numsomran, "The design of PI with delayed-time integral mode controller for wireless networked control system," 2021 21st

International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS), 2021, pp. 1031–1036, doi: 10.23919/ICCAS52745.2021.9649885

13. R. B. Rani, N. Bavithran, and S. Prasannakumar, “Design and development of home automation system,” in Recent Advances in Manufacturing, Automation, Design and Energy Technologies, Springer, 2022, pp. 387–395, doi: 10.1007/978-981-16-4222-7_4501.

14. B. Kaur, P. K. Pateriya, and M. K. Rai, “An illustration of making a home automation system using raspberry Pi and PIR sensor,” in 2018 International Conference on Intelligent Circuits and Systems (ICICS), 2018, pp. 439–444, doi: 10.1109/ICICS.2018.00095.

15. Zhenghua Luo,Xin Wei,Yiyao Zan. Research on Key Technologies of smart home system based on NB-IOT Technology[J]. Journal of Chengdu University(Natural Science Edition). 2019,38(3):294-297.

16. Hussain M, Beg M (2019) Fog Computing for Internet of Things (IoT)-Aided Smart Grid Architectures. Big Data Cogn Comput 3(8):1–29 Jaradat M, Jarrah

17. Xu X, Dou W, Zhang X, Chen J (2016) EnReal: an energy-aware resource allocation method for scientific workflow executions in cloud environment, vol 4

ҚАЗАҚСТАНДЫҚ БИОТЕХНОЛОГИЯ ӨНІМІНЕ СҰРАНЫСТЫ БОЛЖАУ ЖӘНЕ ІТ ШЕШІМДЕРІН ҚАРАСТЫРУ

Жақсыбаева А. Д.,Әділ М. Ә.,
Баймулдина Н. С.
e-mail: aizerezhaksybaeva@gmail.com
әл-Фараби атындағы ҚазҰУ университеті, Қазақстан.

Аннотация. *Бүгінгі таңда Қазақстанда биотехнологияның алдында көптеген шешілмеген технологиялық міндеттер мен бағыттар бар. Және оның экологиямен байланысы өте жоғары. Экологиялық таза биотехнологиялық өнім Қазақстанда өндіріліп, жасалуы еліміздің қарқынды түрде дамуына алып келеді. Әлемдік деңгейде денсаулық сақтауды және аурулардың алдын алуын қамтамасыз етеді. Осындай өнім ретінде бұл мақалада «қымыз» қарастырылған. Қымыз биенің сүтінен дайындалатын денсаулыққа шипалы, экологиялық таза қазақ халқының ұлттық тағамдарының бірі. Биотехнология "адам – табиғат – қоғам" концепциясында жұмыс жасайды. Сондықтан адам мен табиғаттың арақатынасы ретінде қымыздың денсаулыққа пайдалы тұстарын атам көрсетеміз. Биотехнология саласындағы жобаларды басқаруға бағдарламалық жасақтамасын қамтамасыз етіп, нақты осы мақалада көрсетілген өнімнің, яғни, қымыздың сұранысын арттыру және әлемдік нарыққа шығару үшін ақпараттых технологияларды пайдалану қажеттілігі.*

Кілтті сөздер: *Биотехнология, биотехнология өнімі, қымыз, өнімге сұраныс, ақпараттық технология*

Экологиялық таза өнімдерді өндіру Қазақстан үшін үлкен перспективаларды ашады. Бұл өнімдерді Қазақстанның ерекшеліктерін пайдаланып, сұранысын арттыру қажет. Экологиялық таза биотехнологиялық өнімдердің сұранысын зерттеу әлемдік

Биотехнология - қазіргі заманғы ең маңызды ғылымдардың бірі. Бұл технология мен өнеркәсіптік өндірісте биологиялық процестерді қолдану туралы ғылым. Оның атауы грек сөздерінен шыққаны белгілі: bios – өмір; teken-өнер; logos - сөз, ілім, ғылым. Биологиялық процестерге әртүрлі сипаттағы (микробтық, өсімдік немесе жануар) биологиялық объекттерді қолданатын заттар кіреді, мысалы, бірқатар медициналық, тағамдық және басқа мақсаттағы өнімдерді өндіру — антибиотиктер, вакциналар, ферменттер, жемшөп пен тамақ ақуыздары, полисахаридтер, гормондар, гликозидтер, аминқышқылдары, алкалоидтар, биогаз, тыңайтқыштар және басқалар [1].

Қазақстанда биотехнология саласын дамытудың негізгі перспективалары өндіріске ғылымды қажетсінетін технологияларды және денсаулық сақтау, ауыл шаруашылығы, қоршаған ортаны қорғау үшін бәсекеге қабілетті өнімдерді енгізумен байланысты. Сондай-ақ тамақ және қайта өңдеу өнеркәсібі, тау-кен ісі және пайдалы қазбаларды қайта өңдеу (бағалы металдарды өндірудегі биогеотехнологиялар) атап айтуымыз керек. Бұл бағыттар Ұлттық биотехнология орталығының міндеттеріне енгізілген және олардың бірнеше түрлері бойынша табысты атқарымдар бар [2].

Кеңес заманында Қазақстанға биотехнологияның өнеркәсіптік түрін дамытуға көңіл бөлді, әскери-өнеркәсіптік кешенге кіретін мамандандырылған мекемелер мен стратегиялық маңызы бар жабық қалалары құрылды. Ал қазіргі кезде Қазақстан Үкіметі биотехнологияны дамытудың медициналық, ауыл шаруашылығы, индустриялық және экологиялық 4 бағытын бөліп, осы бағыттарда дамуды жоспарлап отыр.

Экологиялық мәселердің шешімін тауып, экологиялық таза өнімдерді шығару жасалуы еліміздің қарқынды түрде дамуына алып келеді және әлемдік деңгейде денсаулық сақтауды және аурулардың алдын алуын қамтамасыз етеді. Осындай экологиялық таза өнім ретінле қымызды қарастыруға болады.

Қымыз көшпелілер мен малшылардың сусыны, сондықтан қымыздың таралуының ауқымы өте кең. Қымыз пайдалы заттарға бай - ақуыздар (2-2, 5%), майлар (1-2%) және витаминдер (В1 және В2, С, биотин, пантотен және фолий қышқылдары), қант (3,5-4,8%), сүт қышқылы (0,6-1,2%), кальций, фосфор. Қымыз құрамындағы микроэлементтер шөлді қандырып, АІЖ бұзылған микрофлорасын қалпына келтіруге көмектеседі. Қымыз Қазақстан үшін дәстүрлі түрде шетелде тұтынылуы кең сұранысқа ие ерекше өнім болып табылады. Қымыздың негізгі бәсекелестік артықшылығы оның емдік қасиеттерінде жатыр. Сонымен қатар, Қазақстан қымызға бәсекеге қабілетті сапалық сипаттама беруді қамтамасыз ететін неғұрлым қолайлы тарихи және табиғи-климаттық жағдайларға ие. Сол мақсатта елімізде қымызға деген сұраныс артқандықтан, сәйкесінше қымыз өндірілу қарқыны да артып келеді. 2018 жылы өнім жалпы көлемі 1081 тонна, ал 2019 жылы 1103 тонна (2% ға артық) қымыз өнімі өндірілген (*Сурет 1*) [3].

Сурет 1. ҚР жылдық қымыз өнімі (өндіріс көлемі,тонна)

Қазіргі таңда елімізде қымыз және бие сүтінен дайындалатын өнімдер сұранысқа ие болып келеді.Сонымен қатар өндіріс орындары да көбею үстінде.

Кесте 1. Ірі аудандардағы сұраныс көлемі

Облыс атауы	Ірі ферма орталықтар саны	Атауы	Өнім көлемі,кг
Ақтөбе облысы		ӘКК «Томирис»	704500
Алматы облысы	28	ШҚ «Алатау»	701310
Жамбыл облысы	2	ШҚ «Ар-Ас»	341650
Ақмола облысы	6	ШҚ «Темеш»	157778
Атырау облысы	5	ШҚ «Алға-1»	91013
Қызылорда облысы	1	ШҚ «Жәдігер»	80357
Түркістан облысы	22	ИП «Утелова»	57000
БҚО	1	ШҚ «Арқалық	31950
ШҚО	7	ШҚ «Ұлан»	23300

Бұл нәтижелер негізінде Қазақстанда қымыз өніміне сұраныс артып, қымыз экспорты да жолға қойылып келеді деп сараптауға болады. Мәселен, Қарағанды, Көкшетау, Павлодар облысындағы жылқы өсіретін қожалықтар қымызды Еуропаға дейін экспорттауда. Кәсіпкерлер арасында негізгі өнім ретінде құрғақ қымыз бен саумал экспорты негізгі деңгейге дейін артқан. Мысалы, ең негізгі экспортшы ретінде «Евразия инвест» ЖШС 2017 жылы Ресей еліне жалпы көлемі 1 тонна болатын құрғақ қымыз өнімін жіберген болатын. Сондай ақ АҚШ, БАӘ, ЕО, Қытай, Ресей, Оман, Бахрейн, Сауд Арабиясы – әлемдік ірі нарықтар Қазақстаннан жасалған бірегей өнімге, құрғақ бие сүтіне қызығушылық танытып отыр. Кей елдер қымызды өз нарығында өндіреді, бірақ ол өңірде бұл өнімді өндіру қымбатқа соғады. Сол себепті ірі нарықтағы елдерден сұраныс айтарлықтай қарқынды түрде келуде.

Қымыз өндірісі 2022 жылдың алғашқы екі айында +16,8% — 272 тоннаға дейін артқан. Елімізде 50 мыңнан астам бие сауылып, жүздеген қымыз фермалары мен қымыз емханалары жұмыс істейді. Қазақ республикасында жылына 40- 50 мың қымыз өндіру жоспарлануда. 6-8 ай сауын мерзіміндегі биенің сүт өнімділігі орта есеппен сүті аз малда 700-1500 л, сүттілігі орташа 1500-2500 л және сүттілігі жоғары малда 2600-3000 л болады.

Қазақстанда қазақ ұлттық дәстүрлеріне сәйкес өнім өндіру мен сатуға қолайлы жағдай жасау үшін қымыз өнімдерінің сапасын қамтамасыз ету қажет. Бұл саладағы маңызды мәселе тұтынушылардың өнімге деген сұранысы болып табылады. Арзан және сапалы өнімге сұраныс әрқашан бар. Шетелдік техника мен технологияларды пайдалана отырып өндірілетін өнімді экспорттау бұл қисынсыздық. Қойылған мәселені шешудің жалғыз жолы өнімнің өзіндік құнын азайтуға мүмкіндік беретін отандық заманауи технологиялық жабдықты әзірлеу және құру болып табылады.Осы мәселелерді ескере отырып, ақпараттық технологияларды пайдаланып,

биотехнология өнімдерінің сұранысын арттыру үшін келесідей жұмыстар жүргізілуі қажет[4].

Әрдайым алда жүретін Еуропа тағы да алдымызды орап кетті. Бүгінде қымыз өндірумен Германия, Голландия, Австрия, Италия мемлекеттері айналыса бастаған. Неміс ғалымдары қымыздың емдік қасиетін дәлелдегеннен кейін күллі Еуропада оған деген сұраныс жыл сайын арта түсуде. Өйткені бұл табиғи дәріні көзі ашық, жаңалықты бізге қарағанда тез қабылдайтын Еуропа жұрты бірден жоғары бағалап, қол жетімді қылуға күш салған. Бір ғана Германияда қазір осы өндіріспен 50-ге тарта кәсіпорын айналысады (бізде бар болғаны 10 шақты кәсіпорын ғана). Жуырда Алматыда өткен "Гастроэнтерология – 2011" халықаралық конгресіне қатысқан, Германиядан келген қонақ Ганс Цольман: "Қазір Еуропа елдерінде қымызға деген сұраныс өте жоғары. Біздің бие сүтінен жасалған өнімдерімізді Франция, Голландия, Бельгия елдері талап алады десек артық айтқандық емес. Әрине, бұл ретте қымызды пайдалану дәстүрін қазақтардан алғанымызды мойындаймыз. Бір қымызға қарап-ақ қазақ халқының даналығын аңғаруға болады. Қазақ даласында қымыз жасау тәжірибесі бар, енді тек алға қарай соны дамыту қажет. Жылқылардың жақсысы да осы қазақ жерінде. Өндіріске күш салса жетіп жатыр" деген-ді. Кәрі құрлықта қымыз біздегіден 60 есе қымбат тұрады. Қазақстанда 1 литр қымыз 500 теңге төңірегінде болса, Еуропа елдерінде оның 1 литрінің құны 7-8 мың теңгеге жетіп жығылады. Мұны текке айтып отырғанымыз жоқ. Неге бізде осы өндірісті жандандырмасқа? Жерімізде жылқы көп емес пе? Елімізде шағын және орта бизнесті қолдауға мән беріліп отырғанда мүмкіндікті неге пайдаланып қалмасқа. Германия қымызға деген патентті иеленіп алғандықтан шетелге шығара алмаспыз, алайда ішкі сұранысты өтеуге жұмыстануға болады ғой. Жастардың арасында ұлттық тағамымыздың қадір - қасиетін насихаттасақ, ел арасында маскүнемдер азайып, түрлі аурулар мен өлім-жітім азаяр еді. Жеріміздің табиғатының өзі экотуризм орталығы болуға сұранып тұр емес пе?
Кезінде елімізде қымызбен емдейтін шипажайлар болып еді, қазір оның бірі жоқ. КСРО кезінде Кудряшов ауруханасында сырқаттарға қымыз беріліп, талай жандар өкпе ауруынан сауығып шықты.

Ақпараттық технологияларсыз биотехнология өнімдерін арттытып, кәсіпке айналдыру және оның қызметін жүргізу мүмкін емес. Олар биотехнологиялық жобаларды басқару процесін жеңілдетіп қана қоймайды, сонымен қатар кез-келген процестерді бақылауды және орындауды қамтамасыз етеді. Реттелген құрылым және дұрыс таңдалған жабдық кәсіпорындарға кірістілігі мен кірістілігін барынша арттыруға мүмкіндік береді.

Экологиялық таза биотехнологиялық өнімді сұранысын реттеудің АТ-инфрақұрылымы бірнеше негізгі міндеттерді шешуі тиіс:

- өндірістік процестерді автоматтандыру;
- өндірістік цехтарды және жалпы компанияны басқару;
- қызметкерлермен, сондай-ақ клиенттермен, жеткізушілермен байланыс және мәліметтер алмасу;
- кәсіпорындардың жұмысын ұзақ мерзімге жоспарлау;
- нарықты және ағымдағы бизнес процестерді талдау;
- ақпараттың үлкен көлемін өңдеу;

- әр түрлі ақпараттық және аналитикалық қосымшаларды қолдау;
- маңызды шешімдер қабылдау үшін ақпаратты жедел алу.

Аталған міндеттерді тиімді жүзеге асыру үшін көп функциялы кешен құру қажет, оған мыналар кіреді:

- мамандандырылған бағдарламалық өнімдер;
- желілік қызметтер;
- ақпараттық орта қауіпсіздігінің саясаты;
- ақпаратты резервтеу және мұрағаттау жүйелері;
- АТ-ортасының жабдықтарын бақылау және басқару жүйелері.

АТ-инфрақұрылымын құру процесі мынадай негізгі компоненттердің болуын көздейді:

- желілік деректер алмасу конфигурациясы;
- виртуализация жүйелері;
- корпоративтік пошта және конференция байланыс жүйесі;
- ақпаратты сақтау орталығы;
- басқару және мониторинг жүйелері;
- терминал шешімдері, қашықтағы және виртуалды жұмыс орындары;
- қауіпсіздік жүйелері.

АТ-инфрақұрылымын құру мынадай кезеңдерді дәйекті орындауды қамтиды:

- болашақ ат құрылымының егжей-тегжейлі жоспарын жасау;
- жобаны құру және әр функционалды сілтеме арқылы орындалатын процедураларды сипаттау;
- әзірленген жобаны компанияның ақпараттық ортасына енгізу, жабдықты, бағдарламалық жасақтаманы баптау және олардың жұмыс қабілеттілігін тексеру;
- құрылған инфрақұрылымы бар қызметкерлер мен АТ әкімшілерінің жұмысын сипаттайтын жұмыс құжаттары мен нұсқаулықтарды жасау.

Жалпы ой қорыта келе биотехнология саласы Қазақстан үшін перспективасы жоғары орта болып келеді. Алайда, биотехнология саласындағы жобаларды басқару игерілмей қалған. Осыған байланысты келесідей қажеттілік туындайды: биотехнология саласындағы жобаларды басқаруға бағдарламалық жасақтамасын қамтамасыз етіп, нақты осы мақалада көрсетілген өнімнің, яғни, қымыздың сұранысын арттыру және әлемдік нарыққа шығару үшін ақпараттых технологияларды пайдалану. Ұлттық құндылықтарымызға мән бермегендіктен біртіндеп оларды шетелдіктер иемденуде, оның бірден бір себебі биотехнология жобаларының басқарусыз қалғаны. Бүгін Германия қымызға, еврейлер шұбатқа патент алу арқылы қымызға сұраныс артып жатқанын байқауға болады. Сол себептен биотехнология саласын дамыту арқылы, әрі туризмді дамыту жолында қымбат та шипалы сусынды табыс көзіне айналдыруымыз қажет. Мысал ретінде, жерінде ешбір қазба байлығы жоқ Жапония халқы жоғары технологияларды өндіру арқылы дамып отырғанын білеміз. Осы себептен қазақстандық биотехнология өніміне сұранысты болжау арқылы және IT шешімдерін қарастыру арқылы еліміздің әлімдік нарықта деңгейін көтеру қажет.

Әдебиет тізімі:

1. Блинов Н.П. Основы биотехнологии. Издательская фирма "Наука", СПБ, 1995.-11 с.

2. Национальный центр биотехнологии [Электронный ресурс]. – режим доступа: https://www.biocenter.kz/kz/biz-turaly/ubo-turaly-malimetter (01.09.2022)

3. Кадыров Р.Х., ЖангабыловА.К. Национальные молочные продукты в лечебном питании //Издательство Казахстан, 1981.- С. 106

4. Алексей Никоров. Агропром Казахстана: отечественное производство продуктов питания растет - [Электронный ресурс]: https://kaz.365info.kz/otandykh-azykh-tylik-ondirisi-osude-359707 (01.09.2022)

5. М.Г.Курамшина «Қымыз» Алматы, 1951 ж. -56 б.

6. Қ.Дүйсенбаев, З.Сейітов, Ә.Хасенов «Қымыз» Алматы «Қайнар» 1968 ж. -89 б.

Заявка на участие

1) ФИО авторов полностью - Жақсыбаева Айзере Даулеткелдықызы, Әділ Марал Әділқызы, Баймулдина Назира Сахимжановна

2) Место работы авторов, должность –университет КазНУ им.Аль-Фараби, магистранты и научный руководитель – к.п.н. ст.преподователь.

3) Форма участия –заочная,

4) Название доклада - Қазақстандық биотехнология өніміне сұранысты болжау және IT шешімдерін қарастыру**.**

5) Предпочтительная форма доклада: секционный.

6) E-mail: aizerezhaksybaeva@gmail.com , maral_1999kz@mail.ru

SENTENCE-BASED TOPIC MODELLING: NEW WAY TO INTERPRETATIVE TOPIC MODELLING AND AUTOMATIC TOPIC LABELLING

Козбагаров О.Б., Мусабаев Р.Р.

o.kozbagarov@iict.kz, rmusab@gmail.com
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

Аннотация. *В данной статье изложен новый концептуальный взгляд на тематическое моделирование, а именно предложено использование предложений в качестве базовых единиц анализа вместо стандартного подхода при котором учитываются слова или n-граммы. Особенностью подхода является способ оценки вероятностей появления предложений в документах, на основе которых тематическая модель оценивает дискретные распределения предложений в тематиках и дискретные распределения тематик в документах. Данный подход обеспечивает явную интерпретацию получаемых тематик, так как предложения, в отличие от слов, представляют из себя полную законченную грамматическую и семантическую конструкцию. Дополнительно, данный подход также обеспечивает автоматическое именование тем. Векторные представления предложений рассчитываются на основе контекстно-зависимой модели BERT.*

1.Введение

Тематическое моделирование – достаточно функциональный метод статистического анализа текстов для выявления внутри текста скрытых семантических структур [1]. Фактически тематическое моделирование на сегодняшний день является одним из базовых методов для решения различных прикладных задач связанных с «анализом смыслов». Так тематические модели широко используются для информационного поиска, классификации, категоризации, аннотации документов и пр. [2,3,4,5,6,7,8,9] Тематическая модель выявляет к каким темам относится документ и какие термины образуют каждую тему. Для этого тематическая модель оценивает две матрицы (ненаблюдаемые параметры модели): первая матрица определяет дискретное вероятностное распределение терминов в каждой тематике, вторая матрица - дискретное распределение тематик для каждого документа.

Первой вероятностной тематической моделью была модель вероятностного семантического анализа (PLSA), разработанная Томасом Хоффманом [10]. Далее Дэвидом Блеем была предложена модель латентного размещения Дирихле (LDA) [11]. Данная модель является модификацией PLSA. В модели предложено использовать распределения Дирихле, как априорное распределение неизвестных параметров модели - распределение терминов в тематиках и распределение тематик в документах. Далее байесовский вывод используется для нахождения апостериорного распределения параметров с учетом наблюдаемых текстовых данных. Данная модель

стала очень популярной в литературе и много различных ее модификаций было разработано [1]. В 2014 году Константин Воронцов предложил новый подход к построению тематических моделей, названный аддитивной регуляризацией тематических моделей (ARTM) [12]. Согласно данному подходу выбор регуляризатора, доопределяющего неизвестные значения элементов двух матриц, задает определенную тематическую модель. При этом рассчитываются только точечные оценки неизвестных параметров, без расчета их распределений через байесовский вывод или сэмплирования Гиббса как в случае с модификациями LDA. Тематическая модель на основе подхода ARTM с регуляризаторами, обеспечивающими деккоррелированость и разреженность предметных тематик, сглаженность обшеупотребительных является state-of-the-art и превосходит модификации LDA [13.14].

Все модели тематического моделирования используют в качестве базовых единиц анализа термины, которые могут быть словами, n-граммами, словосочетаниями, или фразами. В итоге каждая тематика представляется как дискретное распределение над множеством базовых единиц. Данное представление затрудняет интерпретацию полученных тематик, так как в нем отсутствует грамматическая связанность между терминами, сложно бывает обнаружить их семантическую связанность, теряется контекст, в котором термины употреблялись.

Предпринимались попытки в тематическом моделировании учитывать связанность текста, то есть учитывать порядок слов в предложении [15]. В статье [16] была предложена модель sentLDA, принимающую в учет сочетаемость слов в предложениях. Но здесь также базовой единицей анализа были термины.

В данной статье предложен концептуально новый взгляд на тематическое моделирование. Предложено принять за базовую единицу анализа предложение, то есть взять в рассмотрение полную законченную грамматическую и семантическую корректную лингвистическую структуру. Это позволит учитывать порядок употребления слов в текстах. При рассмотрении предложения как базовой (атомарной) единицы анализа, потребуется оценить вероятности появления предложений в документе, к которым далее применяется тематическая модель. В статье предложен способ для оценки данных вероятностей. Результатом работы тематической модели будет оценка дискретного распределения предложений в каждой тематике. Наиболее вероятные предложения служат характеристиками темы. Это обеспечивает легкую интерпретируемость тематики, ведь набор самых вероятных предложений намного лучше интерпретируется человеком, чем множество терминов.

Одним из интересных и перспективных подходов при решении различных прикладных задач в области обработки текстов на естественном языке является использование семантической (смысловой) информации неявно содержащейся в анализируемых текстах. Оперирование смыслами открывает новые широкие возможности для получения более качественных результатов. Например, при анализе текстов смысл анализируемого слова определяется его контекстом. То есть чем более одинаковым является контекстное окружение различных слов, тем больше вероятность наличия у этих слов близких смыслов. Имея некоторую функцию способную численно в виде вектора обобщать (кодировать) контекстную информацию для конкретных слов в анализируемом тексте можно осуществлять

сравнение смыслов слов сравнивая отношения между соответствующими им векторами. Имея такую функцию контекстно-зависимой векторизации, появляется возможность оперировать смыслами, т.е. осуществлять семантический анализ.

В 2018 году компанией Google была разработана предобученная генеративная модель трансформер BERT, основанная на нейронных сетях [17,18]. Предобученная модель BERT для любого заданного текста генерирует контекстно зависимые вектора для каждого отдельного слова или токена в тексте. Генеративная природа данной модели позволяет получать непрерывные векторные представления токенов обусловленные их контекстным окружением. Сравнивая близости полученных векторов можно делать выводы о смысловой близости соответствующих им слов, что открывает широкие возможности для внесения интеллектуальной составляющей в задачи обработки текстовых данных. Фактически с использованием BERT появляется возможность векторизовать смыслы, содержащиеся в тексте на уровне их «оттенков» для последующего оперирования ими при решении различных прикладных задач. Достоинством BERT является также его контекстно зависимая природа. Так векторизации подвергаются не сами слова как некоторые статичные наборы символов, а их контекстно зависимые реализации, которые могут в различных контекстах достаточно сильно отличаться друг от друга по смыслу при идентичном написании. В частности, использование BERT позволяет достаточно успешно решить проблему омонимии и полисемии [19]. Использование данной модели позволило показать state-of-the-art результаты в ряде приложений [17,18]. Что неудивительно, ведь данная модель обучалась на всем интернете, то есть обучалась на всех имевшихся там текстах. Поэтому данная модель может использоваться как база знаний о существующем мире, своего рода энциклопедия или модель нашей реальности. Особенностью BERT является то, что хотя, сравнивая получаемые вектора можно делать выводы об относительной семантической близости слов, но сами по себе компоненты этих векторов не являются интерпретируемыми. В данной статье в предложенном нами алгоритме модель BERT используется для векторного представления предложений как усреднённого вектора по всем составляющим его словам (токенам). Вместо BERT можно использовать и другие аналогичные модели для генерации контекстно-зависимых векторных представлений (эмбеддингов) для предложений.

В нашем случае задача тематического моделирования может также рассматриваться как задача интерпретируемой векторизации текстов. Так совокупно анализируя коллекцию текстов каждому отдельному тексту, необходимо поставить в соответствие тематический вектор, где каждый компонент этого вектора является интерпретируемым и определяет вероятность отнесения текста к определённой i-ой тематике. Фактически осуществляется переход от неинтерпретируемых векторных представлений предложений в рамках текста, как структурных элементов этого текста, к интерпретируемому векторному тематическому представлению самого текста. Хотя на основе исходных BERT векторов можно осуществлять относительное сравнение смыслов, но в результате работы предложенного алгоритма мы получаем тематическую классификацию текста. Т.е. решается задача классификации, где классами являются тематики.

Автоматическое именование тем это тоже не менее важный аспект в процессе тематического моделирования являющийся его подзадачей. Автоматическое

именование тематик — это алгоритмический процесс выбора или генерации одного, или нескольких предложений лучше всего описывающих/именуюших отдельную тематику. Данное направление является малоизученным и проработанным. Всего около 40 статей опубликовано по этой теме начиная с 2007 года [23]. Обычно на практике используется подход, когда в качестве наименования теме присваивают несколько первых наиболее вероятных терминов из темы, что приводит к слабой интерпретируемости тематики и неудовлетворительным результатам на практике. Нами же предложен подход позволяющий поставить в соответствие каждой тематике отдельное законченное предложение, которое и будет выступать в качестве его «естественного» наименования. Использование законченных предложений в наименований тематик существенно повышает степень их интерпретируемости, так как человеку удобнее интерпретировать целое предложение чем несвязанный набор отдельно взятых ключевых слов.

Использование предложений в качестве базовых единиц может помочь в решении проблемы автоматического именования полученных тематик. В данном случае формирование как самих тематик из векторизованных предложений, так и их именование становится более естественными процессами, так как единица именования тематики гармонично совпадает с базовой единицей самого тематического анализа. Результаты апробирования разработанного подхода показаны на наборе данных новостные публикаций News Aggregator из UCI Machine Learning Repository [24].

2. Описание разработанной тематической модели

Согласно [1] задача вероятностного тематического моделирования - это задача оценки вероятности P(w|t) появления термина w в заданной тематике t и вероятности P(t|d) появления тематики t в заданном документе d. Модель выражает оцениваемые ненаблюдаемые вероятности через вероятность появления слова в документе следующим образом:

$$P(w|d) = \sum_{t \in T} P(w|t) * P(t|d) \qquad (1)$$

Вероятности появления термина в документе оцениваются на основе частот употребления терминов в коллекции. Ненаблюдаемые вероятности являются параметрами модели и оцениваются на основе принципа максимума правдоподобия:

$$\sum_{w,d} \ln P(w|d) = \sum_{w,d} ln \sum_{t} P(w|t) * P(t|d) \rightarrow \max_{P(w|t),\ P(t|d)} \qquad (2)$$

Таким образом, находятся такие значения параметров модели, при которых предсказанные на основе модели вероятности наиболее близки к наблюдаемым вероятностям. Другими словами, это задача матричного разложения, где находятся

две матрицы меньшей размерности, произведение которых наилучшим образом приближает исходную матрицу частот.

В данной статье предлагается новый концептуальный взгляд на тематическое моделирование. Он основывается на идее использования целого предложения как структурной базовой (атомарной) единицы анализа. Таким образом, предлагается моделировать вероятность появления предложения в документе через вероятность появления предложения в тематике и вероятность появления тематики в документе. Модель задается следующим образом:

$$P(s|d) = \sum_{t \in T} P(s|t) * P(s|d) \qquad (3)$$

то есть генеративный процесс выглядит следующим образом: каждый отдельный документ моделирует тематику, затем смоделированная тематика моделирует предложение. Каждое отдельное предложение, таким образом, определяется однозначно одной тематикой. Если быть точнее, в разработанном подходе моделируется вероятность появления не самого предложения, а его непрерывного векторного представления полученного на основе предобученых контекстнозависимых эмбеддинговых моделей. Таким образом, предполагается что предложениям, являющиеся перефразами друг друга, будут соответствовать достаточно близкие вектора. Другими словами, в многомерном пространстве векторы, соответствующие предложениям перифразам друг друга, расположены в сфере с диаметром равному некоторой малой величине, а вектора предложений, не являющиеся их перефразами, будут расположены относительно далеко от данной сферы.

Построение заданной выше тематической модели состоит из нескольких этапов.

Первый этап:

На данном этапе для каждого предложения из текстовой коллекции формируется соответствующее непрерывное контекстно-зависимое векторное представление. Для этого документ разбивается на предложения. Для векторного представления предложений предлагается использовать контекстно-зависимую модель BERT, основанную на нейронных сетях. Такая контекстно-зависимая модель обеспечит учет лексической и семантической структуры предложения, что отразится и на результатах векторизации предложений, которые будут контекстно зависимыми. В частности, за счёт своей непрерывности и контекстной зависимости выбранная модель обеспечивает разрешение полисемии в текстах и тем самым обеспечивает более точное векторное представление. В качестве такой модели предлагается использовать BERT - предобученная модель трансформер от Google. Вместо BERT можно использовать и другие аналогичные модели для генерации контекстно-зависимых векторных представлений (эмбеддингов) для предложений.

Предложения на вход алгоритма подаются целиком, без предобработки, тем самым сохраняется их грамматическая, синтаксическая и семантическая

информационные структуры. При сохранении данной информации о структуре предложений появляется больше возможностей и дополнительной полезной информации не только для последующих этапов анализа, которые могут последовать после тематического моделирования, но и для процесса экспертной интерпретации полученных результатов. Эта информация утрачивается при использовании других базовых единиц анализа таких как слова или n-граммы так как тексты редуцируются до мешков соответствующих базовых единиц.

Для каждого предложения получаем контекстно-зависимые векторные представления составляющих его слов (токенов) и рассчитываем их средне арифметическое, которое и будет являться векторным представлением самого предложения. Это обеспечит так называемый baseline, начальную точку для последующего анализа. Изучение вопроса о выборе других возможных функции от векторного представления слов в качестве векторного представления предложений является задачей проводимых отдельных исследований.

Второй этап:

На данном этапе осуществляется кластеризация полученных на предыдущем этапе векторных представлений предложений на заданное число кластеров равное требуемому числу топиков. Для этого могут использоваться различные подходящие алгоритмы кластеризации. В частности, нами был использован популярный алгоритм k-means инициализация начальных центроидов для которого осуществлялась методом k-means++. Цель кластеризации - отнесение предложений схожих по смыслу или даже по тематике в отдельные кластера. Для этого векторные представления схожих по смыслу предложений, полученные на основе модели BERT, должны быть достаточно близкими. В качестве метрики в процессе кластеризации используется стандартное для BERT-представлений косинусное расстояние.

При обработке реальных данных зачастую представленными большими текстовыми корпусами число предложений может быть достаточно большим и для их кластеризации может потребоваться относительно много вычислительных ресурсов. Поэтому для эффективности вычислений предлагается кластеризовать не все предложения, а случайную выборку из всего множества предложений, где размер выборки много меньше общего числа количества предложений, но много больше требуемого числа кластеров.

Для каждого полученного кластера предложений, рассчитаем их центроиды. Каждому кластеру будет соответствовать один уникальный отдельный центроид. Далее можно выбрать отдельное предложение, которое находится ближе всех к центроиду. Оно и будет являться "наименованием" кластера. Таким образом сопоставим каждому центроиду свое "наименование". То есть необходимо построить отображение между кластерами и их "наименованиями".

В качестве алгоритма кластеризации использовался популярный на практике алгоритм k-means.

Третий этап:

На данном этапе строится матрица F с размерностью число документов на число полученных центроидов. Изначально F нулевая матрица. Формировать значения матрицы F будем следующим образом: берем коллекцию и для каждого документа в коллекции начиная с первого до последнего заполняем соответствующие документам строки матрицы F. Для этого рассмотрим множество предложений в каждом документе. Для каждого предложения документа определим к какому центроиду оно ближе всего. После того, как нашли самый ближний к нему центроид, инкрементируем элемент матрицы F, который соответствует найденному центроиду. Находя самый ближний центроид к каждому предложению документа, заполняем строку матрицы F. Матрица F - это оценка вероятностей появления предложений в документе.

Дополнительно по результатам работы данного этапа предлагается сформировать более репрезентативные кластера Y из предложений на основе первоначальных кластеров X, полученных на втором этапе. Первоначальные кластера X были сформированы из случайно выбранных предложений и большинство предложений не были рассмотрены. Для формирования репрезентативных кластеров Y предлагается следующее: вначале кластера Y инициализируются равными кластерам X. Далее для каждого предложения, находя ближайший центроид в X, определяем потенциальный для него кластер. Затем оценим насколько оно близко к найденному центроиду. Если расстояние между предложением и центроидом кластера принимает малое значение, то данное предложение добавляем в соответствующий кластер. И так для всех предложений коллекции.

Расстояние между центроидом и любым предложением определяется через косинусное расстояние их векторных представлений.

Четвертый этап

На данном этапе применяется EM алгоритм, который на основе рассчитанной на третьем этапе матрице F, находит значения неизвестных параметров модели, максимизирующих функцию правдоподобия. То есть находим те значения параметров модели, при которых разница между модельными вероятностями и наблюдаемыми вероятностями (рассчитанная матрица) минимальна. Параметры модели — это оценки вероятности появления предложения в тематике и вероятности тематики в документе (формула 3).

EM алгоритм - это итеративный процесс. После выполнения заданного числа итерации, получим искомые значения параметров модели. Рассчитанные вероятности позволяют определить наиболее вероятные "наименования" кластеров предложений для данной тематики, т.е. произвести её автоматическое именование. Тем самым, каждая тематика будет характеризоваться определенными предложениями, а не мешком несвязанных слов или словосочетаний, что обеспечит намного лучшую их интерпретируемость человеком. Дополнительно, наиболее вероятные "наименования" могут использоваться для автоматического именование тем.

3. Набор данных

Для апробирования разработанного подхода используем популярный набор данных News Aggregator, размещенный на UCI Machine Learning Repository [21]. Данный набор представляет из себя новостные публикации из 4 категорий: business, science and technology, health, entertainment. При этом внутри каждой категории новостные публикации размечены по информационным поводам (STORY). Каждой публикации присвоена только одна категория и один информационные повод. Для апробирования рассмотрели подмножества из 3338 публикаций, относящихся к 22 story в категории business. Предполагаем, что каждая отдельная story — это отдельная тематика. Будем использовать размеченные тематики как внешний критерий качества результатов тематического моделирования.

4. Критерий качества

Основная цель применения тематической модели - получение тематик. Для определения качества тематик используем следующий критерий: в рассматриваемом размеченном наборе данных, основываясь на разметке, выделим те слова, которые наиболее характерны для каждой тематики, так называемые наиболее "тематичные" слова тематики. Будет считать слова "тематичными", если у них высокое значение следующего показателя: отношение частоты встречаемости в публикациях своей тематики к частоте встречаемости в публикациях других тематик. Выделим первые 10 самых "тематичных" слов для каждой тематики. Пример для одной из 22 тем приведен в

Таблица 1. 10 первых тематичных слов темы 1.

astra
astrazeneca
pfizer
undervalued
soriot
az
azn
pfe
glaxosmithkline
wyeth

Тематическая модель по результатам работы выявит наиболее вероятные "наименования" для каждой тематики. Каждому "наименованию" соответствует кластер из предложений. Для определения качества тематической модели будем рассчитывать сколько "тематичных" слов встречаются в кластерах предложений, соответствующих наиболее вероятным "наименованиям". В самом лучшем случае все "тематичные" слова отдельной тематики должны встречаться в предложениях отдельного кластера. Рассчитаем встречаемость "тематичных" слов, то есть для каждого набора "тематичных" слов определим какому из самых вероятных кластеров

он относится и рассчитаем число вхождения "тематичных" слов в кластер. Рассчитаем среднее число встречаемости в отношении к одной теме.

Дополнительным критерием качества является показатель, рассчитанный по следующей схеме: определим ближайшего соседа для каждого документа через косинусное расстояние векторов, соответствующее их распределениям по тематикам. Определим совпадают ли их тематики согласно разметке. Рассчитаем долю ошибок.

5. Эксперимент

В результате первого этапа каждому предложению сопоставили вектор. Всего получили около 70 000 векторов. На втором этапе применили кластеризацию к случайно выбранному подмножеству векторов. Размер выборки сформировали так, что в среднем одно предложение приходится на один документ, то есть случайно выбрали 3338 векторов. Далее применили алгоритм k-means инициализировав его по методу k-means++, где число кластеров равнялось 430. В таблице приведен пример сформировавшегося кластера из схожих предложений.

Таблица 2: пример кластера №1

Thus even while Erdogan appears to have calculated that increased political polarization is the key to electoral success it has come at a steep price for Turkish democracy.
To ensure that a criminal case is not pursued Erdogan is resorting to strongman tactics that are eroding the foundation of Turkey s democratic system.
But by trying to ban the use of Twitter Erdoğan may have finally picked a fight that he can t win in the long run.
If the ban leads to them distancing themselves from Erdogan as Turkey s president has done although admittedly he has been unhappy for a while it will be tougher for Erdogan to hold his electoral coalition together.
But by adopting a stand that undermines the notion that Turkey is a modern state that is ready to be integrated into the international economy and the European Union Erdoğan may have worsened his problems rather than solve them.
Erdogan who is both paranoid and calculating has sought to frame his offensive against freedom of expression as a fight against foreign plots to dishonor Turkey and undermine its recent prosperity and diplomatic influence.
Erdogan who could claim many early successes in growing the economy limiting the military s influence over Turkish politics and moving the country closer to the European Union has now apparently convinced himself that everyone is out to get him.

Таблица 3. Пример кластера №2

The airline involved ASKY has suspended its flights to both the capitals of Liberia and Sierra Leone and said passengers departing from Guinea would be carefully screened . Togo based pan African airline ASKY which serves destinations on Tuesday July halted all flights to and from Liberia and Sierra Leone following the death of a passenger from the virus. In response the West African airline carrier he had used ASKY headquartered in nearby Togo has suspended all flights into and out of Liberia and Guinea as well as Sierra Leone . SEYLLOU AFP Getty Images Employees of the sanitary control of Conakry airport check passengers before they leave the country on April. International aid organisations launched a series of emergency measures across west Africa on Thursday in a bid to contain one of the worst ever outbreaks of the deadly Ebola virus which is threatening every country in the region. However, fears that the disease could be spread by international air travel have been heightened by the death of an American who developed symptoms last week on a flight from Liberia to the Nigerian city of Lagos.

Далее для каждого кластера вычислили центроид и нашли одно предложение из кластера, которое самое близкое к центроиду. Это и будет "наименованием" кластера. Затем на третьем этапе рассчитали матрицу F с размеренностью 3338 на 430 и применили на четвертом этапе к ней EM алгоритм. На основе полученных оценок вероятностей появления предложений в тематике определим самые вероятные. Самые вероятные кластера тематики характеризуют каждую конкретную тематику. В таблице приведен один из полученных наиболее вероятных кластеров.

Таблица 4. Классы с высокой вероятностью отнесения к теме

The goal here is to change the law and get Congress to pass legislation that would prevent the ability of American corporations to renounce their citizenship all in pursuit of trying to get out of paying their fair share of U.S. taxes, he said.It did seem rather odd that Earnest did not mention Burger King by name, when it was the biggest tax inversion game in town. But for all that Buffett has defended the idea that corporations in the U.S. see enviable profits, he's also been clear that it's not his job to write any more checks to the government than necessary. Yet for all Buffett’s defense of the idea that corporations in the US see enviable profits, he has also been clear that it is not his job to write any more checks to the government than necessary. But let's be very clear: the president believes that as a general matter, it is not right that some large corporations are able to exploit a loophole in the tax code despite having th ebulk of their operations based in the United States. On the other hand, it’s not a very good deal for said citizens and corporations, especially because our government has made increasingly obnoxious demands on foreign institutions to help them collect that tax.

But the only Buffett comment I've found on the issue was a rather meek assessment offered on CNBC: It does get a little annoying to us when we see other people paying far lower tax rates while engaging in the same sorts of businesses that we engage in. But for all that Buffett has defended the idea that corporations in the U.S. see enviable profits, he's also been clear that it's not his job to write any more checks to the government than necessary.

On the corporate side, the Obama administration has repeatedly suggested tightening up on tax deferral of foreign income and other credits, which would make it even more expensive to be a corporation based in the U.S. Logically, there's also not much of an argument for global taxation.

I expect that upon seeing and hearing the responses to Walgreen's decision, Burger King was emboldened, knowing that their tax inversion scheme would take place under the covering fire of a financial media that is concerned only with the twisted ideology that public companies have no obligations other than to earnings per share.

He adds: The bottom line is this: it's insulting that the company intends to continue profiting by selling a quintessentially American product to US consumers but then pretend to be Canadian when the time comes to pay taxes.

But for all that Buffett has defended the idea that corporations in the U.S. see enviable profits, he's also been clear that it's not his job to write any more checks to the government than necessary.

Значения критериев

Рассчитанные значения критериев качества по набору данных приведены в таблице.

1. 40% (критерий качества распределений предложений в тематиках).
2. 70% (критерий качества распределений тематик в документах).

Для расчета значений процесс запускался 100 раз и рассчитывалось среднее значение критериев. Результаты демонстрируют, что предложенный подход работает.

6. Заключение

Данная статья представила новый концептуальный подход к тематическому моделированию. В подходе было предложено использовать целиком предложения в качестве базовых (атомарных) единиц анализа, полностью отказавшись от терминов. Для векторного представления предложений использовались контекстно зависимые векторные представления, полученные с помощью транформерной модели BERT. Особенностью подхода является способ оценки вероятностей появления предложений в документах, на основе которых тематическая модель оценивает вероятности появления предложений в тематиках и тематик в документах. В результате работы разработанной тематической модели получаем более интерпретируемые тематики. Также полученные тематики можно использовать для автоматического именование тем, ведь предложения в основном более однозначно могут определить наименования тем. Разработанный подход был апробирован на наборе данных News Aggregator data set. Результаты проведённых численных экспериментов свидетельствуют, что

предложенная модель в действительности работает и в результате образуются интерпретируемые тематики.

Далее планируется исследовать возможность улучшения разработанной модели. Например, проанализировать как выбор слоя в модели BERT влияет на внешние критерии, влияет ли процесс предобработки на итоговый результат. Также требуется исследовать возможность применения различных подходов агрегирования и сопоставления контекстных векторов для использования грамматической и синтаксической информации в процессе формирования векторных представлений предложений на основе BERT модели. Далее планируется рассмотреть вопрос о том, как выбор алгоритма кластеризации влияет на результаты. Дополнительно, представляет интерес изучить какой тип регуляризаторов может значительно улучшить результаты моделирования. Кроме того, особый интерес вызывает применение абстрактивной суммаризации к рассчитанным кластерам, состоящим из схожих предложений, и для генерации наименования тематики по заданным предложениям.

Проводимые исследования выполнены при поддержке Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан по гранту AP09259324.

Литература:

1. Blei, D. Probabilistic topic models. Commun. ACM 2012, 55, 77–84.

2. Boyd-Graber, J.; Hu, Y.; Mimno, D. Applications of topic models. Found. Trends Inf. Retr. 2017, 11, 143–296.

3. Reisenbihler, M.; Reutterer, T. Topic modeling in marketing: Recent advances and research opportunities. J. Bus. Econ. 2019, 89, 327–356.

4. Liu, L.; Tang, L.; Dong, W.; Yao, S.; Zhou, W. An overview of topic modeling and its current applications in bioinformatics. SpringerPlus 2019, 5, 1608.

5. Yanina, A.; Golitsyn, L.; Vorontsov, K. Multi-objective topic modeling for exploratory search in tech news. In Proceedings of the Communications in Computer and Information Science, vol 789. AINL-6: Artificial Intelligence and Natural Language Conference, St. Petersburg, Russia, 20–23 September 2017; pp. 181–193.

6. Mukhamediev, R.; Yakunin, K.; Mussabayev, R.; Buldybayev, T.; Kuchin, Y.; Murzakhmetov, S.; Yelis, M. Classification of Negative Information on Socially Significant Topics in Mass Media. Symmetry 2020, 12, 1945.

7. Yakunin, K.; Ionescu, G.; Murzakhmetov, S.; Mussabayev, R.; Filatova, O.; Mukhamediev, R. Propaganda Identification Using Topic Modeling. Procedia Comput. Sci. 2020, 178, 205–212.

8. Yakunin, K.; Mukhamediev, R.; Mussabayev, R.; Buldybayev, T.; Kuchin, Y.; Murzakhmetov, S.; Yunussov, R.; Ospanova, U. Mass Media Evaluation Using Topic Modeling. Commun. Comput. Inf. Sci. 2020, 1242, 165–178.

9. Cristani, M.; Tomazolli, C.; Olivieri, F. Semantic social network analysis foresees message flows. In Proceedings of the 8th International Conference on Agents and Artificial Intelligence, ICAART, Roma, Italy, 24–26 February 2016; pp. 296–303.

10. Hoffmann, T. Probabilistic latent semantic analysis. In Proceedings of the Fifteenth Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence—UAI, Stockholm, Sweden, 30 July–1 August 1999; Morgan Kaufmann Publishers Inc.: San Francisco, CA, USA, 1999; pp. 28–296.

11. Blei, D.; Ng, A.; Jordan, M. Latent Dirichlet allocation. J. Mach. Learn. Res. 2003, 3, 993–1022.

12. Apishev, M.; Vorontsov, K. Learning topic models with arbitrary loss. In Proceedings of the 26th Conference of FRUCT (FinnishRussian University Cooperation in Telecommunications) Association, Yaroslavl, Russia, 23–25 April 2020; pp. 30–37.

13. Kohedykov, D.; Apishev, M.; Golitsyn, L.; Vorontsov, K. Fast and modular regularized topic modeling. In Proceedings of the 21st Conference of FRUCT (Finnish-Russian University Cooperation in Telecommunications) Association, Helsinki, Finland, 6–10 November 2017; pp. 182–193.

14. Ianina, A.; Vorontsov, K. Regularized multimodal hierarchical topic model for document-by document exploratory search. In Proceeding of the 25th Conference Of FRUCT (Finnish-Russian University Cooperation in Telecommunications) Association, Helsinki , Finland, 5–8 November 2019; pp. 131–138.

15. Pagliardini, M.; Gupta, P.; Jaggi, M. Unsupervised learning of sentence embeddings using compositional n-gram features. arXiv 2017, arXiv:1703.02507.

16. Balikas, G.; Amini, M.; Clausel, M. On a topic model for sentences. In Proceedings of the 39th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, Pisa, Italy, 17–21 July 2016; pp. 921–924.

17. Devlin, J.; Chang, M.; Lee, K.; Toutanova, K. Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. arXiv 2018, arXiv:1810.04805v1.

18. Rogers, A.; Kovaleva, O.; Rumshisky, A. A primer in BERTology: What we know about how BERT works. Trans. Assoc. Comput. Linguist. 2020, 8, 842–866.

19. Wiedemann, G.; Remus, S.; Chawla, A.; Biemann, C. Does BERT make any sense? Interpretable word sense disambiguation with contextualized embeddings. In Proceedings of the Konferenz zur Verarbeitung natürlicher Sprache/Conference on Natural Language Processing (KONVENS), Erlangen, Germany, 9–11 October 2019.

20. Bhatia, S.; Lau, J.; Baldwin, T. Automatic labeling of topics with neural embeddings. In Proceedings of the 26th COLING International Conference on Computational Linguistics, Osaka, Japan, 11–16 December 2016; pp. 953–963.

21. News Aggregator Dataset. Available online: https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/News+Aggregator (accessed on 12 April 2021).

ОБНАРУЖЕНИЕ АНОМАЛИЙ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ОДУ

Амиргалиев Е.Н.[1], Мерембаев Т.[1]
e-mail: amir_ed@mail.ru, timur.merembayev@gmail.com
[1]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

Аннотация. *В данной работе рассматривается проблема предсказания аварийности из индустриальных источников. В качестве технического устройства рассмотрена биогазовая установка. На сегодняшний день данные являются очень ценными для моделирования, предсказания и управления системой, поэтому на производстве происходит цифровизация устройств, которые позволят оптимизировать процесс работы. В исследовании рассматривается новая архитектура нейросетевых ОДУ для построения модели экстраполяции временных рядов. Данный подход позволил выявлять аномалии во временных рядах в случаях с нерегулярными интервалами.*

ВВЕДЕНИЕ

Использование данных промышленного оборудования в единой интернет платформе позволяет оптимизировать, мониторить и управлять техническими устройствами в удобной форме [1]. Методы анализа, основанные на исторических данных, содержащих эксплуатационную и имитационную историю технического устройства, используются для улучшения понимания сложных нелинейных устройств. Основные операции по техническому обслуживанию основаны на принципах максимизации прибыльности, снижения затрат и увеличения жизненного цикла устройства, а также повышения надежности и доступности.

Данные операции связаны с обнаружением аномалий в данных датчиков технического устройства. Алгоритмы обнаружения аномалий давно изучаются в статистике и информатике. Обзоры общих и классических алгоритмов обнаружения событий представлены в [2, 3]. Обзоры алгоритмов машинного обучения для обнаружения аномалий представлены в [4].

В последние годы для решения проблемы использовались технологии, где анализировались все исторические данных и применялось глубокое обучение. Обычно используемые методы глубокого обучения включают многослойные персептроны [5], автоэнкодеры (AE) [6,7], сверточные нейронные сети (CNN) [8] и рекуррентные нейронные сети (RNN) [9]. Эти методы, как правило, могут хорошо работать для большинства задач классификации [7], однако они хорошо работают только с сигналами, которые генерируются при тех же условиях работы, что и их тренировочные данные. Кроме того, методы глубокого обучения всегда терпят неудачу при недостаточном количестве данных. Учитывая, что данные, собранные в лабораторных условиях, все еще слишком просты, чтобы представлять сложную промышленную среду. Поэтому исследователи стремятся улучшить

производительность методов DL при выводе сигналов при различных условиях работы, таких как разные скорости и нагрузки.

Обычно временные ряды обрабатываются рекуррентными нейросетевыми архитектурами вида encoder – decoder [6, 7, 10], которые по обозреваемой части временного ряда считают скрытое представление (кодировка), а на закрытой части предсказывают значения на основе полученного скрытого состояния (декодировка).

Для предсказания временных рядов обычно используют ARIMA, RNN, LSTM. Проблема алгоритма ARIMA состоит в невозможности уловить сложные паттерны во времени. Обучение RNN долго из-за затухающих и взрывающихся градиентов. LSMT решат эту проблему, но у этой архитектуры малый effective content size. Согласно работе [11] авторы рассмотрели LSTM, данная архитектура нейронной сети смотрит только на последние 200 токенов, но для задачи требуется рассмотреть больше.

Для решения этой проблемы можно использовать трансформер нужна ссылка на трансформер. Трансформер смотрит на всю историю ТС, вне зависимости от того, как давно это было, тем самым улавливая паттерны удаленные во времени. Однако у трансформера есть две проблемы: dot-product self attention нечувствителен к локальному контексту; и ограничения по памяти: затраты пропорциональны квадрату длины последовательности.

Авторы предложили две идеи: causal convolutional self attention и LogSparse Transformer. Первая идея состоит в замене Queries и Keys на свертки Queries и Keys. То есть раньше мы считали для одной точки, а теперь - для нескольких точек до данной. Авторы пишут, что такой подход может лучше улавливать не сами значения, но форму кривой. На картинке ниже изображено, что происходит (k - kernel size). В стандартной архитектуре трансформера сверток нет, но на картинке слева изображена свертка с ядром=1. По сути ничего не меняется, это такая генерализация.

МОДЕЛИРОВАНИИЕ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Временной ряд определяется как набор наблюдений $x_1, x_2, \ldots, x_N$, расположенных в порядке их появления и соотвенно записи в базу данных. Временной ряд называется одномерным, если значения $\{x_i\}_{i=1}^N$ являются скалярами или многомерными, если $\{x_i\}_{i=1}^N$ являются векторами. Наблюдения $\{x_i\}_i$ могут быть вещественными числами или категориальными значениями.

Наблюдения записываются в моменты времени $t_1 \leqslant t_2 \leqslant \ldots \leqslant t_N$. Моменты времени t_iне обязательно регулярные данные (регулярные интервалы данных) другими словами, промежутки $\{t_i - t_{i+1}\}$ не обязательно должны быть равными для разных i. Будет использовано обозначение множество наблюдений и их соответствующие моменты времени как $\{x_i, t_i\}_{i=1}^N$, где N — количество записанных наблюдений.

Цель моделирования временных рядов состоит в том, чтобы предсказать порождающий процесс и описать внутреннюю структуру временного ряда и построить совместное распределение данных $p(x_1, \ldots, x_N)$. В большинстве приложений временные ряды состоят из измерений некоторой непрерывной функции, т. е. реальный мир (процесс). Например, если мы измеряем температуру воздуха, она имеет конкретное значение в любой точке на реальная временная шкала. Другими

словами, время является непрерывной скалярной переменной. Этот тип данных называется «непрерывный» временной ряд. Однако из-за ограниченных возможностей наших измерительных инструментов или ограничения хранения данных мы можем быть вынуждены проводить измерения с определенной степенью детализации, например, каждую секунду, минуту и т. д. Полученный набор измерений является аппроксимацией лежащей в основе непрерывной функции, но он измеряется только в дискретный набор моментов времени. Такие временные ряды называются дискретными, так как переменная времени теперь является дискретной. Если временной ряд измеряется через равные промежутки времени, мы будем называть его регулярный. Если временные промежутки между точками различаются, временной ряд является нерегулярным.

Рассмотрим нейронное дифференциальное уравнение для решения проблем аварийности, нейронное дифференциальное уравнение - это дифференциальное уравнение, использующее нейронную сеть для параметризации векторного поля. Канонический пример - нейронное обыкновенное дифференциальное уравнение.

Пусть задано параметризованное семейство функций $f(z(t), t, \theta)$, и пусть при каждом фиксированном значении параметров θ данные функции задают ОДУ вида:

$$\frac{\partial z(t)}{\partial t} = f(z(t), t, \theta), t_0 \leqslant t \leqslant t_1$$

На практике $f(z(t), t, \theta)$ - это нейросеть с параметрами θ. Пусть задана функция потерь $L\big(z(t_1)\big)$, которую мы хотим минимизировать. Искать $z(t_1)$ можно численно как $z(t_1) = ODESolver(z(t_0), t_0, t_1, f, \theta)$, где $ODESolver(\quad)$ - некоторый метод численного решения ОДУ. Тогда $L\big(ODESolver(z(t_0), t_0, t_1, f, \theta)\big) = L(z(t_0), t_0, t_1, f, \theta)$. Таким образом, свободными параметрами, по которым мы можем вести оптимизацию, являются: начальное условие $z(t_0)$, начальный момент времени t_0, конечный момент времени t_1, параметры нейросети θ.

К аугментированному ОДУ применяют метод, описанный выше при нахождении, и численно получают все необходимые градиенты, схема вычисления которых представлена ниже.

Algorithm 1: Псевдокод вычисления градиентов в ОДУ

Input: параметеры θ, начальное время t_0, конечное время t_1, конечное состояние $z(t_1)$, градиент $\frac{\partial L}{\partial z(t_1)}$

$s_0 = [z(t_1), \frac{\partial L}{\partial z(t_1)}]$ ▷ Определение начального состояния

Function AugDynamics($[z(t_1), \frac{\partial L}{\partial z(t_1)}]$,$t$,$\theta$):

  return $[f(z(t),t,\theta), -a(t)\frac{\partial L}{\partial z}, -a(t)\frac{\partial L}{\partial \theta}]$ ▷ Вычисление Якобиана

$[(z(t_0), \frac{\partial L}{\partial z(t_0)}, \frac{\partial L}{\partial \theta}] = ODESolve(s_0, AugDynamics, t_1, t_0, \theta)$

return $\frac{\partial L}{\partial z(t_0)}, \frac{\partial L}{\partial \theta}]$ ▷ Решение обратного во времени ОДУ

Рис. 1. Псевдокод вычисления градиента ошибки в нейросетевых ОДУ.

Обучение нейронного дифференциального уравнения обычно означает обратное распространение через решение дифференциального уравнения. Имеется несколько способов выполнить данную операцию, три основных способа дифференцирования через ОДУ:

- Дискретизация, затем оптимизация – неэффективна в использовании памяти (увеличивает объем использованной памяти), но точна и быстра;
- Оптимизация, затем дискретизация - эффективна в использовании памяти, не точна и незначительно медленна в расчетах;
- Обратное решаение ОДУ – эффективна в использовании памяти и точна, но незначительно медленна в расчетах.

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Для проведения эксперимента мы оцениваем модели количественно по задаче экстраполяции. Для всех экспериментов используется три метрики среднеквадратичную ошибку (RMSE), средне абсолютная ошибка (MAE) и средняя абсолютная ошибка в процентах (MAPE) для тестового набора данных. В каждом наборе данных мы использовали 80% для обучения и 20% для теста.

Мы протестировали нашу модель на собранном наборе данных из биогазовой установке из 1000 периодических данных. Нейродифференциальные уравнения часто могут достаточно хорошо реконструировать траектории по небольшому подмножеству точек и обеспечивать оценку неопределенности как для скрытых траекторий, так и для предсказанных наблюдений. Чтобы продемонстрировать это, мы обучили модель скрытого ОДУ восстанавливать полную траекторию (100 точек) из подмножества из 30 точек. Обработка большего количества точек приводит к лучшей подгонке, а также к меньшей дисперсии экстрополяции, рисунок 1. На рисунке 1 показано, что траектории, выбранные из априорной модели обученной модели достаточно хорошо предсказана и составляет RSME: 13.23, MAE: 9.68 и MAPE: 12.6.

Экстраполяция. Нейросетевые ОДУ может автоматически восстанавливать стационарную периодическую динамику по данным. На рисунке 2 показана модель, обученная на точках за период один год (синяя линия) и предсказать точки на один месяц (черная линия). Модель показала следующий результат: RSME: 89.05, MAE: 71.03 и MAPE: 34.36.

Рис. 2. Предсказание температуры.

Рис. 3. Предсказание давления.

На рисунке 2 показан случай выявления аномалий в работе устройства по показанию давления. Модель выявила отклонения между реальными значениями и предсказанными моделью. Суммарно отклонения составляют 7507.93 за месяц между реальными значениями и предсказанными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы применили новое семейство моделей временных рядов, нейросетевые ОДУ, динамика скрытого состояния которых определяется нейронными обыкновенными дифференциальными уравнениями. Данные модели обеспечивают относительно интерпретируемые скрытые состояния, а также явные оценки неопределенности скрытых состояний. Ни одна из моделей не требует дискретизации времени наблюдения или импутации данных в качестве шага предварительной обработки, что делает их подходящими для данных временных рядов с нерегулярной выборкой, распространенных во многих приложениях. Наконец, мы демонстрируем, что нейросетевые ОДУ состояния с непрерывным временем можно комбинировать с правдоподобием процесса Пуассона для моделирования скорости, с которой производятся наблюдения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Moreno, V. C., Papasidero, S., Scarponi, G. E., Guglielmi, D., & Cozzani, V. (2016). Analysis of accidents in biogas production and upgrading. Renewable Energy, 96, 1127-1134.
2. Chandola, V., Banerjee, A., & Kumar, V. (2009). Anomaly detection: A survey. ACM computing surveys (CSUR), 41(3), 1-58.
3. Aggarwal, C. C. (2017). An introduction to outlier analysis. In Outlier analysis (pp. 1-34). Springer, Cham.

4. Zohrevand, Z., Glässer, U., Tayebi, M. A., Shahir, H. Y., Shirmaleki, M., & Shahir, A. Y. (2017, November). Deep learning based forecasting of critical infrastructure data. In Proceedings of the 2017 ACM on Conference on Information and Knowledge Management (pp. 1129-1138).

5. Suter, B. W. (1990). The multilayer perceptron as an approximation to a Bayes optimal discriminant function. IEEE transactions on neural networks, 1(4), 291.

6. Deng, L., Seltzer, M. L., Yu, D., Acero, A., Mohamed, A. R., & Hinton, G. (2010). Binary coding of speech spectrograms using a deep auto-encoder. In Eleventh Annual Conference of the International Speech Communication Association.

7. Zeng, N., Wang, Z., Zhang, H., Liu, W., & Alsaadi, F. E. (2016). Deep belief networks for quantitative analysis of a gold immunochromatographic strip. Cognitive Computation, 8(4), 684-692.

8. Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2017). Imagenet classification with deep convolutional neural networks. Communications of the ACM, 60(6), 84-90.

9. Mikolov, T., Karafiát, M., Burget, L., Cernocký, J., & Khudanpur, S. (2010, September). Recurrent neural network based language model. In Interspeech (Vol. 2, No. 3, pp. 1045-1048).

10. Zeng, N., Zhang, H., Song, B., Liu, W., Li, Y., & Dobaie, A. M. (2018). Facial expression recognition via learning deep sparse autoencoders. Neurocomputing, 273, 643-649.

11. Li, S., Jin, X., Xuan, Y., Zhou, X., Chen, W., Wang, Y. X., & Yan, X. (2019). Enhancing the locality and breaking the memory bottleneck of transformer on time series forecasting. Advances in neural information processing systems, 32.

12. Piccolo, D. (1990). A distance measure for classifying ARIMA models. Journal of time series analysis, 11(2), 153-164.

13. Gilbert, K. (2005). An ARIMA supply chain model. Management Science, 51(2), 305-310.

МЕТОДИКА И ПРАКТИКА ПОЛУЧЕНИЯ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ПОГОДЫ ДЛЯ ЗАДАННОГО РЕГИОНА

Мустафин Т., Альжанова К., Ауелбеков О., Козбакова А., Мустафин С.
e-mail: mustafintima@mail.ru
Казахстанско - Британский технический университет, Казахстан
Казахский национальный университет имени аль – Фараби, Казахстан
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

Аннотация. *Приведено описание статистического метода обеспечения оперативного прогноза погоды заданного региона по данным погоды за несколько десятилетий. Как известно не существует универсального метода оперативного прогноза погоды, поэтому на практике стремятся, помимо проектирования и развития новых датчиков измерения и фиксации параметров окружающей среды для задач прогноза, к построению методов обработки и анализа получаемой информации с целью достижения определенного компромисса между долей необнаруженных ошибок и долей ложных отбраковок или исправлений при уменьшении количества и тех и других. Практическая реализация предложенного метода не вызвала проблем.*

Основы систематических наблюдений за погодными условиями в отдельных пунктах поверхности Земли были заложены более 200 лет назад с момента изобретения термометра и барометра. Создание приземных карт погоды и оперативное их составление стало возможным после изобретения телеграфа. До начала систематического аэрологического зондирования (30-х годы XX столетия), исследование атмосферных процессов производилось на основе данных наземных метеорологических наблюдений. Выпускаемые шары-зонды лишь частично заполняли пробелы в наблюдениях на высотах. Поэтому при анализе погодообразующих процессов, как и при прогнозе погоды, пользовались почти исключительно данными наземных наблюдений. В этих же целях привлекались и данные наблюдений за облаками.

При составлении прогноза синоптик сталкивается с огромным множеством взаимодействующих факторов. Единственным выходом стала разработка математических моделей, что способствовало появлению численных методов прогноза погоды – стали возможны расчеты движения атмосферных вихрей с помощью уравнений гидродинамики. Были найдены пути замены качественных методов прогноза погоды со свойственными им элементами субъективизма объективными количественными методами. Однако результаты таких расчетов не могли быть удовлетворительными, поскольку для решения уравнений допускались значительные упрощения, что приводило к неадекватным моделям [1]. Несмотря на наличие огромного множества моделей и методов прогноза погоды и их успешное использование на практике существуют ситуации, когда эти модели дают слабые прогнозы, что говорит либо о сложности рассматриваемого явления «погодные

условия», либо о невозможности подобрать модель изучения явления, либо и первое, и второе вместе.

Данная работа содержит описание параметрического метода прогнозирования, основанного на предыстории развития погоды в заданном регионе.

Прогнозы погоды бывают краткосрочными (на 1 — 3 суток), среднесрочными (на 4—10 суток) и долгосрочными (на месяц и сезон). Задача составления краткосрочных и среднесрочных прогнозов погоды состоит из двух этапов: прогноза синоптического положения и прогноза собственно погоды.

Прогноз синоптического положения обычно осуществляется на ЭВМ путем решения уравнений динамики и термодинамики, описывающих состояние атмосферы. По полученной информации синоптики составляют прогноз погоды, характеризующий будущие температуру и влажность воздуха, скорость и направляющие ветра, возможность выпадения осадков и т. д. При этом учитывается трансформация воздушных масс, т. е. изменение их свойств в зависимости от свойств подстилающей поверхности, сезона года и суточного хода метеорологических величин. Дополнительно оценивается влияние на погоду местных факторов — озер, рек, возвышенностей, больших городов и т. д. Для прогноза гроз и ливневых осадков используется информация метеорологических радиолокаторов.

Насколько же можно доверять синоптикам, т. е. какова достоверность краткосрочных прогнозов? Схемы краткосрочного прогноза погоды позволяют предсказывать будущее состояние атмосферы на срок не более 5 — 7 суток, причем наиболее надежными являются прогнозы на срок до 2 — 3 суток. Оправдываемость прогнозов на сутки достигает 90%. Причины ошибок синоптиков в следующем. Во-первых, несовершенство математических моделей явлений окружающей среды; во-вторых, недостаточно информации о состоянии атмосферы; в-третьих, трудность оценки влияния местных условий на развитие масштабных атмосферных процессов, определяющих погоду.

Для устранения двух первых причин нужны работы по улучшению математических моделей атмосферы, обновление сетей метеорологических наблюдений, проектирование новых датчиков и проборов контроля окружающей среды. А третья причина не зависит от человека, и всегда будет вероятность погрешностей в краткосрочном прогнозе погоды.

Долгосрочным прогнозом принято считать прогноз на месяц и сезон. Установлено, что предсказуемость характера погоды в какой-то день в данном месте не превышает двух недель. Иными словами, как бы ни совершенствовались методы прогноза, невозможно предсказать конкретное явление погоды в определенный день на три недели вперед. Вряд ли будет найден такой метод прогноза, который бы позволил вычислить погоду по дням на предстоящий месяц или сезон. Это, однако, не означает, что бессмысленно прогнозировать погоду на месяц или сезон. Просто следует понимать, что, когда говорят о долгосрочном прогнозе погоды, имеют в виду месячные и сезонные аномалии температуры и осадков. Однако такие общие характеристики погоды на ближайший месяц и сезон пока еще далеки от удовлетворительного разрешения. Общепризнанно, что для долгосрочного прогнозирования необходимо рассматривать совместно атмосферу. Мировой океан и состояние поверхности суши, в частности, влажность почвы, наличие снежного и ледяного покрова. Однако надежных оперативных методов прогнозов погоды пока

еще нет. Это важнейшая практическая задача метеорологии, на решение которой направлены усилия метеорологов всего мира [2].

Таким образом, исследователи явлений погоды всегда руководствовались в своих экспериментах сопоставлением числовых данных – предполагаемых и экспериментальных; расхождение и совпадения ожидаемых и реально полученных данных помогает им в уточнении исходных предположений об изучаемом явлении и дальнейшем совершенствовании экспериментов [8].

В работах [3-6] было рассмотрено множество прикладных задач для решения на ЭВМ, не поддающихся решению. Так был выделен класс плохо формализуемых задач: условия задачи определены не полностью; не все связи заданы в аналитической форме; формулировка задачи может содержать противоречия; нет полных соглашений о понятии решения. Профессор L.A. Zedeh, рассматривая вопрос о выделении множества плохо формализуемых задач, указывал: «…моделирование поведения нелинейных систем трудно поддается математической или количественной формализации, а известные традиционные подходы (детерминированный и вероятностный) позволяют решать указанные задачи в ущерб физическим понятиям, полученные модели являются слишком простыми или сложными. Поэтому в ряде случаях математическое моделирование является искусством, и качество моделей в значительной мере зависит от интуиции, мастерства их разработчиков. Одним из подходов решения такого рода проблемы математического моделирования является построение систем обработки и анализа на основе накопленной информации».

Цель данной работы состоит в построении компьютерной модели краткосрочного прогноза погоды, основанной на правдоподобных суждениях. Построение реализации модели по аналогии должно быть исследовано на реальных данных предыстории развития рассматриваемого явления в заданном регионе.

Методология рассмотрения и исследования проблемы. Важнейшие математические модели обычно обладают важным свойством *универсальности*: принципиально разные реальные явления могут быть описаны одной и той же математической моделью. Таким образом, изучая одну математическую модель, мы изучаем сразу целый класс описываемых ею явлений. Именно такой изоморфизм законов, выражаемых математическими моделями в различных предметных областях знаний, лежал в основе создания «Общей теории систем».

Тот факт, что люди часто подсознательно применяют аналогию в самых разных далеких друг от друга областях науки и жизни, показывает большое значение этого понятия.

Часто появление понятий и приемов изучения ситуаций, объектов и явлений объявляется как новые, хотя они имеют, как правило, в своей основе элементы, которые уже прошли проверку временем. Так, например, введенные понятия «память», «обратная связь», «управление», «самоорганизация» широко используются в разных областях человеческой деятельности, достаточно далеких друг от друга. Они характеризуют сходные в чем-то явления, существующие в природе, в технике, в живом организме, так и в человеческом обществе. Основы этих понятий связаны тесным образом с процедурами по аналогии.

Таким образом, суждения по аналогии основаны на сравнении объектов, явлений и процессов, зачастую взятых из достаточно далеких друг от друга и различных областей знаний [7].

Как отмечено в [3-6], наиболее важной особенностью задач обработки информации, возникающих в различных плохо формализованных прикладных областях, оказывается отсутствие для исследуемых реальных ситуаций или объектов сколько-нибудь адекватных математических моделей, на базе которых можно было бы вести расчеты и получать количественные или качественные выводы. Таковыми являются задачи обработки погодных условий, принадлежащие к типичной плохо формализованной области.

В [5] приводятся следующие слова: «… одним из наиболее важных результатов развития теории распознавания является понимание того факта, что для многих прикладных областей (таких, как медицина, социология, метрология и т. п., к их числу относится и обработка данных по погодным условиям) путь построения адекватных математических моделей с целью получения на их основе методов решения реальных задач часто малоперспективен. Действительно, обычно такие модели либо оказываются избыточно упрощенными и в силу этого непригодными для получения количественных выводов, либо настолько сложными, что для преодоления вычислительных сложностей их приходится упрощать настолько, что возможная адекватность исходной модели оказывается чисто теоретической гипотезой, не допускающей проверки на практике».

Задача получения краткосрочного прогноза погоды для заданного региона. Подчеркивая важность традиционных подходов, можно заявить, что определение прогноза погоды является комплексной нерешенной задачей, поэтому существует потребность в разработке новых способов и методов определения состояний погодных условий.

Введем некоторые понятия. Состояние погодных условий – это набор средних значений показателей окружающей среды в регионе на данный момент времени (сутки): давление, температура дневная, температура ночная, время года, роза ветров, влажность, скорость ветра, температура почвы дневная, температура почвы ночная и т. д.

Фрагмент траектории поведения состояний погоды — это множество состояний погоды в последовательные моменты времени.

Постановка проблемы. Основой метода прогноза погоды является поиск аналогов поведения погоды в прошлом, что обеспечивается ежегодной повторяемостью метеоусловий в конкретном регионе Земли.

Пусть Т траектория состояний погодных условий (посуточно) за прошлые годы в данном регионе. Для каждого фрагмента траектории Т на временном интервале $[t_1, t_2]$ (сутки) известно состояние погодных условий в следующий момент времени (t_2+1) (сутки): если известны состояния $S(t_1)$, …, $S(t_2)$ погодных условий в моменты времени t_1…, t_2, то известно состояние погодных условий в момент времени (t_2+1) (сутки). Это предыстория развития состояний погодных условий.

Поступила информация о траектории S состояний погоды посуточно в моменты времени (сутки) t_k, t_k+1…, t_m. Требуется на основе истории поведения траектории **Т** процедурами интеллектуальной обработки информации определить состояние погоды в момент времени (t_m+1). Это задача краткосрочного прогноза.

Идея предлагаемого метода решения заключается в поиске подвыборки траектории T для определения близкой по состояниям к заданному фрагменту состояний погоды, и далее, известное состояние погоды “на завтра” по **T** объявить прогнозом погоды для заданного фрагмента. В данном случае аналогия с автокорреляцией (статистическая взаимосвязь между последовательностями величин одного ряда, взятыми со сдвигом) подтолкнула к пониманию наблюдаемого явления.

Итак, пусть имеем выборку $\mathrm{T} = \{\mathrm{S}(t_1), \dots, \mathrm{S}(t_2)\}$, выберем на первом шаге одну подвыборку длины $|S|$, для данной подвыборке определяем оценку близости по состояниям к заданному фрагменту, возвратим эту подвыборку в выборку ***T***, вновь выберем следующую подвыборку длины $|S|$ выборки $\mathrm{T} = \{\mathrm{S}(t_1), \dots, \mathrm{S}(t_2)\}$ и т.д.

Повторим описанную процедуру до полного окончания множества подвыборок состояний выборки $\mathbf{T} = \{\mathrm{S}(t_1), \dots, \mathrm{S}(t_2)\}$.

Мы ищем среди подвыборок выборки ***T*** схожий с заданным фрагментом S и результат найденной подвыборки, а это погодные условия на следующие сутки после найденного по траектории T, переносим на прогноз погоды “на завтра” по фрагменту S. Это принимается (нами!) за краткосрочный прогноз погоды (погода “на завтра”).

Основой вышеизложенного является рекомендация следовать наилучшему, как можно более простому порядку рассмотрения гипотез при прогнозе поведения явления.

Наше гипотеза (предположение): чем больше траектория S и чем ближе подвыборка T**,** тем точнее прогноз на завтра. Естественно, при определенных ограничениях и нашей правоте в правильности нашего предположения.

Отметим, данные посуточных состояний погодных условий за прошлые десятилетия (траектория T) хранятся в открытых базах данных Гидромета по областям и городам.

Вывод. Ни один из методов контроля и обеспечения оперативного прогноза погоды сам по себе не является достаточным и успешным, поэтому на практике, помимо создания и развития новых датчиков измерения и фиксации параметров окружающей среды для задач прогноза, следует стремиться к расширению методов обработки и анализа получаемой информации с целью достижения определенного равновесия между долей необнаруженных ошибок и долей ложных отбраковок или исправлений при уменьшении количества и тех и других. Повышение достоверности прогноза обеспечивается за счет того, что решение основывается на основе учета нескольких главных факторов, имеющих повторяемость погоды в конкретном регионе Земли. Метод позволяет получить прогноз метеорологических параметров, измерение и регистрация которых проводились в прошлом. Таким образом, необходимым и достаточным условием реализации является наличие базы данных значений метеорологических параметров за достаточно большой период времени.

Практическая реализация предложенного нами метода не вызвала трудностей и имеется возможность коммерциализации программных продуктов. Данный метод был успешно применен и в других предметных областях знаний, включая гуманитарные, и получил одобрение экспертов этих областей.

Заключение. В работе предложен простой и легко доступный для понимания эвристический метод обеспечения оперативного прогноза погоды по данным погоды в заданном регионе за несколько десятилетий. Прогнозное погодное представление

для заданного региона получено путем применения методики, основанной на предыстории развития изучаемого явления - погоды в данной местности. В основе предлагаемого метода лежит принцип о том, что определяющая из ряда гипотез, по-разному объясняющих одно и то же явление, при прочих равных условиях следует выбирать ту, которая привлекает для объяснения наименьшее число сущностей, что в свою очередь, базируется на общем методологическом «принципе достаточного основания», который требует, чтобы введение в объяснение новой сущности было разумно обосновано. Принятие правдоподобных рассуждений позволяет создать оперативную систему краткосрочного прогнозирования погоды “на завтра” по комплексу суточных средних показателей погоды: давление, температура дневная, температура ночная, время года, роза ветров, влажность, скорость ветра, температура почвы дневная, температура почвы ночная и т. д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. https://big-archive.ru/geography/earth_atmosphere/54.php
2. *Гордин В.А.* Математика, компьютер, прогноз погоды и другие сценарии математической физики М.: Физматлит, 2010. – 737 с.
3. L. A. Zedeh (1975) The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning // Information sciences. 1975. Vol. 9, P. 43-80. DOI: 10.1016/0020-0255(75)90017-1
4. Дородницын А. А. Проблема математического моделирования в описательных науках // Кибернетика. - 1975. № 4. – С. 6 – 10.
5. Журавлев Ю. И. Избранные труды. - М.: Магистр, 1998. - 568 с.
6. R.O. *Dudu and P.E. Hart, Pattern Classification and Scene Analysis,* Wiley, New York, 1973. – 512. DOI: https://doi.org/10.2307/1573081
7. *Эрдниев П. М.* Аналогия в математике. — М. : Знание, 1970. — 32 с. — (Новое в жизни, науке, технике. Математика, кибернетика ; 6/1970). — Библиогр.: с. 29 (13 назв.).
8. Докипедия: Базовые требования к технологии подготовки краткосрочных прогнозов погоды Руководящий документ РД 52.27.723-2009 (утв. приказом Росгидромета от 1 февраля 2010 г. N 30)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ

Амиргалиев Е.Н., Арсланов М.З., Мустафин С.А.

Институт информационных и вычислительных технологий МНВО РК, Алматы

Аннотация. *Тематика предлагаемой работы относится к области радиотехники, к классу методов определения координат источников радиоизлучения. Разработан метод определения местоположения нескольких источников излучения посредством перемещения измерителя излучения по окрестности доступной области измерений.*

Введение. Одним из перспективных направлений развития современной техники является создание средств информационной поддержки в составе автоматизированных систем контроля, разведки и управления. Для формирования данных используются самые различные контрольно-измерительные комплексы, включающие часто специальные средства доставки. Широко применяются измерители-датчики, работающие в различных диапазонах, радиолокаторы и т. д. Разработка датчиков-измерителей и средств их доставки традиционно оказывалась ресурсоемкой при построении прикладных систем. На решение этих задач затрачивались и затрачиваются основные ресурсы и в этой области достигнуты значительные успехи. В то же время в решении задач поддержки принятия решений на основе информации, практические достижения существенно скромнее. В частности, имеется накопленный багаж в виде значительного числа отдельных процедур обработки, анализа. Такие процедуры, как стандартные операции включаются в системы обработки данных. Построение последовательности процедур для решения конкретных задач проводится опытными специалистами часто интуитивно, причем решение каждого нового типа задач требует проведения заново всей работы. Результатом является то, что очень часто весьма значительная часть дорогостоящих данных остается необработанной. Последнее обстоятельство является недостатком сложившегося положения, что и определяет основное требование к перспективным подходам решения прикладных задач обработки и анализа данных: должна быть обеспечена простота и надежность синтеза высококачественных сложных процедур, не требующего творческого труда специалистов экспертов. Сложившееся положение в некоторой степени усугубилось тем, что появились достаточно мощные и доступные средства техники, производительность которых соизмерима с объемами данных. Это был вызов для того, чтобы осуществить прорыв в прикладных методах обработки, анализа данных. В то же время в несколько более широкой области — области алгоритмов обработки и анализа данных для слабо формализованных прикладных областей — в последние годы достигнуты практические успехи. При этом многие из полученных результатов оказываются применимыми для работы с данными, что определяет перспективы развития рассматриваемой области. В целом ситуация на сегодня может быть охарактеризована следующим образом: активно и успешно создаются контрольно-измерительные

приборы; доступны средства вычислительной техники достаточной мощности; имеется существенный интеллектуальный задел. А на практике применяются традиционные методы обработки и анализа данных [1].

Тематика предлагаемой работы относится к области радиотехники, а конкретнее, к классу методов определения координат источника радиоизлучения. Существует класс методов определения местоположения источника радиоизлучения [2-5] и все они имеют свои достоинства и недостатки.

Содержательная постановка задачи. Нами рассмотрена задача определения местоположения источников радиоизлучения (ИРИ), основанный на измерении напряженности поля на местности перемещением устройства по свободной траектории, и определения по полученным данным вектора градиента электромагнитного поля от исследуемого ИРИ в различных точках на местности. Координаты пересечения векторов градиента электромагнитного поля принимают за координаты местоположения исследуемого источника радиоизлучения, определенные из совокупности измеренных значений напряженности электромагнитного поля и географических координат точек измерения, полученных путем перемещения измерителя по свободной траектории в зоне доступности ИРИ.

Предлагаемый метод решения задачи основан на приборах, технических характеристики которых инвариантны к характеристикам радиоприемного устройства и антенны, частоте излучения, поляризации и виду модуляции принимаемого сигнала. Указанный метод является разновидностью метода определения местоположения ИРИ методом триангуляции с помощью перемещающегося в пространстве пеленгатора [5-6].

Общим недостатком большинства методов данного класса является необходимость доступа ко всему полю, создаваемого ИРИ, что вызывает значительные сложности определения и затраты на передвижение приборов в условиях отсутствия физического доступа к некоторым частям предполагаемой области передвижения.

Целью предлагаемой нами методики является разработка метода определения местоположения источников радиоизлучения, которая позволит осуществлять поиск ИРИ посредством перемещения измерений по допустимой окрестности физически доступной области приема радиосигналов ИРИ.

Для этого в методе определения местоположения источника радиоизлучения, включающем измерение напряженности электромагнитного поля, прием радиосигналов источника радиоизлучения на заданной частоте, преобразование радиосигнала из аналоговой в цифровую форму, согласно предлагаемому измеряют напряженность электромагнитного поля в точках выбранного локального участка, ограниченного окружностью, точку с наибольшим значением напряженности принимают за центр нового локального участка, ограниченного окружностью с таким же радиусом, и далее таким же образом определяют следующие локальные участки, затем соединяют последовательно найденные центры локальных участков и определяют направление на ИРИ [5-7].

Метод решения. Предлагаемый метод определения местоположения источника радиоизлучения осуществляют следующим образом.

Принимают радиосигналы источника радиоизлучения на заданной частоте, преобразуют радиосигнал из аналоговой в цифровую форму, измеряют

напряженность электромагнитного поля, записывают результат в запоминающее устройство, измеряют географические координаты точки измерения, записывают результаты измерения координат в запоминающее устройство.

В процессе перемещения устройства измерения по случайным точкам локальной окрестности с центром в точке А зоны радиодоступа сигналов от ИРИ, несколько раз осуществляют для каждой точки совокупность следующих процедур:

- измеряют напряженность электромагнитного поля в точках выбранного локального участка, ограниченного окружностью, и записывают данные в запоминающее устройство;

- точку с наибольшим значением напряженности принимают за центр нового локального участка, ограниченного окружностью с таким же радиусом, и далее таким же образом определяют необходимые последующие участки, записывают данные напряженности и географические координаты;

- соединяют последовательно найденные центры локальных участков и определяют направление на ИРИ.

Пусть А - текущая точка физически доступной зоны доступа сигналов ИРИ. Тогда основные шаги метода имеют следующее содержание. Генерируется некоторое фиксированное количество случайных точек $y_1, y_2, \dots, y_n$, равномерно распределенных по окружности радиуса R с центром в точке А; в каждой из этих точек определяются значения напряженности; находится максимальное из определенных значений; соответствующая точка В принимается за следующую текущую точку - центр окружности такого же радиуса. Далее, генерируется некоторое фиксированное количество случайных точек $z_1, z_2, \dots, z_n$, равномерно распределенных по окружности радиуса R с центром в точке В; в каждой из этих точек определяются значения напряженности; находится максимальное из определенных значений напряженностей - соответствующая максимальному напряженности точка С принимается за следующую текущую точку - центр окружности. И так далее.

Другими словами, в зоне физической доступности приборов выполняется шаг в случайном направлении. Если значение напряженности в новом состоянии меньше или равно исходному, т.е. шаг неудачен, то система возвращается в предыдущее состояние, после чего вновь делается шаг в случайном направлении. Если же шаг удачен, то последующий случайный шаг выполняется уже из нового состояния.

За координаты местоположения ИРИ принимаются координаты пересечения направлений на ИРИ, вычисленных по совокупности измеренных значений потенциала поля и географических координат точек измерения, по крайней мере, в двух точках, полученных путем случайного перемещения измерителя в двух окрестностях выбранных точек в доступной зоне перемещения поля ИРИ.

Устройство определения местоположения источника радиоизлучения состоит из приемника с аналого-цифровым преобразователем и антенной, устройства навигации, блока обработки, устройства управления и отображения результатов.

Точность определения местоположения ИРИ не зависит от линейности амплитудно-частотной характеристики приемного тракта. В качестве приемной антенны может быть применена любая антенна, в том числе активная малогабаритная, обеспечивающая прием радиосигнала в данной точке на требуемой частоте.

Как отмечено выше для определения местоположения источника радиоизлучения было предложено большое множество методов, отличающихся друг от друга принципами, приборами и заданием области допустимых значений. Естественно, что каждый из методов обладает своими достоинствами и недостатками. И одним из общих недостатков является направленность методов на поиск одного источника радиоизлучения. Хотя в реальности возможен случай наличия нескольких источников излучения.

Заключение. Определение местоположения источника радиоизлучения, включающий измерение напряженности электромагнитного поля, прием радиосигналов источника радиоизлучения на заданной частоте, преобразование радиосигнала из аналоговой в цифровую форму, отличающийся тем, что измеряют напряженность электромагнитного поля в точках выбранного локального участка, ограниченного окружностью, точку с наибольшим значением напряженности принимают за центр нового локального участка, ограниченного окружностью с таким же радиусом, и далее таким же образом определяют следующие локальные участки, затем соединяют последовательно найденные центры локальных участков и определяют направление на источник радиоизлучения. Новым в разработанным нами методе определения местоположения источников радиоизлучения является реализация возможности поиска ИРИ посредством перемещения измерителя напряженности электромагнитного поля по окрестности физически доступной области приема радиосигналов ИРИ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Журавлев Ю. И. Избранные труды. - М.: Магистр, 1998. - 568 с.
2. Белоцерковский Г.Б. Основы радиолокации и радиолокационный устройства. М.: Советское радио, 1975. – 336 с.
3. Цветков В.В. и др. Радиоэлектронная борьба: Радиоразведка и радиопротиводействие. М: Вузовская книга, 2012. – 248 с.
4. Ерохин Г.А., Чернышев О.В. и др. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. М.: Радио и связь, 1996. – 352 с.
5. Справочник по радиоконтролю международного союза электросвязи. Женева, 2002 г.
6. Александров В.Г. «Метод определения местоположения источника радиоизлучения», патент РФ № 2319169 от 10.03.2008
7. Банди Б. Методы оптимизации. М.: Радио и связь, 1988. - 128 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ РОЕВОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ПОСТРОЕНИЕ БАЗОВОГО РОЕВОГО АЛГОРИТМА

Ниязова К.К.[1], Тусупова Б.Б.[2], Мукашева А.К.[3]
e-mail: [1]k.niyazova@aues.kz, [2]b.tusupova@aues.kz, [3]a.mukasheva@aues.kz
Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева,
Алматы, Казахстан

Аннотация. *В данной статье рассматриваются понятия роевого интеллекта и многоагентных систем. Были изучены основные роевые алгоритмы, такие как муравьиный, пчелиный, алгоритм роя частиц. Рассмотренные алгоритмы можно отнести к основным алгоритмам роевого интеллекта. На основе анализа основных алгоритмов был построен базовый алгоритм, который отражает суть и принципы работы алгоритмов роевого интеллекта.*

В последние годы искусственный интеллект стал одним из перспективных направлений развития информационных технологий. Одним из направлений развития искусственного интеллекта является роевой интеллект (РИ). Точное определение роевого интеллекта еще не было дано, но его можно отнести к виду многоагентных систем. Роевой интеллект – это система, которая состоит из множества агентов, координирующих свои действия на основе децентрализованного управления и самоорганизации. В частности, роевой интеллект изучает коллективное поведение агентов системы. Идеи поведения исходят от поведения социальных животных и насекомых в природе. Например, существуют такие алгоритмы, как пчелиный, муравьиный, алгоритм стаи серых волков и т. д.

Системы на основе роевого интеллекта можно отнести к многоагентным системам ввиду наличия в данной системе «роя» агентов. Например, Интернет может быть наиболее ярким примером такой системы. Несмотря на большие расстояния между компьютерами они становятся более тесно связанными друг с другом, но при этом контроль над ними становится все менее централизованным. Поэтому компоненты такой сети ведут себя больше, как агенты, а не как части системы. В многоагентной системе агенты не обладают полной информацией и достаточно ограничены в своих возможностях, а данные, которые необходимо обработать, распределены и децентрализованы [1]. В то время как традиционное направление искусственного интеллекта сконцентрировано на изучении интеллекта, в многоагентных системах отдельное внимание уделяется взаимодействию агентов. Взаимодействие может быть как прямым, так и косвенным, то есть через среду, в которую агенты встроены. Они должны координировать свои действия, учитывая зависимости между ними.

Так как многоагентные системы состоят из множества агентов, то необходимо изучить само понятие «агент». На самом деле, как и в случае с термином «роевой интеллект», строго определения данного понятия нет. Агенты – автономные сущности, являющиеся, по сути, программами, которые выполняются на

вычислительных устройствах. Они работают в быстро меняющихся, непредсказуемых или открытых средах [1].

Рой – это множество неорганизованно движущихся объектов. Например, рой насекомых, птиц или рыб. В контексте роевого интеллекта рой представлен множеством агентов. Ранее уже было отмечено, что в основе роевого интеллекта лежит поведение насекомых и животных в природе. Таким образом, каждый агент роя должен быть активным, подвижным и простым. В рое каждый член не выполняет все задачи, а специализируется на нескольких определенных видах в зависимости от своих характеристик [2]. Сложность поведения роя не отображает должным образом простоту поведения отдельно взятого агента. Для множества социальных животных и насекомых понятие «коллективность» заложена генетически, однако многие аспекты их деятельности само организованы. Во взаимодействии со средой агент имеет не полный, а частичный контроль над ней, что позволяет влиять на нее посредством определенных действий.

На рисунке 1 показано простейшее взаимодействие агента со средой.

Рис. 1 Взаимодействие агента со средой

В коллективном поведении можно выделить четыре основных компонента [3]:

- координация – пространственно-временное распределение агентов для решения подзадач;
- кооперация – объединение агентов для решения сложной задачи;
- обсуждение – выбор наилучшего из нескольких вариантов решения задачи;
- сотрудничество – выполнение различных задач группами агентов, объединенных схожими функциями или характеристиками.

К алгоритмам, основанным на поведении животных и насекомых, можно отнести: муравьиный, пчелиный, алгоритм светлячков, вороний алгоритм, алгоритм стаи серых волков и т. д.

Муравьиный алгоритм

Муравьиный алгоритм (Ant Colony Optimization) был предложен бельгийским исследователем Марко Дориго. Алгоритм может быть применен в решении задач коммивояжера, о назначениях, задачи календарного планирования и т. п.

В основе данного алгоритма лежит поведение муравьев, известных тем, что могут найти кратчайший путь от колонии до источника пищи. При прокладывании маршрута муравьи выделяют специальное вещество – феромоны. Как правило, на кратчайших маршрутах количество феромонов больше, так как вероятность выбора данного маршрута другими муравьями повышается [4]. Таким образом, вероятность

выбора маршрута зависит от того, сколько насекомых уже воспользовалось этим маршрутом к данному моменту времени, и описывается уравнением (1):

$$P = \frac{\tau_{ij}^{\alpha} \cdot \eta_{ij}^{\beta}}{\sum_{i=1}^{k} \tau_{ij}^{\alpha} \cdot \eta_{ij}^{\beta}}, \quad (1)$$

где τ_{ij} – интенсивность феромона на ребре между узлами i и j;

$\eta_{ij} = \frac{1}{d_{ij}}$ – величина, обратная длине ребра (d_{ij});

α – вес феромона;

β – коэффициент эвристики.

Параметры α и β регулируемые и определяют зависимость между интенсивностью феромонов и весом ребра.

Пройдя по какому-либо ребру, муравей обновляет концентрацию феромонов на нем (2):

$$\tau_{ij} = \rho \cdot \tau_{ij} + \sum_{i=1}^{k} \Delta \tau_{ij}^{k}, \quad (2)$$

где ρ – коэффициент испарения феромона;

$\Delta \tau_{ij}^{k}$ – количество феромона, оставленное k-тым муравьем.

Данный параметр вычисляется по формуле (3):

$$\Delta \tau_{ij}^{k} = \frac{Q}{D_k}, \quad (3)$$

где Q – константа,

D_k – длина ребра.

В общем виде муравьиный алгоритм может бать представлен в следующем виде:

Шаг 1. Инициализация агента (муравья).

Шаг 2. Поиск решения (пути).

Шаг 3. Добавление посещенного узла в список табу.

Шаг 4. Обновление феромонов.

Шаг 5. Выход.

Пчелиный алгоритм

Пчелиный алгоритм (Artificial Bee Colony Algorithm) был предложен исследователем Д. Карабога в 2005 году. Алгоритм имитирует поведение пчелиной колонии, которая разведывает пространство вокруг улья с целью поиска источника нектара [5, 6].

В общем виде пчелиный алгоритм можно представить в следующем виде:

Шаг 1. Задать количество пчел-разведчиков S, количество лучших участков n, количество выбранных участков m, размер окрестности d.

Шаг 2. В лучшие участки посылаются пчел N, в выбранные участки посылаются *M* пчел.

Шаг 3. Вычисление целевой функции.

Шаг 4. Проверка условия окончания работы алгоритма, если нет, то п. 3.

Пчелиный рой успешно и эффективно справляется с задачей поиска нектара, так как делится на три категории: рабочие пчелы, пчелы-разведчики и незанятые пчелы. Рабочие пчелы обрабатывают источник нектара, разведчики ищут новые источники и при необходимости могут привлечь незанятых пчел, которые впоследствии становятся рабочими. Условием выхода из алгоритма может быть определенное число итераций либо искомый результат, если такой известен.

Каждую итерацию позиция разведчика в рое меняется по формуле (4):

$$x_{ij} = x_j^{\min} + rand(0,1)(x_j^{\max} - x_j^{\min}), \tag{4}$$

где $x_j^{\min}$ и $x_j^{\max}$ – нижняя и верхняя границы позиций пчелы;

3

$rand(0,1)$ – случайное число на отрезке [0, 1].

Существует вероятность, решение будет выбрано пчелой, и она выражается формулой (5):

$$p_i = \frac{f(x_i)}{\sum_s f(x_s)}, \tag{5}$$

где *s* – число источников нектара.

Данный алгоритм может быть использован в решениях задач оптимизации, так как в сравнении с другими алгоритмами показывает наилучшие результаты.

Алгоритм роя частиц

Алгоритм роя частиц (Particle Swarm Optimization) был разработан в 1995 году Д. Кеннеди и Р. Эберхартом и имитирует поведение стаи птиц или косяка рыб.

Несмотря на то, что во многих стаях птиц нет вожака или лидера, их движение остается скоординированным за счет того, что каждая птица координирует свое положение согласно положению своих сородичей.

У каждого агента в рое частиц есть свое положение в пространстве и скорость. Эти параметры задаются случайным образом. Помимо этого, агент хранит координаты лучшей индивидуально найденной точки и глобальной лучшей точки (то есть найденной всеми агентами). На каждой итерации скорость агента изменяется по формуле (6) [4, 6]:

$$v_i = v_i \cdot \omega \cdot a_1 \cdot rand(0,1) \cdot (pbest - x_i) + a_2 \cdot rand(0,1) \cdot (gbest - x_i), \tag{6}$$

где ω – коэффициент инерции;

a_1, a_2 – постоянные ускорения;

$pbest$ – лучшая индивидуально найденная точка;

$gbest$ – глобальная лучшая точка;

x_i – текущее положение агента.

Алгоритм роя частиц может быть описан следующим образом:

Шаг 1. Распределить агентов (частицы) в пространстве случайным образом.

Шаг 2. Вычислить значение целевой функции и определить лучшую найденную точку и лучшую глобальную точку.

Шаг 3. Переместить частицу.

Шаг 4. Проверка условия выхода из алгоритма, если нет, то п. 2.

Рассмотренные в предыдущих пунктах алгоритмы являются основными алгоритмами роевого интеллекта и показывают хорошие результаты в решении оптимизационных задач, имеют достаточно хорошую скорость работы. Несмотря на схожесть, обусловленную их происхождением, данные алгоритмы отличаются как областями практического применения, так и перспективами развития. Сравнение алгоритмов представлено в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение роевых алгоритмов

Алгоритм	**Применение**	**Преимущества**	**Недостатки**	**Известные модификации**
Пчелиный алгоритм	Задача раскраски графа, задачи оптимизации	Меньшее время работы алгоритма, возможность распараллеливания, динамическое разделение пространства на области	Большое число настроечных параметров	алгоритм с модифицированным локальным поиском, комбинаторная версия, ал
Муравьиный алгоритм	Задача коммивояжера, расчет компьютерных и телекоммуникационных сетей, задача календарного планирования	Работают лучше, чем генетические алгоритмы, используется память всей колонии, адаптируются к изменениям, применяются ко множеству разных задач	Зависят от настроечных параметров, значение которых определяется экспериментальным образом	Элитарная муравьиная система, Max-Min муравьиная система, Ранговая муравьиная система
Алгоритм роя частиц	Задача оптимизации, задачи машинного обучения, биоинженерия	Низкая сложность алгоритма, простота реализации, возможность включения в него методов других алгоритмов,	Невысокая точность вычислений, зависимость от выбранных значений коэффициентов	Алгоритм с зажимом скорости, алгоритмом с учетом инерции, алгоритм с коэффициентом сжатия, алгоритм с коэффициентами ускорения

Таким образом, можно выделить единый базовый алгоритм среди алгоритмов роевого интеллекта. Блок-схема представлена на рисунке 2.

Рис. 2 Блок-схема базового алгоритма роевого интеллекта

ЛИТЕРАТУРА

1. *Wooldridge, Michael*. An Introduction to MultiAgent Systems / Michael Wooldridge. – 2nd ed. – John Wiley & Sons, 2009. – 462 с.

2. *Yang, X.S*. Nature-Inspired Metaheuristic Algorithms. – Luniver Press, UK, 2020. – 427 с.

3. *Bonabeau, Eric; Dorigo, Marco; Theraulaz, Guy*. Swarm intelligence. From Natural to Artificial Systems. – Oxford University Press, 1999. – 320 с.

4. *Slowik, Adam*. Swarm Intelligence Algorithms. Modifications and Applications. – CRC Press, Taylor&Francis Group, 2021. – 379 с.

5. *Bijaya Ketan Panigrahi, Yuhui Shi, Meng-Hiot Lim*. Handbook of Swarm Intelligence Concepts, Principles and Applications. – Springer, 2011. – 556 с.

6. *Schumann, Andrew*. Swarm Intelligence. From Social Bacteria to Humans. – CRC Press, Taylor&Francis Group, 2021. – 191 с.

ОБЗОР МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ПОМОЩИ IOT-УСТРОЙСТВ

Байғараева Ж.Е., Резник Б.Е., Амирханова Г.А., Мансурова М.Е.

e-mail: zhanel.baigarayeva@gmail.com; boris_resnik@web.de; gulshat.aa@gmail.com; mansurova.madina@gmail.com

КазНУ имени аль-Фараби, Казахстан, Берлинская высшая школа техники им.Бойт

Аннотация

Статья посвящена обзору методов классификации транспортных средств, различным областям применения. По сути, в существующих методах транспортные средства классифицируются локально по мере прохождения транспортного средства через зону мониторинга с помощью стационарных датчиков или с использованием комплексного метода. В этой статье представлено всестороннее исследование современного состояния методов классификации на базе IoT-устройств.

Ключевые слова: *IoT-устройства, классификация, нейронные сети, интеллектуальные транспортные системы, транспортные средства (ТС).*

Классификация транспортных средств является одним из основных компонентов систем мониторинга дорожного движения. Он играет решающую роль в транспортном планировании и организации дорожного движения. Например, организации по безопасности очень заинтересованы в определении пропускной способности и геометрического дизайна автострад и обслуживании дорожного покрытия в соответствии с типами транспортных средств, номерами и так далее. В ITS различные приложения, такие как автоматизированные парковочные системы [1], [2], мониторинг состояния конструкций [3], [4], обеспечение безопасности [5] и мониторинг транспортных потоков [6], [7] широко используют ВК. Для обнаружения транспортных средств используются различные методы, такие как зоны мониторинга транзита, пересечение перед стационарными датчиками [8], глобальное покрытие или гибридные методы [9]. Данные, собираемые датчиками и детекторами, охватывают широкий спектр информации, включая скорость, ускорение/замедление, номерной знак, марку и модель, вес и расстояние между осями, а также количество и форма транспортных средств, т.е. высота, ширина и длина.

Недавно было внедрено несколько систем ТС в связи с огромными достижениями в области мягких вычислений, беспроводной связи и сенсорных технологий. Эти методы имеют различные требования и спецификации с точки зрения аппаратных средств и параметров конфигурации, среды развертывания, стоимости, типов датчиков и т.д. Это затрудняет поиск промышленностью и учеными приемлемого решения для своих приложений ТС.

Самым простым методом ТС является ручной подсчет, тем не менее он подвержен ошибкам, трудоемок и отнимает много времени. Методы, основанные на зрении, как наиболее часто используемый и изученный подход к ТС обнаруживают и отслеживают транспортные средства, удаляя визуальные особенности, такие как текстурные узоры, цвета и линии видео [10]. Методы, основанные на зрении, включают несколько этапов, включая сегментацию изображения, PR, извлечение признаков и обучение.

Детектор магнитной петли - это технология, которая определяет длину транспортного средства и использовалась в последние десятилетия для ТС [11]. Двухконтурные детекторы могут измерять скорость целевого транспортного средства [12]. Подобно пневматическим трубчатым детекторам, они плохо работают на дорогах с большим объемом движения, хотя они довольно дешевы и выполняют автоматическую классификацию.

Конфигурация оси и вес транспортного средства определяются пьезоэлектрическими датчиками. Датчики такого типа чувствительны к температуре дорожного покрытия и скорости автомобиля и могут использоваться отдельно или вместе с системами взвешивания в движении (WIM).

Радарные датчики - это обычные инструменты, которые способны классифицировать транспортные средства в соответствии с их размерами, такими как длина, габариты, высота и т.д. [13]. Несмотря на их недостаток для плотного трафика и по сравнению с другими методами ТС, они более устойчивы к изменениям окружающей среды.

Инфракрасные датчики используют отраженный свет транспортного средства для поиска эквивалентного соответствия в базе данных. Изменения окружающей среды оказывают негативное влияние на инфракрасные датчики.

Акустические датчики используют акустические сигнатуры, которые не зависят от скорости, для определения классов транспортных средств [14]. Показано, что система ТС, основанная на системе глобального позиционирования (GPS), является наиболее надежным способом извлечения глобальных параметров движения транспортного средства, в то время как в ней отсутствует информация о физических свойствах транспортного средства. Кроме того, портативные GPS и мобильные устройства

GPS или смартфоны, которые могут предоставлять кинематические характеристики транспортных средств, не являются надежным источником информации для классификации транспортных средств а в режиме реального времени.

Объединение методов, основанных на датчиках фиксированного местоположения, с другими методами, по-видимому, способно предоставить подробную информацию [15]. Например, информация о марке транспортного средства, полученная с помощью методов, основанных на зрении, может помочь получить другие данные, такие как вес и характеристики оси. Кроме того, камера также может извлекать параметры мобильности, такие как скорость, ускорение / замедление, направление в пределах диапазона покрытия [16].

За исключением методов, основанных на GPS, современные подходы к ТС, как правило, имеют локальную сущность, как упоминалось ранее. В качестве двух основных требований для надежной классификации транспортных средств необходим сбор информации о дорожном движении в режиме реального времени вместе с глобальным доступом к данным датчиков. В методах ТС необходимо учитывать мобильность и физические параметры. В этой статье исследуется современное состояние, включая методы реального времени, такие как VANETs, которые могут классифицировать транспортные средства в глобальном режиме. Фургоны состоят из транспортных средств, которые соединены между собой по беспроводной сети и обмениваются информацией о дорожном движении в режиме реального времени.

Существует несколько опросов о системах венчурного капитала, в то время как большинство исследований сосредоточено на системах венчурного капитала, основанных на видении, игнорируя другие подходы к венчурному капиталу. Другие касаются только определенных типов систем ТС. Например, [17] рассматривали только дорожные датчики, такие как детекторы индуктивных контуров, пьезоэлектрические, магнитные датчики, а также пневматические трубки, в то время как [16] рассматривали беспилотные летательные аппараты БПЛА. Букерше и др. [10] представили исследование, в котором основное внимание уделялось методам, основанным на зрении, и классифицировали классификацию транспортных средств на основе распознавания типа транспортного средства (VTR), распознавания марки транспортного средства (VMR), а также распознавания марки и модели транспортного средства (VMMR). В своей работе они исследовали соответствующие модели, методы и приемы. Большинство статей были сосредоточены на традиционных методах ТС. Тем не менее, в некоторых статьях рассматривались методы ТС, связанные с транспортными средствами, посредством использования мобильных устройств, таких как смартфоны или GPS-приемники, неясным образом и с ограниченной точки зрения. В своих исследованиях они почти упустили из виду влияние новаторских технологий автомобильной связи и сенсорных технологий. Джейн и др. [11] в основном рассмотрели традиционные методы ТС в дополнение к методам, основанным на зрении. Они проанализировали различные методы мониторинга трафика и изучили недостатки и слабые места в области безопасности информации. Но в своей статье они не рассматривали широкий спектр методов ТС, включая гибридные, дистанционное зондирование, а также методы, основанные на GPS. В другой исследовательской работе Вон [12] представил обзор современных систем ТС с различных аспектов, исключая известные методы, такие как приемопередатчики LTE, методы на основе GPS, а также связь vehicle-to-everything (V2X). Кроме того, в недавней обзорной статье, хотя исследователи представили возможности VANETs для ТС, в их исследовании отсутствовали некоторые основные методы ТС, охватывающие антенны, WSN, а также радиочастотные приемопередатчики, Wi-Fi и LTE.

Полученные результаты демонстрируют, что доступные методы ТС не могут обеспечить мобильность и физическую информацию о транспортных средствах глобально и в режиме реального времени. Мы твердо убеждены в том, что автомобильные сети являются эффективным решением для обеспечения венчурного капитала глобально и в режиме реального времени. В этой статье исследуются

традиционные, современные, а также глобальные методы, такие как VANETs, которые классифицируют транспортные средства в режиме реального времени. В отличие от всех существующих обзоров и обзорных статей, которые цитируются в этой статье, наш обзор эффективно дополнил недостатки упомянутых статей, собрав все соответствующие методы ТС, начиная от традиционных и заканчивая появляющимися в различных журналах. Стоит отметить, что в представленной статье длина описания значительно варьируется от одного метода ТС к другому. Это связано с тем, что некоторые методы, такие как основанные на зрении, широко используются учеными, в то время как другие, такие как пневматические трубки, пьезоэлектрические датчики, волоконно-оптические датчики, тензодатчики, основанные на GPS, лидары, приемопередатчики Wi-Fi / LTE и инфракрасные / ультразвуковые, редко привлекательны для ТС.

Заключение

В этой статье мы представили распространенные технологии классификации транспортных средств в пяти основных категориях: интрузивный, ненавязчивый, внедорожный, гибридный и ручной подходы. Было осознано, что традиционные методы, такие как дистанционное зондирование, зрение, звук и контактные технологии, составляют большую часть систем ТС. Сравнительно, другие подходы, такие как аэрофотосъемка, основанные на GPS и мультиметодологические, привлекли меньше внимания. Среди всех методов ТС видеоизображения являются наиболее любимым и распространенным решением для исследователей.

Мы исследовали различные подвижные и физические параметры, которые могут быть получены с помощью каждого метода. В отличие от других методов, было указано, что фургоны являются наиболее распространенным подходом, предоставляя всю информацию о физическом состоянии и мобильности транспортного средства.

В этой статье предпринята попытка систематического обзора наиболее часто используемых систем ТС. Мы провели всестороннее исследование различных методов мягких вычислений в литературе для ТС. Эти методы, содержащие алгоритмы ML и NN, а также функции и модели, могут значительно повысить производительность ТС.

Литература

1. S. Y. Jo, N. Ahn, Y. Lee, and S.-J. Kang, “Transfer learning-based vehicle classification,” in Proc. Int. SoC Design Conf. (ISOCC), Nov. 2018, pp. 127–128.

2. Z. Pu, R. Ke, Y. Zhuang, and Y. H. Wang, “A smart efficient and reli- able parking surveillance system with edge artificial intelligence on IoT devices,” IEEE Trans. Intell. Transp. Syst., early access, Apr. 8, 2020, doi: 10.1109/TITS.2020.2984197.

3. H. Shokravi and N. Bakhary, “Comparative analysis of different weight matrices in subspace system identification for structural health monitoring,” IOP Conf. Series Mater. Sci. Eng., vol. 271, Aug. 2017, Art. no. 12092.

4. H. Shokravi, H. Shokravi, N. Bakhary, S. S. R. Koloor, and M. Petru, “Health monitoring of civil infrastructures by subspace system iden- tification method: An overview,” Appl. Sci., vol. 10, no. 8, p. 2786, 2020.

5. H. Shokravi, H. Shokravi, N. Bakhary, S. S. R. Koloor, and M. Petru, “A

comparative study of the data-driven stochastic subspace methods for health monitoring of structures: A bridge case study," Appl. Sci., vol. 10, no. 9, p. 3132, 2020.

6. H. Shokravi, H. Shokravi, N. Bakhary, M. Heidarrezaei, S. S. R. Koloor, and M. Petru, "Vehicle-assisted techniques for health monitoring of bridges," Sensors, vol. 20, no. 12, p. 3460, 2020.

7. H. Shokravi, H. Shokravi, N. Bakhary, M. Heidarrezaei, S. S. R. Koloor, and M. Petru, "Application of the subspace-based methods in health monitoring of the civil structures: A systematic review and meta-analysis," Appl. Sci., vol. 10, no. 10, p. 3607, 2020.

8. M. T. Tamam, W. Dwiono, and R. J. P. Safian, "Design a prototype of the application system of classification and calculating motor vehicles on highway," IOP Conf. Series Mater. Sci. Eng., vol. 771, Mar. 2020, Art. no. 12002.

9. B. Sliwa, N. Piatkowski, and C. Wietfeld, "The channel as a traffic sensor: Vehicle detection and classification based on radio finger- printing," IEEE Internet Things J., vol. 7, no. 8, pp. 7392–7406, Aug. 2020.

10. M. Won, "Intelligent traffic monitoring systems for vehicle classifi- cation: A survey," IEEE Access, vol. 8, pp. 73340–73358, 2020.

11. C.-W. Kim, K. C. Chang, P. J. McGetrick, S. Inoue, and S. Hasegawa, "Utilizing moving vehicles as sensors for bridge con- dition screening—A laboratory verification," Sens. Mater., vol. 29, no. 2, pp. 153–163, Jan. 2018.

12. R. Velazquez-Pupo et al., "Vehicle detection with occlusion handling, tracking, and OC-SVM classification: A high performance vision- based system," Sensors, vol. 18, no. 2, p. 374, 2018.

13. N. Siddiqui and M. S. Husain, "CTS: A credit-based threshold system to minimize the dissemination of faulty data in vehicular adhoc networks," Control Theory Appl., vol. 9, no. 17, pp. 8499–8508, 2018.

14. Q. Ji, B. Jin, Y. Cui, and F. Zhang, "Using mobile signaling data to classify vehicles on highways in real time," in Proc. 18th IEEE Int. Conf. Mobile Data Manag. (MDM), 2018, pp. 174–179.

15. M. Simoncini, L. Taccari, F. Sambo, L. Bravi, S. Salti, and A. Lori, "Vehicle classification from low-frequency GPS data with recur- rent neural networks," Transp. Res. C, Emerg. Technol., vol. 91, pp. 176–191, Jun. 2018.

16. L. Yan, M. Fraser, A. W. Elgamal, T. Fountain, and K. Oliver, "Neural networks and principal components analysis for strain-based vehicle classification," Comput. Civil Eng., vol. 22, no. 2, pp. 123–132, 2018.

17. S. Rajab, M. O. A. Kalaa, and H. Refai, "Classification and speed estimation of vehicles via tire detection using single-element piezo- electric sensor," J. Adv. Transp., vol. 50, no. 7, pp. 1366–1385, 2018.National Center for Biotechnology Information - National Library of Medicine - National Institutes of Health, PubMed. available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed.

ПРИМЕНЕНИЕ КОНВОЛЮЦИОННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВЫЯВЛЕНИЯ COVID-19

Амирханова Г.А., Кайыпжан М. Б., Жалгас А.Н.

e-mail: merruyertk@gmail.com

[1]*Институт информационных и вычислительных технологий,*

[2]*КазНУ им аль-Фараби*

Аннотация. *Эпидемия КОВИД-19 по-прежнему оказывает глобальное катастрофическое воздействие на здоровье населения планеты и благосостояние общества. На сегодняшний день в мире зарегистрировано более 616 миллионов подтвержденных случаев заболевания. Своевременная и точная классификация инфицированных и здоровых пациентов важна для мониторинга и лечения в связи с растущим числом подтвержденных случаев заболевания и проблемами, связанными с мутациями COVID-19. Наша цель - разработать систему на основе глубокого обучения для надежной классификации и обнаружения инфекции с помощью компьютерной томографии. Во-первых, мы оцениваем производительность сверточных нейронных сетей (CNN). Во-вторых, мы разрабатываем систему и обучаем ее. В этих случаях для валидации и обучения используется общедоступный набор данных.*

Ключевые слова*: COVID-19, детектирование обработка изображений расширение данных глубокое обучение, CNN, рентгеновские снимки, изображения КТ*

Введение

Коронавирус (COVID-19) - это инфекционное заболевание, которое началось в конце 2019 года и распространилось по всему миру. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) объявила COVID-19 пандемией, и он продолжает оказывать катастрофическое влияние на здоровье и благополучие людей во всем мире. Важнейшим шагом в борьбе с COVID-19 является разработка эффективной системы классификации, чтобы пациенты могли получать оперативную медицинскую помощь, лечение и контролировать передачу инфекции.

На протяжении всего этого времени ученые и исследователи пытались разработать надежные системы классификации и скрининговые инструменты. Стандартный инструмент скрининга - тест RT-PCR на COVID-19 - имеет ограничения: это сложный процесс, который занимает много времени для идентификации вируса [1,2].

Tao et al. [1] выявили, что при диагностике COVID-19 по рентгенограмме грудной клетки, КТ грудной клетки имеет более высокую чувствительность для диагностики COVID-19, чем RT-PCR для COVID-19.

CNN были широко изучены с точки зрения классификации и обнаружения COVID-19, превзойдя предыдущие методы распознавания изображений.

Глубокое обучение отличается от машинного обучения тем, что оно работает на основе искусственной нейронной сети, которая точно представляет человеческий

мозг. Эта же сеть позволяет машинам анализировать данные так же, как это делают люди. Такие машины глубокого обучения не обязаны действовать в соответствии с инструкциями программистов.

Глубокое обучение стало возможным благодаря огромным объемам данных, которые мы создаем и потребляем ежедневно. Каждая модель глубокого обучения широко использует данные для облегчения их обработки.

Основной целью данной работы является определение наиболее эффективного подхода к выявлению аномалий, которые могут быть индикаторами пневмонии или covid19 на рентгеновских снимках грудной клетки. Для этого необходимо решить следующие задачи:

1) Изучение существующих методов глубокого машинного обучения и применение их к медицинским проблемам;

2) Возможность идентификации инфекции Covid19 по рентгеновским снимкам грудной клетки, учитывая высокую схожесть изображений с изображениями пациентов с пневмонией;

3) Анализ решения о комбинациях различных методов глубокого обучения, дающих более эффективную модель идентификации Covid19;

4) Оценка эффективности классификаторов машинного обучения для лучшей идентификации Covid19;

5) Предложение лучшего набора классификаторов машинного обучения для более эффективной идентификации Covid19.

Рис. 1.Рентгеновские снимки грудной клетки: (A) норма; (B) COVID-19 положительный; (C) вирусная пневмония

Рис 2 Схема последовательности процесса

Основная часть

В данном разделе перечислены несколько методов для анализа идентификации, изображений и принятия решений. Deep Learning (DL) [3], который успешно получил многообещающие точные результаты исследований в различных областях [4,5,6]. На тему идентификации вируса COVID-19 на изображениях КТ были представлены статьи авторов Xu et al. [7], Gomez et al. [8], Li et al. [9], Shi et al. [10], в которых обсуждалось, что вирус COVID-19 имеет свои индивидуальные особенности в отличие от других форм пневмонии.

Основной целью разработки системы был автоматизированный скрининг компьютерной томографии COVID-19, пневмонии и здоровых случаев. В этих исследованиях было использовано более 600 компьютерных томограмм и получена точность 89,7%.

Их методы включают: 1) предварительную обработку изображения, 2) сегментацию участков с помощью объемной сети (V-Net) [11]. V-Net основана на сегментации модели, обученной для лечения легочного туберкулеза V-Net-IR-RAN [12]. Далее происходит классификация участков изображения на COVID-19, пневмонии и нормальных изображений с использованием ResNet.

Метод автоматизированной сегментации и количественной оценки вируса COVID-19 в компьютерной томографии был предложен Shan et al. [13]. Для облегчения ручного анализа границ обрабатываемых изображений была внедрена технология "Human-In-The-Loop" (HITL). Данные состояли из 549 КТ-изображений. Это позволяет создавать обучающие наборы с входом для ML-систем, работающих в инфицированных COVID-19 областях, и усиливать их до максимальной стадии автоматической сегментации. Этот механизм позволяет радиологам улучшить аннотацию путем повторения измерений в этих областях с использованием автоматического контурирования.

При использовании ручного и автоматического подходов к сегментации предложенная модель обеспечила точность классификации около 91,6%. Для всего легкого в валидационном наборе данных средний уровень ошибки заражения составил 0,3%. Ручная сортировка часто занимает от 1 до 5 часов, а предложенная

модель значительно сокращает время классификации до четырех минут после трехкратного повторения обновления модели.

Инфекции легких более четко видны на компьютерных томограммах, чем на рентгеновских снимках грудной клетки[14].

Большинство исследований достигли многообещающей точности, приняв архитектуру на основе ИИ для разработки диагностических инструментов COVID-19. Поэтому важно отметить, что набор данных COVID-19 продолжает увеличиваться по мере роста числа новых случаев заболевания, которые регулярно становятся общедоступными.

Сразу после публикации предполагаемых данных о КОВИД-19 были разработаны некоторые автоматизированные диагностические системы, использующие рентгеновские изображения грудной клетки [15,16].

Под названием COVID-19 архитектура DL была предоставлена автором Wang и др. [17] Мы использовали общедоступный набор данных рентгеновских снимков пневмонии и общедоступный набор данных COVID-19. Этот набор данных состоит из 5 941 изображения 2 839 пациентов. Здесь классификация разделена на четыре типа: норма (здоровье), бактериальная инфекция (пневмония), вирусная инфекция COVID-19 и вирусная инфекция, не связанная с COVID-19.

Авторы используют принципы проектирования остаточной архитектуры He et al. [18], генеративный синтез Wong et al. [19] машинную стратегию для разработки окончательной топологии сети COVID-Net, обеспечивая глобальную точность тестирования до 83,5%. Но этот результат был получен при включении данных из небольшой выборки, состоящей всего из десяти случаев COVID-19.

Материалы и методы

Основной целью данной исследовательской работы является оценка эффективности автоматического обнаружения COVID-19 на изображениях КТ с использованием эмпирических методов оценки для улучшения классификации.

Соответствующие задачи данного исследования определены следующим образом: Разработать надежную схему классификации COVID-19 по рентгеновским изображениям грудной клетки.

Классифицировать рентгеновские изображения грудной клетки с помощью предложенной CNN и 3 предварительно обученных моделей.

Оценить и сравнить производительность моделей с помощью метрик производительности.

Оригинальное хранилище данных Cohen et al. [20] для сбора изображений COVID-19. Набор рентгеновских изображений, собранных Коэном и другими [22]. Набор данных содержит 296 изображений с 83 женскими и 175 мужскими положительными случаями COVID-19. В этом наборе данных не вся информация о пациенте снабжена полными метаданными. Далее, для классификации COVID-19 и пневмонии были получены рентгеновские изображения бактериальной пневмонии, полученные Kermany et al. [22].

Таким образом, в собранных данных, показанных на рис. 3, можно наблюдать несбалансированные данные, которые могут дать неверные результаты классификации. Поэтому все изображения были просмотрены вручную и удалены

переэкспонированные и недоэкспонированные изображения. Наконец, 140 изображений из каждой категории были отобраны для наших экспериментов.

CNN являются наиболее изученными алгоритмами машинного обучения (ML) для диагностики медицинских поражений по изображениям [23]. Это обосновано тем, что CNN сохраняют сложные характеристики при сканировании входных изображений. Как упоминалось выше, пространственные отношения имеют первостепенное значение в радиологии, например, как кость соединяется с мышцей или где стандартная легочная ткань взаимодействует с инфицированными клетками. Архитектура системы показана на рис. 4.

Рис. 3 Изменения в распределении рентгеновских снимков грудной клетки

Рис. 4 Извлечение характеристик из входного изображения выполняется с помощью слоев свертки, объединения, а затем классифицируется полностью связанным слоем

Слой свертки является базовым слоем CNN. Он отвечает за определение характеристик шаблона. В этом слое входное изображение пропускается через фильтр (ядро). Этот слой применяет несколько ядер, которые скользят по изображению, чтобы извлечь низкоуровневые и высокоуровневые характеристики детали. Во время "скольжения" ядро перемножает значения пикселей между собой, а затем суммирует их по формуле, приведенной ниже. Ядро представляет собой матрицу 3 × 3 или 5 × 5,

которая должна быть преобразована с помощью матрицы входного образца. Параметр step - это количество шагов, которые необходимо пройти по входной матрице.

Пандемия COVID-19 остается серьезной угрозой, вызвавшей хаос во всем мире. Эта эпидемия продолжает представлять угрозу для здоровья населения во всем мире в различных аспектах, включая смертность. Раннее выявление COVID-19 у пациента может снизить смертность и спасти жизнь. В данном исследовании мы представили DL-методологию для классификации и обнаружения случаев COVID-19 по рентгеновским изображениям.

Вторым слоем после конволюционного слоя является слой слияния. Слой слияния обычно применяется к созданным картам признаков для уменьшения количества карт признаков и параметров сети путем применения соответствующих математических расчетов. В данной работе используются максимальное объединение и глобальное среднее объединение. Процесс максимального объединения выбирает только максимальное значение, используя размер матрицы, указанный в каждой карте объектов, что приводит к уменьшению количества выходных нейронов. Существует также слой глобального среднего пула, который используется только перед слоем полного пула, сокращая данные до одного измерения. Слой глобального среднего пула подключен к слою полного объединения.

Полный слой - это последний и самый важный слой CNN. Этот слой функционирует как многослойный перцептрон. Входом для слоя полного тела является выход последнего объединенного или конволюционного слоя, который сглаживается и затем передается в слой полного тела.

Заключение

Ранняя диагностика пациентов с COVID-19 важна для предотвращения распространения заболевания среди других людей. В данной статье представлен подход глубокого обучения на основе CNN с использованием трансфертного обучения для отличия пациентов с COVID-19 (вирусной пневмонией) от пациентов с бактериальной пневмонией и здоровых пациентов.

Кроме того, будущую работу можно разделить на две части; первая часть предполагает разработку системы классификации, которая будет классифицировать похожие инфекционные заболевания, такие как атипичная пневмония и бактериальная пневмония, используя рентгеновские изображения, а вторая часть предполагает обучение DL-моделей на сгенерированном наборе данных с помощью генеративной состязательной сети. Более надежные модели могут быть разработаны с использованием набора данных из нескольких источников.

Литература

1. Wang W, Xu Y, Gao R, Lu R, Han K, Wu G, et al. Detection of SARS-CoV-2 in different types of clinical specimens. Jama. 2020;. pmid:32159775 - https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2762997 (12.07.22).

2. Liu Y, Whitfield C, Zhang T, Hauser A, Reynolds T, Anwar M. Monitoring COVID-19 Pandemic through the Lens of Social Media using Natural Language Processing

and Machine Learning. Health Information Science and Systems. 2021;9. pmid:34188896 - https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.2020200642 (12.07.22).

3. LeCun Y, Bengio Y, Hinton G. Deep learning. nature. 2015;521(7553):436–444. pmid:26017442 - https://link.springer.com/article/10.1007/s13755-021-00158-4 (12.07.22).

4. Supriya S, Siuly S, Wang H, Zhang Y. Automated epilepsy detection techniques from electroencephalogram signals: a review study. Health Information Science and Systems. - https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa2002032 (12.07.22).

5. Sarki R, Ahmed K, Wang H, Zhang Y. Automated detection of mild and multi-class diabetic eye diseases using deep learning. Health Information Science and Systems. https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0262052 (13.07.22).

6. Sarki R, Ahmed K, Wang H, Zhang Y. Automatic Detection of Diabetic Eye Disease Through Deep Learning Using Fundus Images: A Survey. IEEE Access. - https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0262052 (13.07.22).

7. Xu X, Jiang X, Ma C, Du P, Li X, Lv S, et al. A deep learning system to screen novel coronavirus disease 2019 pneumonia. Engineering. 2020;6(10):1122–1129. pmid:32837749- https://link.springer.com/article/10.1007/s10044-021-00984-y (15.07.22).

8. Gozes O, Frid-Adar M, Greenspan H, Browning PD, Zhang H, Ji W, et al. Rapid ai development cycle for the coronavirus (covid-19) pandemic: Initial results for automated detection & patient monitoring using deep learning ct image analysis. arXiv preprint arXiv:200305037. 2020.- https://www.nature.com/articles/s41598-020-76550-z (15.07.22).

9. Li L, Qin L, Xu Z, Yin Y, Wang X, Kong B, et al. Artificial intelligence distinguishes COVID-19 from community acquired pneumonia on chest CT. Radiology. - https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S001048252030162 (12.08.22).

10. Shi F, Xia L, Shan F, Wu D, Wei Y, Yuan H, et al. Large-scale screening of covid-19 from community acquired pneumonia using infection size-aware classification. - https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2021.652669/full (12.08.22)

11. 11 Milletari F, Navab N, Ahmadi SA. V-net: Fully convolutional neural networks for volumetric medical image segmentation. In: 2016 Fourth International Conference on 3D Vision (3DV). IEEE; 2016. p. 565–571. - https://www.nature.com/articles/nature14539 (16.08.22)

12. Li X, Zhou Y, Du P, Lang G, Xu M, Wu W. A deep learning system that generates quantitative CT reports for diagnosing pulmonary tuberculosis. Applied Intelligence.- https://link.springer.com/article/10.1007/s13755-020-00125-5 (16.09.22)

13. Shan F, Gao Y, Wang J, Shi W, Shi N, Han M, et al. Lung infection quantification of covid-19 in ct images with deep learning. arXiv preprint arXiv:200304655. 2020;.- https://www.nature.com/articles/nature14539 (17.09.22)

14. Ng MY, Lee EY, Yang J, Yang F, Li X, Wang H, et al. Imaging profile of the COVID-19 infection: radiologic findings and literature review.- https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0262052#references (12.08.22)

15. Li X, Zhu D. Covid-xpert: An ai powered population screening of covid-19 cases using chest radiography images. arXiv preprint arXiv:200403042. 2020;.

16. Minaee S, Kafieh R, Sonka M, Yazdani S, Soufi GJ. Deep-covid: Predicting covid-19 from chest x-ray images using deep transfer learning. Medical image analysis. 2020;65:101794. pmid:32781377

17. Wang L, Lin ZQ, Wong A. Covid-net: A tailored deep convolutional neural network design for detection of covid-19 cases from chest x-ray images. Scientific Reports. 2020;10(1):1–12. pmid:33177550

18. He K, Zhang X, Ren S, Sun J. Deep residual learning for image recognition. In: Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition; 2016. p. 770–778.

19. Wong A, Shafiee MJ, Chwyl B, Li F. Ferminets: Learning generative machines to generate efficient neural networks via generative synthesis. arXiv preprint arXiv:180905989. 2018;.

20. Cohen JP, Morrison P, Dao L, Roth K, Duong TQ, Ghassemi M. COVID-19 Image Data Collection: Prospective Predictions Are the Future. arXiv 200611988. 2020;.

21. Cohen JP, Morrison P, Dao L. COVID-19 Image Data Collection. arXiv 200311597. 2020;.

22. Kermany DS, Goldbaum M, Cai W, Valentim CC, Liang H, Baxter SL, et al. Identifying medical diagnoses and treatable diseases by image-based deep learning. Cell. 2018;172(5):1122–1131. pmid:29474911

23. Litjens G, Kooi T, Bejnordi BE, Setio AAA, Ciompi F, Ghafoorian M, et al. A survey on deep learning in medical image analysis. Medical image analysis. 2017;42:60–88. pmid:28778026

РАЗРАБОТКА ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ СОСТОЯНИЯХ ПОЛЯРИЗАЦИИ

[1,2]Piotr Kisala, [1,3]Калижанова А.У., [1]Кунелбаев М.,
[1,4]Козбакова А.Х., [1,5]Айткулов Ж.С.,
kalizhanova_aliya@mail.ru, murat7508@yandex.kz, ainur79@mail.ru, jalau@mail.ru
[1]Институт информационных и вычислительных технологий КН МНВО РК
[2]Lublin Technical University, Poland
[3]Алматинский университет энергетики и связи имени Г. Даукеева, Казахстан
[4]Алматинский технологический университет, Казахстан
[5]Казахский национальный женский педагогический университет, Казахстан,

Аннотация: *В данной работе предлагается метод обнаружения незначительных изменений показателя преломления в условиях неизвестного состояния поляризации. Незначительная модификация структуры наклонной волоконной брэгговской решетки (TFBG- tilted fiber Bragg grating) и выбор соответствующей области спектра позволяет точно отслеживать изменения показателя преломления. Также было доказано, что метод можно легко сделать нечувствительным к температуре и что можно значительно снизить чувствительность к изменениям плоскости поляризации входного света, что имеет решающее значение для последующих практических приложений. Для калибровки датчика использовали аналиты в виде водного раствора глюкозы. Предлагаемый метод, основанный на перпендикулярно наклонной волоконной решетке Брэгга (P-TFBG, perpendicular tilted fiber Bragg grating), обладает широким диапазоном универсальности, поскольку его развитие и небольшая модификация позволят обнаруживать глюкозу, патогены и вирусы.*

Ключевые слова: фотонный датчик; измерение показателя преломления; наклонные волоконные брэгговские решетки.

1. ВВЕДЕНИЕ

Оптические методы приобретают все большее значение в детектировании многих физических и химических величин [1,2]. Это, несомненно, связано с динамичным развитием оптических методов [3–5], которые включают в себя такие особенности, как спектроскопия и методы визуализации. Среди многих наиболее перспективными кажутся методы микроскопии высокого разрешения [6,7], поверхностный плазмонный резонанс [8–10], инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье [11], спектроскопия в ближней инфракрасной области [12],

световое излучение, вызванное методами электронной релаксации (флуоресценция) [13–16] и рамановской спектроскопии [17,18].

Достижения в области миниатюризации источников света, таких как суперлюминесцентные диоды (SLED) или перестраиваемые лазеры, позволяют создавать компактные фотонные измерительные системы и разрабатывать новые методы измерения. Инструменты на основе фотоники становятся все более популярными в фотонике, особенно в области обнаружения патогенов [19]. Очень многообещающие методы обнаружения включают использование фотонных периодических структур, расположенных в сердцевине оптического волокна. Простейшими примерами таких фотонных структур являются однородные брэгговские решетки [20].

Первый датчик на модифицированной волоконной брэгговской решетке (FBG- fiber Bragg grating), который напрямую определяет изменения показателя преломления при обнаружении патогенов в слюне пациента, был предложен Samavati. Это высокочувствительный волоконно-оптический датчик FBG, предназначенный для точного обнаружения вируса COVID-19 с возможностью работы в качестве удаленного устройства. Однако это решение требует нанесения дополнительного нанослоя Au в области записи элемента FBG [21]. С другой стороны, в 2020 г. Ф. Эспозито и соавторы предложил метод определения показателя преломления в режиме реального времени при обнаружении вирусов с использованием решеток с большим периодом (ДПРБ- длинно периодные решетки Брэгга) [22]. Это решение требует изготовления ДПРБ в оптическом волокне W-типа с двойной оболочкой. Для обеспечения должной чувствительности необходимо модифицировать наружный диаметр оболочки волокна, что требует дополнительной технологической обработки.

В работе предложено воспользоваться модификацией однородной структуры FBG за счет небольшого наклона ее дифракционных плоскостей, а также выполнения закрутки внутри самой структуры. Таким образом получают так называемые брэгговские решетки с скрученными наклонными волокнами (TTFBG- twisted tilted fiber Bragg gratings). Закручивая структуру всей TTFBG, достигается значительное снижение чувствительности к углу поляризации входного света. Кроме того, этот эффект можно усилить за счет использования двух структур TFBG, повернутых относительно друг друга на определенный угол. Для такой комбинации предлагаем перпендикулярно наклоненную волоконную решетку Брэгга, называемую P-TFBG. Это имеет большое значение в практических приложениях, когда изменение плоскости поляризации света, попадающего в структуру, может варьироваться. Это влияет на оптический спектр света, распространяющегося через такую структуру. В этой статье представлены результаты использования этих новых структур TTFBG и P-TFBG для измерения показателя преломления.

Принцип действия механизма обнаружения FBG и TFBG

Механизм использования FBG в качестве датчика изменений показателя преломления, вызванных (например, патогенами), показан на рисунке 1a. При погружении FBG в аналит возникает отклик в виде брэгговского сдвига длины волны, что обусловлено изменением показателя преломления.

Рис. 1 Сравнение возможности использования FBG и TFBG при регистрации изменения показателя преломления: (a) FBG, (b) TFBG

Традиционная волоконная брэгговская решетка FBG имеет очень низкую чувствительность к изменениям в окружающей среде показателя преломления RI (RI-refractive index), поскольку структура решетки вписана в сердцевину волокна, а оболочка создает дополнительное препятствие/барьер для взаимодействия света, распространяющегося по возмущенной сердцевине FBG, со средой, окружающей внешний край волокна. Поэтому часто используется травление части волокна, чтобы обеспечить лучший доступ аналита к сердцевине волокна. Кроме того, плавиковая кислота (HF- hydrofluoric acid) используется для травления оболочки волокна в месте расположения брэгговской решетки, что усиливает затухание поля, взаимодействующего с окружающей средой волокна. В некоторых приложениях FBG (например, в качестве биосенсоров) определенная часть ядра также должна быть протравлена.

В работе предлагается плавно наклонять дифракционные плоскости периодической брэгговской структуры под определенным углом. Таким образом, заставляем некоторое количество света начать распространяться через оболочку и на самой границе оболочки окружающей среды. Тогда травление оболочки не требуется, так как оболочка сама является носителем света и ее контакт с окружающей средой вызывает преобразование спектрального сигнала оптической периодической структуры.

Значения параметров, определяющих чувствительность новых структур TFBG к поляризации, ведены в табл. 1. В случае существующих решеток TFBG изменение

угла плоскости поляризации от 0° до 90° существенно влияет на скорость распространения света.

Таблица 1 – Список параметров выбранной структуры TTFBG, подтверждающий их пониженную поляризационную чувствительность

α [°]	180		90		45		0	
T [–]	min	max	min	max	min	max	min	max
	0,720	0,740	0,735	0,825	0,635	0,824	0,546	0,895
$\Delta T[-]$	0,0200		0,0900		0,1894		0,3493	
δT [%]	2,78		11,54		23,76		39,03	
K_{α}^{T}[1 / °]	0,0002		0,0010		0,0021		0,00390,895	
$T_{\|0°}[-]$	0,72		0,78		0,7972			

Поля, выделенные зеленым и красным цветом, соответствуют крайним значениям параметров исследуемых структур. Красный цвет обозначает параметры, показывающие наибольшее изменение из-за поворота плоскости поляризации входного света, а зеленый - наиболее благоприятные с точки зрения поляризационной нечувствительности параметры тестируемых структур TTFBG.

Поэтому здесь предлагается дополнительная процедура в виде закручивания дифракционных плоскостей TFBG. С другой стороны, также предложено создание P-TFBG, основанное на вписывании двух наклонных волоконных брэгговских решеток TFBG, закрученных относительно друг друга на определенный угол. Эти два решения позволяют выполнять точные измерения RIU независимо от угла поляризации входного света. Схема P-TFBG (перпендикулярная TFBG) представлена на рисунке 2.

Рис. 2 Структура, состоящая из двух одинаковых TFBG, скрученных друг относительно друга

Для его определения определялись плоскости, перпендикулярные дифракционным картинам TFBG. Поскольку это плоскости с одинаковой пространственной ориентацией по отношению к каждой TFBG, угол между этими

плоскостями также будет равен γ. Идея определения этого угла представлена на рисунке 3.

Рис. 3 Определение угла γ в структуре P-TFBG

На рис. 4 приведены спектральные характеристики структур TFBG и P-TFBG, все с углами θ = 5°, измеренные на воздухе без контакта с водным раствором. Мы выполнили измерения для трех состояний поляризации S, P и S|P. Было очевидно сильное изменение отклика спектра на изменение поляризации. Чтобы проиллюстрировать этот эффект, представляем выбранный участок спектра на вставке к рисунку 4.

Рис. 4 Спектральные характеристики, измеренные в растворе для трех состояний поляризации входного света системы (a) TFBG, (b) P-TFBG

Для сравнения на рис. 4 собраны аналогичные характеристики, но уже полученные из измерений, в которых структуры TFBG и P-TFBG были погружены в водный раствор глюкозы, показатель преломления которого составлял 1,3471.

В работе представлены структуры наклонных волоконных брэгговских решеток, которые образуются за счет скручивания оптического волокна в процессе записи УФ-светом. Скручивание, присутствующее в структуре TTFBG, приводит к снижению ее чувствительности к поляризации входного света. Теоретически в случае обычной симметричной структуры TTFBG, закрученной на угол, равный 180°, она становится совершенно нечувствительной к влиянию поляризации. На практике, однако, небольшая чувствительность к поляризации света имеет место и в структурах TTFBG, о чем свидетельствует анализ экспериментальных результатов, представленных в работе. Причиной этого явления является неравномерная форма распределения мощности эксимерного лазера по длине участка оптического волокна, на котором записана вся структура TTFBG. Также было показано, что массив из двух параллельных структур P-TFBG имеет пониженную поляризационную чувствительность. Для возможности сравнения структур TTFBG и P-TFBG изготовили их на основе одних и тех же структур TFBG (т.е. имеющих одинаковую длину L = 12 мм и угол наклона дифракционных плоскостей q = 5°). В растворе чувствительность P-TFBG к поляризации входного света снижается еще больше. Далее показано, что система P-TFBG все еще может быть оптимизирована, поскольку угол q влияет на чувствительность отдельных пиков на характеристике передачи к поляризации. Эти результаты приведены после анализа изменений коэффициентов в третьем телекоммуникационном окне, потому что полученные структуры будут адаптированы к результатам.

Правильный выбор моды и связанного с ним минимума на спектральных характеристиках передачи имеет решающее значение для структур P-TFBG. При анализе различных спектральных диапазонов отмечено, что можно улучшить чувствительность изменения мощности, связанной с отдельными модами структуры P-TFBG, путем изменения угла дифракционных плоскостей двух решеток TFBG, составляющих массив P-TFBG.

Предварительный анализ спектров структур позволяет заключить, что они существенно различаются по отклику на развертку показателя преломления. На рисунке 5 показано, что самые сильные реакционные моды были при @1536 нм для P-TFPB 5°, при @1500,06 нм для P-TFPB 6° и при @1541 нм для P-TFPB 7°. Наиболее сильной зависимостью коэффициента пропускания для центральной длины волны моды оболочки обладает структура с P-TFBG 7°.

Рис. 5 Спектральные характеристики системы P-TFBG в выбранном спектральном диапазоне при переменных углах наклона структур TFBG, составляющих: (а) 5°, (б) 6°, (в) 7°

Как видно выше, наибольшее изменение значения коэффициента пропускания было получено для решетки θ = 7°. Кроме того, можно заметить, что моды оболочки, которые отреагировали наиболее сильными изменениями коэффициента передачи, имели большую амплитуду в случае структуры TFBG 7°, чем в случаях TFBG 5° и TFBG 6°. На рис. 6 показана эволюция спектра при изменении показателя преломления на 0,0001.

Рис. 6 Результаты спектральных измерений для модального предварительного отбора P-TFBG 7°. Измерения проводились в диапазоне изменений RI = 1,3461–1,3471

Действительно, конкретные значения и доказательство монотонности изменений представлены на рис. 7, где уже показано, что выбранные моды оболочки обладают наибольшей чувствительностью к изменениям показателя преломления.

Стоит отметить, что предварительный выбор мод имеет решающее значение в случае P-TFBG.

Рис. 7 Результаты спектральных измерений для модального предварительного отбора TTFBG. (a) мода @1539,8 нм

Это связано с тем, что отдельные моды значительно различаются по своей чувствительности к изменениям окружающего RI. Отметим также, что из-за изменения показателя преломдения изменяется только значение амплитуды моды, поскольку знак коэффициента чувствительности не меняется. Это связано с тем, что изменение амплитуды моды @1538,5 нм имело тот же знак, что и моды @1539,8 и @1541,05 нм.

Определено, что расчетное значение показателя преломления для медицинских применений для интервалов длин волн, в которых находятся моды оболочки изготовленных структур, находится в диапазоне 1,346–1,347. Эти растворы имели четко определенный показатель преломления, определяемый температурой и процентным содержанием глюкозы в воде. Затем структура P-TFBG была помещена в эти растворы и по спектрам, полученным в результате измерений, определено какие моды оболочки обладают наибольшей чувствительностью. Для этого определялся коэффициент чувствительности передачи данной моды к изменению показателя преломления. Эта часть спектрального исследования названа модальным предварительным отбором.

Представим влияние изменения плоскости поляризации входного света на изменение коэффициента пропускания TFBG 7° и аналогичной системы P-TFBG 7°. Спектральные характеристики структур TFBG и P-TFBG (все имеют углы θ = 7°), измеренные на воздухе и в водном растворе глюкозы, для выбранного спектрального диапазона, описанного ранее о модальном предварительном отборе, приведены ниже. Измерения проведены для трех состояний поляризации S, P и S|P. Структуры TFBG

и P-TFBG были погружены в водный раствор глюкозы с показателем преломления 1,3471.

Видно сильное изменение спектрального отклика на изменение поляризации для обеих структур. Одним из способов демонстрации чувствительности отдельных структур к поляризации является построение гистограмм для отдельных случаев TFBG и P-TFBG, помещенных в воздух и раствор глюкозы. Гистограммы для трех состояний поляризации на рисунке 8 показывают, что структуры TFBG имеют самые большие различия в значениях коэффициентов передачи. Для более точного представления явления изменения структурных параметров на рис. 8a–d также имеется суженная область, содержащаяся в диапазоне 0,1–0,6, поскольку именно в этом диапазоне изменения поляризации в основном влияют на изменение коэффициента пропускания структур.

Рис. 21. Рис.8 Гистограммы отклика датчиков на изменение поляризации P, S|P и S для случаев: (a) TFBG воздух, (b) раствор TFBG, (c) P-TFBG воздух, (d) P-TFBG.

Чем больше охват гистограмм на рисунке 8, тем выше нечувствительность датчика к изменениям поляризации входного света. Анализируя рисунок 8, можно увидеть, что структуры P-TFBG были наименее чувствительны к изменениям поляризации. Для обоих изменений поляризации, введенных в датчик P-TFBG в воздухе и в растворе, изменения его коэффициента пропускания были значительно меньше, чем для структуры TFBG с теми же параметрами входного света.

Минимизировав влияние изменения этой поляризации, проведены измерения показателя преломления. Изменение показателя преломления RI соответствовало изменениям, вызываемым, например, возбудителями в виде вирусов.

В принципе, изменение температуры не вызывает изменения коэффициента передачи для отдельных мод. В результате его изменения смещается весь спектр TFBG, а следовательно, смещается и P-TFBG.

Рисунок 9 иллюстрирует два метода выполнения непрямых измерений показателя преломления, метод спектральных линий и метод отслеживания минимума на спектральной характеристике и определения коэффициента пропускания, соответствующего минимуму на такой характеристике. Для анализа была выбрана мода @1541,05 нм.

Рис. 9 Графическое представление того, как определить изменения показателя преломления с помощью структуры P-TFBG: (a) метод спектральной линии, (b) метод минимального отслеживания

Значения коэффициента пропускания, соответствующие различным значениям показателя преломления, были разными для двух методов. Однако это не очень важно, поскольку для обоих методов измерение является однозначным, а датчик и вся измерительная система могут быть откалиброваны таким образом, что и метод спектральной линии, и метод минимального слежения могут быть измерены правильно.

Для исследования чувствительности предлагаемого датчика к изменению показателя преломления приведем характеристики обработки для выбранных двух мод на рисунке 10, отметив на них значения коэффициента чувствительности. В данной работе предложены два метода определения показателя преломления, мало чем отличавшиеся друг от друга, но важные в последующей реализации. Показатель преломления RI можно определить по изменению значения коэффициента передачи для данной одиночной (фиксированной) длины волны. Исследование проводилось для двух выбранных мод оболочки структуры P-TFBG @1539,8 нм и @1541,05 нм. Как видно, выбор косвенного метода измерения сказался на измеряемом параметре спектра, т.е. метод минимального слежения характеристики обработки датчика были монотонными, что дает возможность однозначно определить измеренный показатель

преломления Характерно, что при использовании метода минимального слежения характеристики обработки близки к линейным, что является желательным признаком для множество систем измерения.

Максимальное различие в измерении коэффициента пропускания для обоих методов составило t_{max} = 0,0016 в случае моды n, содержащейся от 0,0034 и в случае моды @1541,05 нм, что не представлялось существенной величиной, особенно когда диапазон изменения коэффициента пропускания для моды @1539,8 нм находился в пределах от 0,201 до 0,278, а в случае моды @1541,05 нм находился в пределах от 0,061 до 0,099. Также характерно, что выбор моды структуры P-TFBG определяет получаемые различия в t-измерениях двумя методами (спектральная линия и минимальное слежение).

Рис. 10 Характеристики обработки измерений показателя преломления n для двух выбранных мод оболочки P-TFBG: (a) при 1539,8 нм, (b) при 1541,05 нм

Измерения проводились двумя методами: по спектральной линии и минимальному слежению.

Для сравнения на рис. 11 показаны характеристики преобразования изменений поляризации входного света в коэффициент пропускания тех же мод, которые были выбраны для измерения изменения показателя преломления RI. Измерения

проводились путем изменения угла поляризации входного света от 0° до 90° с использованием только метода минимального слежения. Для обозначения трех конкретных состояний поляризации они были обозначены как S, S|P и P, а в случае отслеживания точных изменений угла поляризации введем обозначение этого угла как χ. Помеченные значения n min и n max на рисунке 11 соответствуют минимальному и максимальному измеренным значениям показателя преломления соответственно, в работе эти значения были 1,3461 и 1,3471 соответственно.

Рис. 11 Характеристики перекрестной чувствительности датчика P-TFBG к изменению угла поляризации входного света χ, измеренные для двух выбранных мод оболочки. Измерения проводились методом минимального слежения

Анализируя рисунок 11, можно увидеть, что изменение поляризации входного света очень мало повлияло на коэффициент передачи структуры P-TFBG, как было проверено ранее. По сравнению с изменениями показателя преломления это изменение было намного меньше. Следует также отметить, что характер изменения коэффициента пропускания из-за изменения поляризации одинаков для нескольких различных значений показателя преломления. Кривые имели одинаковую характеристику изменения, одинаковую форму и наклон. Независимо от значения измеряемого показателя преломления эффект поляризации был одинаковым.

Для определения метрологических параметров определялось матричное уравнение обработки датчика P-TFBG в общем виде:

$$\begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{n1} & K_{\chi 1} \\ K_{n2} & K_{\chi 2} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} n \\ \chi \end{bmatrix} \quad (1)$$

где K_{n1} – чувствительность параметра P_1 к изменению показателя преломления n; K_{n2} – чувствительность параметра P_2 к изменению показателя преломления n; $K_{\chi 1}$ — чувствительность параметра P_1 к изменению угла поляризации входного света χ; $K_{\chi 2}$ — чувствительность параметра P_2 к изменению угла поляризации входного света

χ. Давайте теперь объясним, что означают P_1 и P_2 в случае нашего датчика P-TFBG. Согласно информации в этом разделе, определение показателя преломления возможно путем измерения коэффициента пропускания выбранных мод оболочки всей структуры P-TFBG. Согласно результатам, представленным на рисунках 10 и 11, наилучшей мерой таких изменений является значение коэффициента пропускания выбранной моды оболочки, определяемое двумя методами: методом спектральных линий и методом минимального слежения. Таким образом, параметр P_1 обозначает коэффициент передачи, определенный методом спектральной линии, и дополнительно обозначается как t_{sl}, тогда как параметр P_1 обозначает коэффициент передачи, определяемый методом минимального отслеживания, и далее обозначается как t_{mt}.

Таким образом, после учета значений коэффициентов чувствительности, определенных экспериментально, мы можем записать уравнение матрицы обработки P-TFBG (1) для моды @1539,8 нм в следующем удобном виде:

$$\left[\frac{t_{sl}}{t_{mt}}\right]=\begin{bmatrix}105.55 & 0.000110[1/^0] \\ 105.55 & 0.000111[1/^0]\end{bmatrix} \times \left[\frac{n}{\chi}\right] \quad (2)$$

Как видим, снижение коэффициента чувствительности к n в 2 раза в случае моды @1541,05 нм также привело к снижению чувствительности к изменению χ в 2 раза.

$$\left[\frac{t_{sl}}{t_{mt}}\right]=\begin{bmatrix}49.96 & 0.000056[1/^0] \\ 54.70 & 0.000057[1/^0]\end{bmatrix} \times \left[\frac{n}{\chi}\right] \quad (3)$$

При выполнении условия ненулевого определителя матрицы можно определить ее матрицу дополнения, а уравнение обратной обработки запишем в виде, допускающем косвенное измерение RI путем измерения коэффициента передачи. Таким образом, возможно косвенное измерение показателя преломления с использованием уравнения (3). Это уравнение также показывает, что значения чувствительности к изменению поляризации входного света были пренебрежимо малы, и косвенно измерить показатель преломления можно как путем измерения коэффициента пропускания для заданной длины волны, так и его измерение путем отслеживания выбранного минимума пропускания структуры P-TFBG.

Описанная система, датчик и метод измерения также могут одновременно измерять температуру и показатель преломления или проводить рефрактометрические измерения, нечувствительные к изменениям температуры. Это возможно потому, что изменение температуры вызывает сдвиг всей спектральной характеристики структуры FBG за счет как явления температурного расширения, так и так называемого термооптического эффекта. Кроме того, в случае структур TFBG изменение температуры приводит к тем же эффектам и приводит к спектральному сдвигу как минимумов основного брэгговского резонанса, так и минимумов, соответствующих отдельным модам оболочки. Поэтому ожидается, что в принципе структура P-TFBG также будет подвержена тем же явлениям. Чувствительность спектрального сдвига к температуре можно описать соотношением:

$$K_T = \frac{\Delta\lambda}{\Delta T} = k_T \lambda_{min} \quad (4)$$

где λ — изменение длины волны; спектральный сдвиг, λ_{min} – длина волны, соответствующая минимальному значению коэффициента пропускания выбранной моды оболочки P-TFBG; k_T – коэффициент относительной температурной чувствительности, равный:

$$K_T = \left(c_{exp} + c_{t0}\right)\frac{1}{K} = \left[\left(\frac{1}{\Lambda}\frac{\partial\Lambda}{\partial T}\right) + \left(\frac{1}{n_{eff}}\frac{n_{eff}}{\partial T}\right)\right]\frac{1}{K} \quad (5)$$

Параметр c_{exp} — коэффициент температурного расширения оптического волокна, для кварцевого стекла его значение равно $0{,}55\cdot10^{-6}$ K^{-1}; c_{to} – термооптический коэффициент, равный $8{,}6\cdot10^{-6}$ K^{-1}.

В дальнейшей работе планируется провести термический анализ датчиков P-TFBG. Предлагаемый датчик может быть использован для измерения как показателя преломления с точки зрения обнаружения наличия возбудителей в крови, так и температуры.

Значение коэффициента передачи t может быть определено как методом спектральных линий (t_{sl}), так и методом минимального слежения (t_{mt}). Однако для практических целей было бы удобнее использовать значение t_{mt}, так как в случае изменения температуры смещается вся спектральная характеристика структуры P-TFBG, и отслеживание смещения выделенного минимума на этой характеристике удобнее и технологически проще в реализации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе продемонстрирована возможность измерения изменений показателя преломления, также предложено использовать структуры TFBG, P-TFBG для обнаружения показателя преломления RI. Представлена возможность теоретического определения коэффициента передачи структуры TTFBG для каждого состояния поляризации, представленного углом линейно поляризованного света. Показано, что влияние изменения угла поляризации входного света в диапазоне от 0° до 90° на спектры пропускания значительно снижается при увеличении угла закручивания такой структуры. Показано, что закрутка, происходящая в структуре TTFBG, вызывает снижение ее чувствительности к поляризации входного света.

Было также показано, что характер изменения коэффициента пропускания за счет изменения поляризации одинаков для нескольких различных значений измеренного показателя преломления. Кривые имели одинаковую характеристику изменений, одинаковую форму и наклон. Независимо от значения измеренного показателя преломления эффект поляризации был одинаковым. Это позволяет калибровать датчик и проводить точные рефрактометрические измерения.

Экспериментальные исследования проводились в лабораториях Оптоэлектроники факультета электротехники и компьютерных наук Люблинского технического университета в рамках проекта ГФ №AP09259547 «Разработка системы из распределенных волоконно-оптических датчиков на основе волоконных решеток Брэгга для контроля состояния строительных конструкций» ИИВТ КН МНВО РК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mroczka, J.; S´wirniak, G. Approximate solution for optical measurement of the diameter and refractive index of a small and transparent fiber. J. Opt. Soc. Am. A Opt. Image Sci. Vis. 2016, 33, 667–676.

2. Li, Z.; Hirst, J.D. Computed optical spectra of SARS-CoV-2 proteins. Chem. Phys. Lett. 2020, 758, 137935. [CrossRef]

3. Mroczka, J.; Wysoczan´ski, D. Plane-wave and Gaussian-beam scattering on an infinite cylinder. Opt. Eng. 2000, 39, 763–770. [CrossRef]

4. Onofri, F.R.A.; Krzysiek, M.A.; Barbosa, S.; Messager, V.; Ren, K.-F.; Mroczka, J. Near-critical-angle scattering for the characteriza- tion of clouds of bubbles: Particular effect. Appl. Opt. 2011, 50, 5759–5769. [CrossRef] [PubMed]

5. Onofri, F.; Krzysiek, M.; Mroczka, J. Critical angle refractometry and sizing of bubble clouds. Opt. Lett. 2007, 32, 2070–2072.

6. Hawkes, P. Future directions in high-resolution electron microscopy: Novel optical components and techniques. Comptes Rendus Phys. 2014, 15, 110–118. [CrossRef]

7. Zinzula, L.; Basquin, J.; Bohn, S.; Beck, F.; Klumpe, S.; Pfeifer, G.; Nagy, I.; Bracher, A.; Hartl, F.U.; Baumeister, W. High-resolution structure and biophysical characterization of the nucleocapsid phosphoprotein dimerization domain from the Covid-19 severe acute respiratory syndrome coronavirus 2. Biochem. Biophys. Res. Commun. 2021, 538, 54–62. [CrossRef] [PubMed]

8. Manuylovich, E.; Tomyshev, K.; Butov, O.V. Method for Determining the Plasmon Resonance Wavelength in Fiber Sensors Based on Tilted Fiber Bragg Gratings. Sensors 2019, 19, 4245. [CrossRef] [PubMed]

9. Ye, M.; Luo, G.; Ye, D.; She, M.; Sun, N.; Lu, Y.-J.; Zheng, J. Network pharmacology, molecular docking integrated surface plasmon resonance technology reveals the mechanism of Toujie Quwen Granules against coronavirus disease 2019 pneumonia. Phytomedicine 2021, 85, 153401. [CrossRef]

10. Zhou, Z.; Yang, Z.; Ou, J.; Zhang, H.; Zhang, Q.; Dong, M.; Zhang, G. Temperature dependence of the SARS-CoV-2 affinity to human ACE2 determines COVID-19 progression and clinical outcome. Comput. Struct. Biotechnol. J. 2021, 19, 161–167. [CrossRef]

11. Sahin, I. Cholecalciferol has strong effect on the order and dynamics of DPPC membranes: A combined Fourier transform infrared spectroscopy and differential scanning calorimetry study. Vib. Spectrosc. 2021, 113, 103207. [CrossRef]

12. Rad, A.S.; Ardjmand, M.; Esfahani, M.R.; Khodashenas, B. DFT calculations towards the geometry optimization, electronic structure, infrared spectroscopy and UV–vis analyses of Favipiravir adsorption on the first-row transition metals doped fullerenes; a new strategy for COVID-19 therapy. Spectrochim. Acta Part A Mol. Biomol. Spectrosc. 2021, 247, 119082. [CrossRef] [PubMed]

13. Lukose, J.; Chidangil, S.; George, S.D. Optical technologies for the detection of viruses like COVID-19: Progress and prospects.Biosens. Bioelectron. 2021, 178, 113004. [CrossRef]

14. Sengupta, J.; Hussain, C.M. Graphene-based field-effect transistor biosensors for the rapid detection and analysis of viruses: A perspective in view of COVID-19. Carbon Trends 2021, 2, 100011. [CrossRef]

15. Sheikhzadeh, E.; Eissa, S.; Ismail, A.; Zourob, M. Diagnostic techniques for COVID-19 and new developments. Talanta 2020,

16. Yang, S.; Chu, M.; Du, J.; Li, Y.; Gai, T.; Tan, X.; Xia, B.; Wang, S. Graphene quantum dot electrochemiluminescence increase by bio-generated H2O2 and its application in direct biosensing. R. Soc. Open Sci. 2020, 7, 191404. [CrossRef] [PubMed]

17. Jadhav, S.A.; Biji, P.; Panthalingal, M.K.; Krishna, C.M.; Rajkumar, S.; Joshi, D.S.; Sundaram, N. Development of integrated microfluidic platform coupled with Surface-enhanced Raman Spectroscopy for diagnosis of COVID-19. Med. Hypotheses 2021, 146, 110356. [CrossRef] [PubMed]

18. Mary, S.J.J.; Siddique, M.U.M.; Pradhan, S.; Jayaprakash, V.; James, C. Quantum chemical insight into molecular structure, NBO analysis of the hydrogen-bonded interactions, spectroscopic (FT–IR, FT–Raman), drug likeness and molecular docking of the novel anti COVID-19 molecule 2-[(4,6-diaminopyrimidin-2-yl)sulfanyl]-N-(4-fluorophenyl)acetamide—dimer. Spectrochim. Acta Part A Mol. Biomol. 2021, 244, 118825.

19. Chen, Y.-T.; Liao, Y.-Y.; Chen, C.-C.; Hsiao, H.H.; Huang, J.J. Surface plasmons coupled two-dimensional photonic crystal biosensors for Epstein-Barr virus protein detection. Sens. Actuators B Chem. 2019, 291, 81–88. [CrossRef]

20. Lo Presti, D.; Massaroni, C.; Jorge Leitao, C.S.; Domingues, M.F.; Sypabekova, M.; Barrera, D.; Floris, I.; Massari, L.; Oddo, C.M.; Sales, S.; et al. Fiber Bragg Gratings for Medical Applications and Future Challenges: A Review. IEEE Access 2020, 8, 156863–156888.

21. Samavati, A.; Samavati, Z.; Velashjerdi, M.; Ismail, A.F.; Othman, M.H.D.; Eisaabadi, G.; Abdullah, M.S.; Bolurian M. Sustainable and fast saliva-based COVID-19 virus diagnosis kit using a novel GO-decorated Au/FBG sensor. Chem. Eng. J.2021, 420, 127655. [CrossRef]

22. Esposito, F.; Sansone, L.; Srivastava, A.; Baldini, F.; Campopiano, S.; Chiavaioli, F.; Giordano, M.; Giannetti, A.; Iadicicco, A. Fiber optic biosensor for inflammatory markers based on long period grating. IEEE Sens. J. 2020, 20212191.

УДК 004.023
МРНТИ 20.23.17

ҚАЗАҚСТАН ЭКОЛОГИЯСЫ МЫСАЛЫНДА ІЗДЕУ ЖҮЙЕЛЕРІН ШЫҒАРУДЫҢ ЭНТРОПИЯЛЫҚ ТАЛДАУ ӘДІСТЕРІ МЕН АЛГОРИТМДЕРІН ЖАСАУ

Джаксылыкова А.Б М., Пак А.А. , Зияден А. , Еленов А.М.
e-mail: aselya17.89@mail.ru, aa.pak83@gmail.com, iamdenay@gmail.com, greamdesu@gmail.com

[1]*Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты, 050000, Алматы, Қазақстан*

Аңдатпа. *Бұл жұмыста іздеу тұжырымдамаларында сәйкес маңызды құжатты таңдауға байланысты түсініксіздікті зерттеу және анықтау әрекеті жасалған. Көрсеткіш анықтамаларының саны, сондай-ақ олардың пайда болуының ауытқуы өзектілікті есептеуге үлкен әсер етеді. Өңделген интернет-қағаздардағы немесе пайдаланушы сұрауларындағы анықтамалардың жиілігін өзгерту өзектілікті есептеуге үлкен әсер етеді. Бұл маңызды құжатты таңдауға, сондай-ақ осы есептік өзектілікке байланысты белгісіздікке әкеледі. Бұл мақалада энтропия деп аталатын ең жаңа шекті ұсынамыз. Энтропияны құжаттардағы анықтамалардың жиілігін өзгерту немесе пайдаланушының сұрау анықтамаларының ауытқуы арқылы анықтауға болады. Интернет-қағаздардың қандай да бір жолмен өзгертілу мүмкіндігі болмағандықтан, іздеу тұжырымдамаларында маңызды құжатты таңдауға байланысты белгісіздікті өлшеу үшін пайдаланушы сұрауларының жиілігін өзгертуді қолдандық. Сұраныс анықтамаларының ауытқуы іздеу ұғымдарына да беріледі. бірақ тікелей «Google», сонымен қатар «Яндекс». Елеулі екіұштылық іздеу жүйесін оңтайландыру мақсатында еркіндік береді. Белгісіздіктің маңызды дәрежесі бар тұжырымдамаларды іздеу арқылы ең қолайлы құжаттарды ала аламыз.*

Кілт сөздер: *белгісіздік; энтропия; Google; Яндекс, құжатты таңдау, веб-іздеу.*

DEVELOPMENT OF ENTROPY ANALYSIS METHODS AND ALGORITHMS FOR SEARCH ENGINE OUTPUT ON THE EXAMPLE OF KAZAKHSTAN'S ECOLOGY

Jaxylykova A.B., Pak A.A., Ziyaden A., Yelenov A.M.
e-mail: aselya17.89@mail.ru, aa.pak83@gmail.com, iamdenay@gmail.com, greamdesu@gmail.com

[1]*Institute of Information and Computational Technologies, 050000, Алматы, Қазақстан*

Abstract. *In this paper, an attempt is made to study and identify the ambiguity associated with the selection of an appropriate important document in search concepts. The number of index*

definitions as well as the fluctuation of their occurrence have a great influence in the calculation of relevance. Changing the frequency of definitions either in processed Internet papers or in user requests has a great impact on the calculation of relevance. This leads to the uncertainty associated with the selection of an important document, also this calculating relevance. In this article, we recommended the newest limit, called entropy. Entropy can be determined by changing the frequency of definitions in the papers or the user's fluctuation of the definitions of the query. Since Internet papers have no chance of being changed in any way, we used a change in the frequency of user requests in order to measure the uncertainty associated with the selection of an important document in search concepts. The fluctuation of the definitions of the query fluctuates is also provided to the search concepts. but directly "Google", also 'Yandex'. Considerable ambiguity provides freedom for the purpose of search engine optimization. With searching concepts with a significant degree of uncertainty, We can get the most suitable papers.

Keywords: *uncertainty; entropy; Google; Yandex, document selection, web search.*

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ЭНТРОПИЙНОГО АНАЛИЗА И АЛГОРИТМОВ ВЫВОДА ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ ЭКОЛОГИИ КАЗАХСТАНА

Джаксылыкова А.Б. , Пак А.А. , Зияден А. ., Еленов А.М.
e-mail: aselya17.89@mail.ru, aa.pak83@gmail.com, iamdenay@gmail.com, greamdesu@gmail.com

[1]Казахстанско-Британский технический университет, 050000, Алматы, Қазақстан

Аннотация. *В этой статье предпринята попытка изучить и выявить двусмысленность, связанную с выбором соответствующего важного документа в поисковых концепциях. Количество определений индекса, а также колебания их встречаемости оказывают большое влияние на расчет релевантности. Изменение частоты определений либо в обработанных интернет-документах, либо в запросах пользователей оказывает большое влияние на расчет релевантности. Это приводит к неопределенности, связанной с выбором важного документа, также это вычисление релевантности. В этой заметке мы рекомендовали новейший предел, называемый энтропией. Энтропию можно определить путем изменения частоты определений в документах или изменения пользователем определений запроса. Поскольку интернет-документы не могут быть изменены каким-либо образом, я использовал изменение частоты запросов пользователей, чтобы измерить неопределенность, связанную с выбором важного документа в концепциях поиска. Колебания определений запросов также колеблются для поисковых концепций, но непосредственно "Google", также "Яндекс". Значительная двусмысленность обеспечивает свободу для целей поисковой оптимизации. Из поисковых концепций со значительной степенью неопределенности мы можем получить наиболее подходящие документы.*

Ключевые слова: *неопределенность; энтропия; Google; Яндекс, выбор документа, вэб-поиск.*

Кіріспе

Ақпаратты іздеу жүйесі, яғни IR жүйесі - зерттеушілерге құжаттарды іздеу құралдары ретінде деректер жиынынан құжаттарды алуға көмектесетін процедура. Ақпараттық іздеу жүйесіндегі барлық процестер Ақпаратты іздеу модельдері арқылы жүзеге асырылады. IR үлгілері өңдеу, ұйымдастыру және ұқсастық өлшемін есептеу механизмін анықтайды. Сонымен, IR жүйелері IR модельдері негізінде құрастырылған деп саналады. IR жүйесі орындайтын сұрауларға жауаптар сол IR жүйесі орналасқан корпусқа байланысты. Пайдаланушыдан белгілі бір сұрауды жіберу арқылы IR жүйесі өзі жұмыс істейтін корпустан сәйкес құжаттарды таңдайды.

World Wide Web (WWW) эволюциясы WWW сайтынан тиісті ақпаратты табу үшін іздеу механизмін талап етеді. Сондықтан әртүрлі іздеу жүйелері құрылды. Нәтижесінде әрбір веб-іздеу жүйелері әртүрлі IR үлгілерін пайдаланады. Осылайша, өзектілікті және өңдеу механизмдерін есептеу әдістері бір іздеу жүйесінен екіншісіне өзгереді және компаниялар оларды құпия ұстады.

Іздеу жүйесінің жұмысы веб-беттерден мазмұнды шығаруға негізделген, яғни ол ең көп қайталанатын сөздерді немесе html кодының тақырыбынан кейбір маңызды сөздерді таңдайды және т.б. және бұл веб-беттің индекстік шарттары деп аталатын нәрселерді шығарды. IR жүйесі сонымен қатар индекс шарттарына белгілі бір салмақты тағайындай алады. Осылайша, салмақты тағайындау үшін IR жүйесі токенге негізделген немесе n-грамға негізделген құралды пайдаланады немесе оларды бірге пайдаланады. [4].

Сәйкестік дәрежесін табу үшін пайдаланушының сұрауы мен индекстелген веб-беттер арасындағы корреляцияны есептеу қолданылады. Ұқсастық өлшемі немесе корреляция да негізгі IR үлгісіне байланысты. [2] Әр үлгіде әртүрлі параметрлері бар әртүрлі ұқсастық өлшемдері бар. Іздеу жүйесі сәйкес ұқсастық өлшемін таңдайды. Ұқсастық мәні есептеліп болғаннан кейін құжаттар олардың ұқсастық мәніне қарай кему ретімен көрсетіледі. [1]

Іздеу жүйесінде корпус, яғни сақталған индекстік терминдер статикалық, ал сұрау динамикалық. [20] Ал егер пайдаланушы жіберген сұрау тым динамикалық болып кетсе, онда ол өзектілікті есептеуге әсер етеді және құжатты таңдаумен байланысты белгісіздікке әкеледі. Ақпарат көп және адамдар ең маңызды нәрсені табу және шығару қиын ақпаратпен күресуге тура келетінін білетін 21 ғасырда. *Бұл мақалада іздеу жүйелеріндегі сәйкес құжаттардың өзгеру дәрежесі талданады. Іздеу жүйесінің өнімділігін осы өлшем арқылы талдауға болады.*

Теория.

Әдебиеттік сауалнама

Web-құжаттар мен пайдаланушының сұрауы арасындағы сәйкестікті екі жолмен табуға болады. Сөзге (синтаксиске) негізделген және мағынаға (семантикалық) негізделген әдістер осындай екі әдіс. [6] Семантикалық негізделген іздеу жүйелері субъектілер мен оның нақты мағынасы арасындағы қатынастарды шығаруға тырысады. [15] Міне, қайшылық, кеңірек айтқанда, сөздің мағынасы контекстке байланысты, сондықтан сөздің дұрыс мағынасын табу және қарым-қатынас күрделене түседі.

Синтаксиске негізделген іздеу жүйелері тиісті веб-құжаттарды табу үшін екі қадамды өңдеу механизмін пайдаланады. [5] Екі сатылы механизмдер:

• желіден тыс процесс;

• онлайн процесс;

Офлайн процесс, сөйлемді таңбалау, тоқтату сөздерді алып тастайды және таңдалған терминдерді түбір түріне түрлендіреді, соңында таңдалған индекстік терминдерге салмақ тағайындайды. Сұрау іздеу жүйесіне жарияланған кезде онлайн процесс сұрау шарттары мен сақталған индекс шарттары арасындағы сәйкестікті есептейді. Соңында, іздеу жүйелері нәтижені сәйкестік) мәніне қарай көрсетеді. [16]

Жоғарыда айтылғандай, барлық алгоритмдер, операциялар, есептеулер, құжаттарды таңдау процестері құпия сақталады. Сонымен, біз тек пайдаланушы сұрауы негізінде тиісті құжат таңдауына байланысты белгісіздікті өлшей аламыз.

Сұрау мерзіміне негізделген веб-іздеу жүйелерінде құжатты таңдауға байланысты белгісіздік.

Сұрауды іздеу жүйесіне жіберу - пайдаланушының іздеу жүйелерімен өзара әрекеттесуінің жалғыз жолы. Осылайша, біз веб-іздеу жүйелерінде құжат таңдауға байланысты белгісіздікті есептеу үшін сұрауды қолдануды жоспарладық. Оған тағы бір мәселе қатысты. Сұрау үшін іздеу жүйелері қолданатын салмақ механизмі де белгісіз. Демек, берілген сұрау үшін іздеу жүйелері қайтарған нәтижелер белгісіздікті есептеу үшін пайдаланылады**.**

Сұрау іздеу жүйесіне жіберілді делік. Іздеу жүйесі тиісті құжаттарды қайтарады. Пайдаланушыларды тек жоғарғы '*m*' құжаттар қызықтырады. Жіберілген *'q_i'* сұрауы үшін іздеу жүйесі қайтарған сәйкес құжаттарды *'$rele_i$'* ретінде көрсету.,

$$rele_i = \{r_{i1}, r_{i2}, \dots r_{im}\} \quad (1)$$

мұнда:

i – i^{шi} сұрау

m – іздеу жүйесі қайтарған тиісті құжаттардың немесе пайдаланушыны қызықтыратын бірінші құжаттардың саны

Сонымен, егер біз барлық тиісті құжаттарды жиынтық деп алсақ, онда:

$$| rele_i | = m \quad (2)$$

Бұл жинақтың өлшемі мынаған тең *'m'*.

^{huwi} сұраудың ұзындығын *'len_i'* деп есептеңіз және іздеу жүйелері сұрау терминін ғана қарастырады. Олар сұрау терминінің жиілігіне мән бермейді. Жіберілген сұраудан сәйкестікті есептеу үшін термин таңдалады. Жіберілген сұраудан терминді таңдау ықтималдығы:

$$p(q_{it}) = \frac{1}{leni} \quad (3)$$

Белгісіздікті есептеу үшін тек сұрауды пайдалану керек. Сондықтан сұрауды қайталау керек. Сұрау *'n'* рет қайталанады делік. Сонда бұл үшін терминді таңдау ықтималдығы келесі түрде беріледі:

$$p(q_{it}) = \frac{1}{n*leni} \quad (4)$$

'n' артқан сайын құжатты таңдау ықтималдығы төмендейді. Енді таңдау ықтималдығы арқылы веб-құжатты таңдаумен байланысты энтропияны немесе белгісіздікті есептей аламыз. Оны береді:

$$E(p(q_{it})) = \frac{1}{n*leni} log(n*len_i) \quad (5)$$

Ықтималдық азайса, энтропия сәйкесінше артады. Энтропияның жоғары мәні қосымша ақпаратты білдіреді. Басқаша айтқанда, құжатты таңдауға байланысты жоғары белгісіздік мәні көбірек ақпаратты береді.

Талқылау сұрау шарттарына байланысты. Сұрау шарттарын өлшей алмағандықтан және ол іздеу жүйелеріндегі байланысты метрика болғандықтан, кейбір балама жолдарды табуымыз керек.

Сұрау қайтарылған сәйкестік құжаттарына тікелей әсер етеді. Сондықтан жанама шара ретінде тиісті құжаттарды пайдаланамыз.

Берілген *'q_i'* сұрауы бойынша іздеу жүйесі *'$rele_i$'*болып табылатын сәйкес құжаттарды қарастырайық. Болжам бойынша, бұл сұрау қайталанып, іздеу жүйесіне жіберіледі. Енді *'$rele_{ixi}$'* іздеу жүйесі қайтаратын тиісті құжаттар жинағын білдіреді, ал *'q_i'* сұрауы бір рет қайталанады. Демек,

$$rele_{ix1} = \{r_{ix1,1}, r_{ix1,2}, \dots r_{ix1,m}\} \quad (6)$$

Енді сұрауды 'n' ретіне қайталайық. Содан кейін іздеу жүйесі қайтаратын тиісті құжаттар жинағы келесідей болады:

$$rele_{ixn} = \{r_{ixn,1}, r_{ixn,2}, \dots r_{ixn,m}\} \quad (7)$$

Тиісті құжаттардың санын 'm' деп шектейтіндіктен:

$$|rele_{ix1}| = |rele_{ix2}| = \dots = |rele_{ixn}| = m \quad (8)$$

Сұрау қайталанып жатқанда, барлық жинақтарда бірнеше құжаттар немесе толық құжаттар бар. Енді барлық сәйкес жиынтықтардың бірігуі есептелді:

$$s_{union} = rele_{ix1} \cup rele_{ix2} \cup \dots \cup rele_{ixn} \quad (9)$$

Дәл осылай тиісті құжаттар тізімінің қиылысуын есептей аламыз.

$$s_{intersection} = rele_{ix1} \cap rele_{ix2} \cap \dots \cap rele_{ixn} \quad (10)$$

Осылайша, одақ пен қиылысу шамамен осы мәндерге жақын болады:

$$|s_{union}| = o_{union};\ o_{union} > m$$
$$|s_{intersection}| = o_{intersection};\ o_{intersection} < m \quad (11)$$

Сәйкес құжаттар тізімінің біріктіру және қиылысу мәні болғандықтан, біз тиісті құжаттар жинағынан құжат таңдау ықтималдығын есептей аламыз. Оны береді:

$$p(d\text{-}web) = \frac{|Sunion|}{|Sintersection|} \quad (12)$$

Белгісіздікті өлшеу үшін веб-іздеу жүйесі қайтарған барлық сәйкес құжаттардың жиынтығын қарастырғандықтан, белгісіздікті есептеу үшін кәдімгі Энтропия есептеу формуласын пайдалана алмаймыз. Осылайша, әдеттегі мәнді сәл өзгертіп, Энтропия мәнін есептедік. Веб-іздеу жүйесінің энтропиясын есептеу формуласы келесі түрде берілген:

$$E(d\text{-}web)=-\log(p(d\text{-}web))=\log(|s_{union}|)-\log(|s_{inter}|) \quad (13)$$

Енді идеалды жағдайды қарастырамыз. Идеалды жағдайда құжаттардың бірдей жинағы барлық тиісті жинақтарда болады. Бұл сценарий бойынша барлық сәйкес жиындардың қиылысуы барлық сәйкес жиындардың бірігуімен бірдей. Олай болса, біріктіру мен қиылысу мына түрде беріледі:

$$|s_{union}| = m$$
$$|s_{intersection}| = m$$
$$|s_{union}| = |s_{intersection}| = m$$

Идеалды жағдайда веб-құжатты таңдау ықтималдығы «1» болады. Бұл сценарийде сәйкес құжатты таңдаудың белгісіздігі немесе энтропиясы келесі түрде беріледі:

$$E(d\text{-}web)=-\log(1) = 0$$

Демек, идеалды жағдайда іздеу жүйесі үшін веб-құжатты таңдаумен байланысты белгісіздік жоқ.

Формула (13) веб-іздеу жүйесінің веб-құжатты таңдаумен байланысты белгісіздікті өлшеу үшін қолданылады. Іздеу жүйесінің энтропиялық мәні жоғары болса, ақпарат сол іздеу жүйесі арқылы жеткізіледі.

Эксперименттер

Эксперименттерді жүргізу үшін «Google» және «Yandex» таңдалады. Бұл екі іздеу жүйесі басқа іздеу жүйелеріне қарағанда таңдалады, себебі бұл екеуі ТМД интернет пайдаланушылары арасында танымал. Біз 4 сұрауды таңдадық және сұрауды аздап өзгерте отырып, оларды 3 рет қайталадық:

- Территорияның радиоактивті ластануы
- Арал теңізінің таязднауы

- Каспий теңізінің ластануы
- Гептил Байқоңыр

Қайтарылған тиісті құжаттар үшін ең жоғары мән ‘m’ретінде бекітілген. ‘m’ үшін максималды мәнді 50 етіп орнаттық. Эксперименттік мақсат үшін ‘m’мәні де 10-нан 50-ге дейінгі қадаммен артады. Содан кейін 3 қайталанатын сұраудан сілтемелердің қиылысуын және бірігуін есептейміз. Осы қадамдардың барлығынан кейін берілген формула бойынша осы сұраныстың энтропиясын есептеуіміз керек.

Нәтижелер

«Google» және «Yandex» қайтарған тиісті құжаттар жиналады. Сұраулар қайталанатындықтан, тиісті құжаттар әр іс бойынша жеке жинақталады. Қайталау коэффициентінің максималды мәні 3 болғандықтан, бізде 3 бөлек тиісті құжаттар тізімі бар. Бұл тізімдер питон жиыны ретінде қарастырылады.

Содан кейін барлық сұраулар үшін осы 3 жиынның бірігуі мен қиылысуы есептеледі. Келесі 1-кестеде 10, 20, 30, 40 және 50 сәйкес құжаттар деңгейлеріндегі «Google» үшін біріктіру және қиылысу мәндері көрсетілген.

Кесте 1. a) Google үшін әртүрлі деңгейлердегі жалпы және сирек сілтемелер саны

	U	^
Территорияның радиоактивті ластануы	134	2
Арал теңізінің таяздануы	113	6
Каспий теңізінің ластануы	99	12
Гептил Байқоңыр	112	10

Кесте 1. b) Yandex үшін әртүрлі деңгейдегі жалпы және сирек сілтемелер саны.

	U	^
Территорияның радиоактивті ластануы	121	1
Арал теңізінің таяздануы	91	18
Каспий теңізінің ластануы	103	10
Гептил Байқоңыр	74	24

Бірлестік және қиылысу мәндері негізінде Google және Yandex үшін энтропия есептеледі. Формула және біздің код 1-суретте көрсетілген:

```
#entropy
#H(d-web) = -log10(p(d-web)) = log10(union)-log10(intersection)
entropies = []
def entropy(union, intersection, n):
    etrp = math.log10(union)-math.log10(intersection)
    entropies.append(etrp)
    print("Entropy of {} links is equal to ".format(n) + str(etrp)[:6])
```

Сурет 1. Энтропияны табуға арналған код

Google және Yandex үшін есептелген Энтропия мәндері 2 a және b кестелерінде берілген.

Кесте 2. a) Google үшін әртүрлі деңгейлердегі энтропия мәні

	Территорияның радиоактивті ластануы	Арал теңізінің таязданuы	Каспий теңізінің ластануы	Гептил Байқоңыр
10	1.43	0.69	1.38	0.97
20	1.73	0.98	1.30	0.89
30	1.89	1.12	0.93	0.95
40	1.72	1.16	0.95	0.98
50	1.82	1.27	0.91	1.04

Кесте 2. b) Yandex үшін әртүрлі деңгейлердегі энт ропия мәні

	Территорияның радиоактивті ластануы	Арал теңізінің таязданuы	Каспий теңізінің ластануы	Гептил Байқоңыр
10	1.38	1.02	1.00	1.00
20	1.69	1.09	1.36	0.56
30	1.86	0.77	1.11	0.55
40	1.99	0.65	1.08	0.55
50	2.08	0.70	1.01	0.48

10, 20, 30, 40 және 50 сілтемелер үшін орташа мәнді есептедік. Бұл құжатпен байланысты белгісіздікті көру үшін қажет. Yandex сұраулары үшін бірдей қадамды қайталадық. Google және Yandex үшін сәйкесінше 1 a және b суретте көрсетілген нәтижелер.

1-сурет. a) Google үшін Энтропияның жалпы орташа мәні

Сурет 1. b) Yandex үшін Энтропияның жалпы орташа мәні

Талқылау

Кестелерден іздеу жүйесі үшін құжатты таңдауға байланысты белгісіздік бар екенін растадық. Белгісіздік сұрау түрлеріне тәуелсіз. Бірақ байқағандай, айырмашылық онша үлкен емес. Бірақ екі жағдайда да белгісіздік 20-байланыс деңгейінде өте жоғары. Бұл 20 сілтеменің пайдаланушы енгізгеніне байланысты өзгеруіне байланысты болуы мүмкін. Іздеу жүйесінің сұрауды салмақтау механизмінің нақты сипаты түсініксіз. Бірақ әрбір іздеу жүйесі сұрау терминдерін өңдеу үшін қандай да бір салмақтау механизмін қолданатыны белгілі. Бұл іздеу жүйесіндегі белгісіздікке әкеледі.

Шын мәнінде, жоғары Энтропия мәні жоғары ақпарат мазмұнына әкеледі. Осыған сәйкес, жоғары Энтропия мәні бар іздеу жүйесінен қосымша ақпаратты ала аламыз. Біздің экспериментімізде Google іздеу жүйесінің Энтропия мәні Яндекспен расталғанда жоғарырақ болады. Бұл сипат сұрауды қайталау арқылы Google іздеу жүйесінен көбірек сәйкес құжаттарды шығара алатынымызды көрсетеді.

Қорытынды

Мақалада іздеу жүйелеріндегі құжаттарды таңдауға байланысты белгісіздікті өлшедік. Есептеудің екі нұсқасы болды, бірақ әрбір іздеу жүйесі компаниясы өзінің

есептеу алгоритмін құпия сақтайтындықтан, пайдаланушыдан ақпаратты енгізу арқылы бардық. Тәжірибе барысында сұрау енгіздік және көрсетілген сілтемелерді жазып алдық, содан кейін сұрау мәтінін сәл өзгерттік, сонымен қатар әрекеттерді қайталадық. Эксперимент барысында 10, 20, 30, 40 және 50 сілтемелердегі сұраулар санымен байланыстар арасындағы энтропияны есептедік. Нәтижелер Google іздеу жүйесінен көбірек сәйкес келетін құжаттарды алатынымызды көрсетті.

Алғыс

Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Ғылым комитетінің грантымен (**AP09260670** «Векторлық сөздерді енгізуді өзгерту үшін кіріс деректерін кеңейту әдістері мен алгоритмдерін әзірлеу») қолдау тапты.

Қолданылған әдебиеттер

1. Lakshmi, S., Sathiyabhama, B., & Batri, K. (2018). Entropy a new measure to gauge search engine optimisation. International Journal of Enterprise Network Management, 9(3/4), 189.

2. Capannini, G., Lucchese, C., Nardini, F.M., Orlando, S., Perego, R. and Tonellotto, N. (2016) 'Quality versus efficiency in document scoring with learning-to-rank models', Information Processing & Management, 30 November, Vol. 52, No. 6, pp.1161–1177.

3. Hewson, C. and Stewart, D.W. (2016) Internet Research Methods, John Wiley & Sons, Ltd, London.

4. Luhn, H.P. (1957) 'A statistical approach to mechanized encoding and searching of literary information', IBM Journal of Research and Development, October, Vol. 1, No. 4

5. Raviv, H., Kurland, O. and Carmel, D. (2016) 'Document retrieval using entity-based language models', in Proceedings of the 39th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, 7 July, pp.65–74.

6. Yano, Y., Tagami, Y. and Tajima, A. (2016) 'Quantifying query ambiguity with topic distributions' ACM ICIKM, 24 October, pp.1877–1880.

7. D. Arivudainambi; D. Dhanya (2018) 'Three phase optimisation for qualified and secured VMs for resource allocation' 3 September, pp. 273-293.

8. Dye, K. (2008). Website abuse for search engine optimisation. Network Security, 2008(3), 4–6.

9. Wilson, R. F., & Pettijohn, J. B. (2006). Search engine optimisation: A primer on keyword strategies. Journal of Direct, Data and Digital Marketing Practice, 8(2), 121–133.

10. Serrano-Cinca, C., & Muñoz-Soro, J. F. (2018). What municipal websites supply and citizens demand: a search engine optimisation approach. Online Information Review.

11. Zhang, S. and Cabage, N. (2017), "Search engine optimization:

comparison of link building and social sharing", Journal of Computer Information Systems, Vol. 57 No. 2, pp. 148-159.

12. Tirado-Valencia, P., Rodero-Cosano, M.L., Ruiz-Lozano, M. and Rios-Berjillos, A. (2016), "Online sustainability information in European local governments: an explicative model to improve transparency", Online Information Review, Vol. 40 No. 3, pp. 400-415.

13. Chandra, A., Suaib, M. and Beg, R. (2015), "Google search algorithm updates against web spam", Informatics Engineering International Journal, Vol. 3 No. 1, pp. 1-10.

14. Luh, C.J., Yang, S.A. and Huang, T.L.D. (2016), "Estimating Google's search engine ranking function from a search engine optimization perspective", Online Information Review, Vol. 40 No. 2, pp. 239-255

15. Trani, S., Ceccarelli, D., Lucchese, C., Orlando, S. and Perego, R. (2014) 'Dexter 2.0: an open source tool for semantically enriching data', ICPDT, Vol. 1272, pp.417–420.

16. Tong, S., Lerner, U., Singhal, A., Haahr, P. and Baker, S. (2008) Locating Meaningful Stopwords or Stop-Phrases in Keyword-Based Retrieval Systems, United States Patent US 7,409,383.

17. Song, R., Luo, Z., Wen, J.R., Yu, Y. and Hon, H.W. (2007) 'Identifying ambiguous queries in web search', ICWWW ACM, pp.1169–1170.

18. Quan, X., Wenyin, L. and Qiu, B. (2011) 'Term weighting schemes for question categorization', IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, May, Vol. 33, No. 5, pp.1009–1021.

19. Makvana, K., Shah, P. and Shah, P. (2014) 'Removal of single-word ambiguity in web search query through single click information', ICERCICA, pp.83–89.

20. Ibrahim, R., Kamal, S., Ghani, I. and Jeong, S.R. (2015) 'A hybrid query disambiguation adaptive approach for web information retrieval', TIIS, Vols. 1–9, No. 7, pp.2468–2487.

21. Agichtein, E., E. Brill, & Dumais, S. (2006), "Improving web search ranking by incorporating user behavior information", In Proceedings of the 29th ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval, pp. 19-26.

22. Gandour, A. and Regolini, A. (2011), "Web site search engine optimization: a case study of Fragfornet", Library Hi Tech News, Vol. 28, No. 6, pp.6 – 13.

23. Hariri, N. (2011), "Relevance ranking on Google: Are top ranked results really considered more relevant by the users?", Vol. 35, No. 4, pp.598 – 610.

СЕКЦИЯ 4

Деректерді қорғау және ақпараттық қауіпсіздік. Ақпаратты қорғаудың бағдарламалық-техникалық құралдары. Криптография. Күрделі жүйелердің ақпараттық қауіпсіздігін камтамассыз етудің математикалық әдістері.

Информационная безопасность и защита данных.
Программно-технические средства защиты информации.
Криптография.
Математические методы обеспечения информационной безопасности сложных систем

Information security and data protection. Software and hardware for information protection. Cryptography.
Mathematical methods of ensuring information security of complex systems

МАҢЫЗДЫ ИНФРАҚҰРЫЛЫМДЫ ОБЪЕКТІЛЕРДІҢ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ МОДЕЛІ

Жаксыгулова Д.Д., Рахметуллина С.Ж., Гнатюк С.О., Карымсакова И.Б., Ақметғалым Т.А.

daurija_zd@mail.ru, rakhmetullinas@mail.ru, sergio.gnatyuk@gmail.com, indviki@mail.ru, tlek.akhmetgalym@mail.ru

Alikhan Bokeikhan University Семей қаласы, Қазақстан; Дәулет Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен қаласы, Қазақстан; Авиациядағы киберқауіпсіздікке қарсы әрекет ету ғылыми-зерттеу зертханасы (NAU Cybersecurity R&D Lab), Киев, Украина; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Семей қаласы; Alikhan Bokeikhan University Семей қаласы.

Аңдатпа

Мақалада қауіпсіздік әдістерін қолдана отырып маңызды инфрақұрылымды объектілердің ақпараттық жүйелерінің тұрақтылығын қамтамасыз ету моделі келтірілген. Қарастырылатын ақпараттық жүйе нақты уақыт моментінде жұмыс жасайды деп қарастырылады. Ұсынылған модель негізінде ақпаратық шабуылға әсерінде болатын ақпараттық жүйенің функционалдық қауіпсіздік облысы құрылады. Бұл есеп келесі интервалдар шарттары негізінде шешіледі: қарастырылатын жүйе ақпараттық қауіпсіздігін қамтамасыз ету ықтималдығы, және де жүйенің жұмысына шабуыл жасаудан негізгі көрсеткіштің мәні төмендеу критериі. Күрделі ақпараттық жүйенің ақпараттық қауіпсіздігін тұрақты басқару жағдайындағы ұсынылған модельді іске асыру алгоритмы көрсетілген.

Ақпаратты қорғау ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз етуге бағытталған шаралар кешені. Ақпаратты қорғау бұл деректерді енгізу, сақтау, өңдеу және тасымалдау үшін қолданылатын ақпарат пен қорлардың тұтастығын, қол жеткізулік оңтайлығын және керек болса, жасырындылығын қолдаудан тұрады. Яғни, ақпаратты қорғау - ақпараттың сыртқа кетуінің, оны ұрлаудың, жоғалтудың, рұқсатсыз жоюдың, өзгертудің, маңызына тимей түрлендірудің, рұқсатсыз көшірмесін жасаудың, бұғаттаудың алдын алу үшін жүргізілетін шаралар кешені. Қауіпсіздікті қамтамасыз ету кезін қойылатын шектеулерді қанағаттандыруға бағытталған ұйымдастырушылық, программалық және техникалық әдістер мен құралдардан тұрады.

Қауіпсіздік саясаты - мекеменің ақпаратты қалайша өңдейтінін, қорғайтынын және таратынын анықтайтын заңдар, ережелер және тәртіп нормаларының жиыны. Бұл ережелер пайдаланушының қайсы кезде белгілі бір деректер жинағымен жұмыс істей алатынын көрсетеді. Қауіпсіздік саясатын құрамына мүмкін болатын қауіптерге

талдау жасайтын және оларға қарсы әрекет шаралары кіретін қорғаныштың белсенді сыңары деп санауға болады.

Қазақстан Республикасының нормативті – құқықтық базасына сәйкес (ҚР Үкіметінің 8.09.2016 жылғы №529 Жарлығы) ақпараттық коммуникациялық инфрақұқылым объектілері ақпараттық жүйелерді, технологиялық платформаларды, аппаратты-программалық кешендерді, желі және телекоммникаияларды, сонымен қатар техникалық құрылғылардың қалтқысыз қызметін және ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ететін жүйелерді қамтиды. Бұдан басқа, қызметінің бұзылуы немесе тоқтатылуы әлеуметтік және техногендік сипаттағы төтенше жағдаларға немесе қорғаныс, қауіпсіздік, халықаралық қатынастар, экономика, ҚР инфрақұрылымдары, шаруашылықтың жекелеген секторлары үшін елеулі теріс салдарларға алып келетін инфрақұрылымның аса маңызды объектілері (ИАМО) ерекше аталады.

Сонда ақ, объектілерді ИАМО жатқызу критерийлері анықталған:

1. Ақпараттық коммуникациялық инфрақұрылым объектілерінің жұмыс істеуі бұзылған жағдайда ерекше маңызды мемлекеттік объектілердің қызметі тоқтатылатын ерекше маңызды мемлекеттік объектілердің үздіксіз жұмыс істеуіне ықпалы;

2. Ақпараттық коммуникациялық инфрақұрылым объектілерінің жұмыс істеуі бұзылған жағдайда стратегиялық объектілердің жұмысы тоқтатылатын немесе техногендік төтенше жағдай тында қаупі төнетін стратегиялық объектілердің үздіксіз және қауіпсіз жұмыс істеуіне ықпалы;

3. Ақпараттық коммуникациялық инфрақұрылым объектілерінің стратегиялық маңызы бар экономика салалары объектілерінің қызметі тоқтатылатын немесе техногендік сипаттағы төтенше жағдай қаупі туындайтын экономика салалары объектілерінің үздіксіз және қауіпсіз жұмыс істеуіне ықпалы.

«Қазақстанның киберқалқаны» киберқауіпсіздік тұжырымдамасына (Қазақстан Респбликасы Президентінің 2017 жылғы 15 ақпанындағы №422 Жарлығы) сәкес ИАМО тізбесіне енгізілген объектілерге ақпараттық қауіпсіздік, қорғау, және қауіпсіз жұмыс істеуінің мониторингін қамтамасыз ету жөніндегі заңнамада көзделген қызмет бірлескен іс – шараларға қатысу қажеттілігі ақпараттық қауіпсіздік инциденттері туралы хабарлау міндеттілігін қоса алғанда.

Айтылған тұжырымдамаға сәйкес, Интернет желісінің ұлттық сегментінің маңызды инфрақұрылымының элементтерінің элементтерінің тұрақтылығын және жалпыға ортақ қызмет етді қамтамасыз ететін деректерді өңде орталықтарының (дата орталықтарының) аппараттық және бағдарламалық жүйелердің тұрақтылығын түсінді атарлықтай тереңдету қажет.

Маңызды инфрақұрылымды объектілердің ақпараттық жүйелерінің жұмысы тұрақтылығын қамтамасыз ету маңызды талаптардың бірі. Мұндай жүйелердегі ақпарат айналымының тұрақтылығын іске асыру үшін сенімді әдістер, модельдер және тәсілдер қолдану қажет.

Жүйенің тұрақтылығы ретінде жүйеге шабуылға болған жағдайда қандайда бір уақыттан кейін сол жүйенің бастапқы қалпына келу қабілеттілігі қарастырылады. А

жүйесі сыртқы факторлар әсерінен тұрақты болмауы мүмкін. Бірақ, егер де А жүйесіне әсер ететін факторларды тежейтін В жүйесі болса, онда жаңа құрылған А` жүйесін тұрақты деп атауға болады. Мұндай жағдайдың мүмкін болу шарттары: А жүйесін құрылған В жүйешесі әсерінен таңдалған басқару сұлбасы бойынша басқару қамтамасыз етілу.

Айталық, құрастырылатын жүйе шабуылдаушы шабуылдарына тап болуы мүмкін. Ақпараттық жүйенің жобалаушысында мұндай шабуылдар сипатын және интенсивтілігін болжамдау мүмкіндігі бар [6].

Жүйенің функционалдық қауіпсіздік облысын құрайық. Ол үшін келесі белгілеулер еңгізейік: q − жүйе қауіпсіздігін қамтамасыз ету ықтималдығы, ΔE – шабуылшы әсерінен болған әрекеттерден жүйе жұмысы процесінің функционалдық тиімділігі көрсеткішінің төмендеуі.

ΔE(q) мәні ΔEmax максималды мәнге q=0 болғанда және ΔEmin минималды мәнге q=1 болғанда тең болады.

ΔE(q) тәуелділігінің жалпы түрі 1-суретте келтірілген.

1-сурет. ΔE(q) тәуелділігінің жалпы түрі

rp және ra жүйені қолмен және автоматтандырылған басқару циклдарының ұзақтығы ретінде алайық. Сонда max=rp-ra , ал Emin =ε , мұнда ε>ra.

Қарастырылатын жүйе үшін [ΔE1,ΔE2], бұл мәндер ақпараттық қауіпсіздіктің қалыпты жағдайы және де шекті жағдайы мәндері.

Zc(q) мәнін еңгізейік, ол q ықтималдық мәні берілген жағдайдағы ақпараттық жүйенің ақпараттық қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін жұмсалған қаражаттар мөлшері. q көрсеткішінің оптималды мәнін таб үшін келесі есепті шешу керек:

$(\Delta E, Zc) \to \min_{0 \le q \le 1}$

Оптималды шешімдер жиынын табу үшін келесі есепті минималдандыру арқылы шешеміз:

$L(q,d)=\alpha\Delta E(q)+(1-\alpha)Zc(q)\to\min_{0<q<1}$, αϵ(0,1).

Егер E(q) және Zc(q) функциялары үздіксіз және дифференциалданатын болса, онда теңдеудің параметрлік шешімін келесі түрде жазуға болады: q0 =q(α), αϵ(0,1). Сонда α1 және α2 келесі түрде анықтауға болады: α1=arg{q(α)-q(1)} және α2=arg{q(α)-q(2)}.

[q0(α1),q0(α2)] аралығынан q* ықтималдық мәні таңдалады. Дұрыс таңдауды

жүйені құрушылар немесе шешім қабылдаушы тұлға жасауы керек.

q* мәнінен басқа Δq мәнін таңдайды, ол жүйенің ақпараттық қауіпсіздігін қамтамасыз ететін [q*-Δq,q* +Δq]є[q(1),q(2)] аралығын шектейді.

[q*-Δq,q* +Δq] аралығындағы жүйенің ақпараттық қауіпсіздік деңгейін ақпаратты қорғаудың программалық және аппараттық құралдарды және сәйкес әдістерді практикаға еңгізу арқылы қамтамасыз ету керек.

Модельді құру үшін оның негізі ретінде күйлері дискретті болатын және уақыт үздіксіз болатын Марк процесстерін алайық.

Қарастырылатын жүйе келесі екі күйде болуы мүмкін деп алайық: S0 − жүйе қалыпты күйде болады, оның ақпараттық қауіпсіздік деңгейі қанағаттанарлық; S1 − жүйеге шабуылдар жасалады.

Шабуылдар ағынын пуассондық деп санап, оны λ интенсивтілігімен сипаттауға болады деп есептейік.

Жүйеге шабуылдар болғаны анықталса, бақылау бойынша нақты әрекеттер жасалады. Шабуылдар бағыты белгісіз болғандықтан, кездейсоқ заңдылыққа бағынатын уақыт қажет болады. Ол заңды көрсеткіштік деп алып, μ параметрін жүйенің берілген ақпараттық қауіпсіздік деңгейін қайта құру интенсивтілігі ретінде алайық (2-сур).

2-сурет. Ақпараттық қауіпсіздік деңгейін қайта құру интенсивтілігі

Келесі белгілеулер еңгізейік: P (t) - жүйенің ti уақыт моментінде $\overline{S}$i күйінде болу ықтималдығы, i(0,1). Ықтималдықтар 2-суретте көрсетілген граф арқылы құрылған математикалық модель арқылы анықталуы мүмкін:

$p_0=-\lambda p_0+\mu p_1$ (1)

$p_1=-\lambda p_0-\mu p_1$, $t\geq t_0$ (2)

$p_0(t)+p(t)=1$, $t\geq t_0$ (3)

$p_0(t0)=p_{00}, p_1(t_0)=p_{10}$ (4)

Келесі қадамда жүйенің тепе-теңдік күйін анықтайық $p^*=(p_0^*, p_1^*)$:

$p_0(t)=\mu/(\lambda+\mu)+(p_{00}-\mu/(\lambda+\mu))*e^{-(\lambda+\mu)(t-t0)}$

$p_1(t)=\lambda/(\lambda+\mu)-(p_{10}-\lambda/(\lambda+\mu))*e^{-(\lambda+\mu)(t-t0)}$ (5)

(5) формуладан (p*, p*) тепе-теңдік нүктесі тұрақты екені шығады, және t_0, p_{00} , λ, μ параметрлеріне тәуелсіз.

(1)-(4) моделімен сипатталатын жүйе ұзақ уақыт интервалында жұмыс жасай алады.

$p_0^*=p_0(\infty)$, $p_1^*=p_1(\infty)$ екені белгілі.

Келесі теңсіздіктер орындалуын талап етеміз:

$q^*-\Delta q<p_0^*(\mu)<q^*+\Delta q$ (6)

(6) теңсіздіктер орындалу үшін келесі шарттың орындалуы жеткілікті:

$((q^*-\Delta q)\lambda)/(1-q^*+\Delta q)<\mu<((q^*+\Delta q)\lambda)/(1-q^*-\Delta q)$ (7)

Келесі белгілеулер еңгізейік:

$l_1=(q^*-\Delta q)/(1-q^*+\Delta q)$; $l_2=(q^*+\Delta q)/(1-q^*-\Delta q)$; $\mu_н=\lambda q^*/(1-q^*)$ (8)

Сонда (8) теңсіздіктерді келесі қысқаша түрде жазуға болады: $l_1<(\mu/\lambda)<l_2$.

Осы теңсіздіктер арқылы ақпараттық қауіпсіздік деңгейін басқару параметрін есептеуге болады. Бұл жиын 3-суретте келтірілген: λ ақпараттық шабуылдар интенсивтілігі артқан сайын ақпараттық қауіпсіздік бақылау және қалпына келтіру интенсивтілігі де арта келеді [2].

3-сурет. Ақпараттық қауіпсіздік деңгейін басқару параметрін есептеу

Жүйенің ақпараттық қауіпсіздігін басқарудың алгоритмін келесі кезеңдермен көрсетуге болады:

1) Жүйеге ақпараттық шабуылдар жайлы ақпаратты жүйелі түрде жинау, сақтау және өңдеу, жүйеге шабуылдар фактілік интенсивтілігін сипаттайтын λ табу, ол жүйе іске қосылып тұрған уақытта есептелу керек;

2) (7)-(8) формулалар бойынша μ1 және μ2 жүйенің ақпараттық қауіпсіздік құралдарын бақылау және қалыпқа келтірудің интенсивтілігін табу;

3) Жүйенің ақпараттық қауіпсіздікке жауап беретін тұлғаның $\mu_ф$ мәнін таңдау, ол тұлға жүйе персоналы мүмкіндіктері мен ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету қолжетімді құралдарына байланысты таңдау жасау керек;

4) θ1,θ2,θ3,... жүйеге рұқсатсыз қол сұғудың уақыттық нүктелер тізбегін табу, және де осы процесстен болатын зақымды келесі формуламен есептеу:

$\theta r=-1/\mu ф^* \ln \xi r$, r=1,2,3...,

мұнда ξr − (0,1) аралығында кездейсоқ үлестірілген сан.

Соңғы кезеңде ақпаратты қорғау үшін стохастикаға негізделген принциптерге сүйену ұсынылады [5]. Бұл мақсатта T кездейсоқ әрекеттің уақыттық интервалын екі көршілес тексерулер арасында болуын және жүйенің ақпаратты қорғау құралдарын қайта қалпына келтіру үлестіру функциясын қолданамыз:

$F(t)=P\{T<t\}=1-e^{-\mu t}$

және де көрсеткіштік заң бойынша ұлестірілетін θ1,θ2,..., мәндерін табу үшін келесідей шарт қояйық:

$F(\theta r)=\xi r$, $r=1,2,...$

Қорытынды

Қауіпсіздік әдістерін қолдана отырып, маңызды инфрақұрылымды объектілердің ақпараттық жүйелерінің тұрақтылығын қамтамасыз ету моделі келтірілді. Қарастырылатын ақпараттық жүйе нақты уақыт моментінде жұмыс жасайды деп қарастырылды. Ұсынылған модель негізінде ақпаратық шабуылға әсерінде болатын ақпараттық жүйенің функционалдық қауіпсіздік облысы құрылды. Бұл есеп келесі интервалдар шарттары негізінде шешілді: қарастырылатын жүйе ақпараттық қауіпсіздігін қамтамасыз ету ықтималдығы, және де жүйенің жұмысына шабуыл жасаудан негізгі көрсеткіштің мәні төмендеу критериі. Күрделі ақпараттық жүйенің ақпараттық қауіпсіздігін тұрақты басқару жағдайындағы ұсынылған модельді іске асыру алгоритмі көрсетілді.

Әдебиет:

1 Мистров Л.Е., Кравов Е.В. Методика обеспечения и управления информационной безопасностью критически важных объектов / материалы XXVII Междунар. конфер., 18 дек. 2019 г., Москва / под общ. ред. А.О. Калашникова, В.В. Кульбы. – М.: ИПУ РАН. – 2019. – С. 181-187.

2 Мокшин В.В., И.Р. Сайфудинов, А.П. Кирпичников. Рекурсивный алгоритм построения регрессионных моделей сложных вероятностных объектов /Вестник Казанского технологического университета. - 2017. № 9. С. 112-116.

3 Мокшин В.В., Якимов И.М., Юльметьев Р.М., Мокшин А.В. Рекурсивно-регрессионная самоорганизация моделей анализа и контроля сложных систем /Нелинейный мир. 2009. Т. 7. № 1. С. 66-76

4 Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В. Информация и безопасность. - 2012. - Т. 15. - № 2. - С. 257-260.

5. Моисеев В.С., Тутубалин П.И. К задаче определения вероятностных характеристик информационной безопасности разрабатываемых автоматизированных систем управления / В.С.Моисеев, П.И. Тутубалин // 2017

6. Моисеев В.С., Тутубалин П. Об одном подходе к обеспечению активно защиты информационных систем / В.С.Моисеев, П.И. Тутубалин // Вестник Казан.гос.технич. университета им. А.Н.Туполева. – 2007 №2. – С.55-58

РИСКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОТИ В СЕТИ 5G

Ж.М. Алимжанова[1], Г.З. Зиятбекова[1], А.К. Али[1],
Н.М. Ниязбек[1]

e-mail: alievaaltynai28@gmail.com
[1]*Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан*

Аннотация. *Риск информационной безопасности – это вероятность воздействия или потери в результате информационных атак или взлома данных в организации. В данной дипломной работе «Анализ систем информационной безопасности сети 5G» были рассмотрены риски возникающие при использовании сети 5G.*

Телекоммуникационные организации становятся все более уязвимыми для информационных угроз из-за растущей зависимости от компьютеров, сетей, программ, социальных сетей и данных во всем мире. Нарушения данных, распространенная кибератака оказывают огромное негативное влияние на бизнес и часто возникают из-за недостаточно защищённой информационной системы.

Глобальное подключение и растущее использование сетей с плохими параметрами безопасности по умолчанию означает, что риск кибератак увеличивается. То, что раньше можно было решить с помощью управления ИТ-рисками и контроля доступа, теперь должно дополняться опытными профессионалами в области кибербезопасности, управлением рисками программного обеспечения и кибербезопасности.

Ключевые слова: *риск информационной безопасности, кибербезопасность, оценка рисков, активы, угрозы.*

Введение. Риск информационной безопасности – это вероятность воздействия или потери в результате информационных атак или взлома данных в организации. В данной дипломной работе «Анализ систем информационной безопасности сети 5G» были рассмотрены риски возникающие при использовании сети 5G.

Телекоммуникационные организации становятся все более уязвимыми для информационных угроз из-за растущей зависимости от компьютеров, сетей, программ, социальных сетей и данных во всем мире. Нарушения данных, распространенная кибератака оказывают огромное негативное влияние на бизнес и часто возникают из-за недостаточно защищённой информационной системы.

Глобальное подключение и растущее использование сетей с плохими параметрами безопасности по умолчанию означает, что риск кибератак увеличивается. То, что раньше можно было решить с помощью управления ИТ-рисками и контроля доступа, теперь должно дополняться опытными профессионалами в области кибербезопасности, управлением рисками программного обеспечения и кибербезопасности .

Методы и постановка задачи. 5G представляет значительные инновации для мобильных сетей, объединяя различные и разные типы технологий. Хотя это неоспоримые преимущества, риски и угрозы еще не до конца поняты. Угрозы 5G объединяет традиционные угрозы на базе IP с сетью 5G, небезопасные унаследованные поколения 2/3 / 4G и угрозы, создаваемые технологией виртуализации [1].

В приведенном ниже списке представлен классификация угроз 5G:

Вредоносная деятельность/злоупотребление. Данная категория угроз определяется как «предполагаемые действия, направленные на системы, инфраструктуру и сети безопастности посредством злонамеренных действий с целью либо украсть, изменить, либо уничтожить указанную цель».

Подслушивание/перехват. Данная категория угроз определяется как «действия, направленные на прослушивание, прерывание или захват контроля над коммуникацией третьей стороны без согласия».

Физические атаки. Данная категория угроз определяется как «действия, направленные на уничтожение, разоблачение, изменение, отключение, кражу или получение несанкционированного доступа к физическим ресурсам, таким как инфраструктура, оборудование или взаимосвязь».

Ущерб. Данная категория угрозы определяется как преднамеренные действия, направленные на «разрушение и повреждение имущества или людей приводящие к отказу или снижению полезности».

Непреднамеренный ущерб. Данная категория угрозы определяется как непреднамеренные действия, направленные на «разрушение, повреждение ьимущества или людей и приводящие к отказу или снижению полезности».

Сбои или неисправности. Данная категория угроз определяется как «частичное или полное недостаточное функционирование актива (аппаратного или программного обеспечения)».

Отключение. Данная категория угроз определяется как «непредвиденные перебои в обслуживании или снижение качества, которые падают ниже необходимого уровня».

Бедствие. Данная категория угрозы определяется как «внезапная авария или природная катастрофа, которая приводит к значительному повреждению или гибели людей».

Юридическая. Данная категория угроз определяется как «правовые действия третьих сторон (заключение контракта или иным образом), чтобы запретить действия или компенсировать убытки в соответствии с действующим законодательством».

В дополнение к вышеупомянутой общей таксономии мы также классифицируем угрозы в зависимости от того, является ли цель эксплуатации частью базовой сети, радиодоступа, виртуализации сети или компонента общей инфраструктуры. Исходя из этого критерия, угрозы могут быть далее разделены на:

Угрозы базовой сети. Эти угрозы относятся к элементам базовой сети 5G и большинство из них подпадает под категории «Злоупотребление» и «Подслушивание/ Перехват».

Угрозы сети доступа. Эти угрозы относятся к технологии радиодоступа 5G. К ним относятся угрозы, связанные с беспроводной средой и технологией радиопередачи. Большинство угроз подпадает под категории «Подслушивание/Перехват».

Угрозы многопользовательских вычислений. Эти угрозы относятся к компонентам, расположенным на границе сети. Большинство из них подпадает под категории «Злоупотребление» и «Подслушивание/Перехват».

Угрозы виртуализации. Это угрозы, связанные с виртуализацией базовой ИТ-инфраструктуры, сети и функций.

Угрозы физической инфраструктуры. Это угрозы, связанные с базовой ИТ-инфраструктурой, поддерживающей сеть. Большинство из них подпадают под категории «Физические атаки», «Повреждение или потеря оборудования», «Сбои или неисправности оборудования», «Отключения», «Бедствие».

Общие угрозы. Это угрозы, которые обычно влияют на любую систему или сеть ИКТ. Общие угрозы важно упомянуть, поскольку они помогают определить и сформулировать те, которые относятся к 5G. Например, многие специфические угрозы 5G могут привести к отключению сетевой службы, что в общих чертах определяется как угроза отказа в обслуживании (DoS) [2].

Рис. 1 – Угрозы сети 5G

Обсуждение и результаты. Активы. Процесс анализа рисков информационной безопасности начинается с выявления активов. Актив — это все, что имеет ценность для человека или организации и поэтому требует защиты. Помимо ценности для организации, активы могут способствовать выполнению юридических обязательств.

В типичной системе информационной безопасности активы могут быть:

а) аппаратные, программные и коммуникационные компоненты;

б) коммуникационные связи между ними;

с) данные, которые контролируют функцию системы, производятся и / или потребляются ею или поступают в нее;

d) физическая и организационная инфраструктура, в которой развёрнута система (по нашей дипломной работе 5G);

е) человеческие агенты, которые взаимодействуют с системой и могут влиять на ее работу (например, пользователи, системные администраторы и т. д.).

Диаграмма активов 5G структурирована с использованием групп активов в соответствии с их подверженностью угрозам. Принимая во внимание роль активов в поддержании связанных с безопасностью свойств конфиденциальности, доступности и целостности была разработана первоначальная оценка их важности. При этом акцент был сделан на группы активов, отвечающие за поддержание общей безопасности и доступности инфраструктуры 5G и являющиеся известными целями кибератак.

Категории активов показаны на рисунке 5.1, а их содержание выглядит следующим образом:

Политика. Функции управления политикой осуществляют инициализацию, управление сеансами, связанными с функциями потребителя. Эти функции могут использоваться для управления политикой и контроля обнаружения приложений. Эти функции применяются к обнаружению потока данных, стробированию, проверке трафика качества обслуживания и т. д. Учитывая их роль в управлении политическими вопросами, связанными с потребителями, эти функции могут быть нацелены на то, чтобы влиять на финансовые вопросы (начисление платы) за использование сети 5G.

Процессы управления. Данная группа активов суммирует важные процессы, предназначенные для разработки, развертывания и эксплуатации всего набора компонентов инфраструктуры 5G. Они включают в себя настройку, управление сетью, процесс разработки программного обеспечения, непрерывность, управление ключами и правами доступа и т. д. Кажется, что эти процессы будут играть важную роль в обеспечении безопасности и доверия в операциях 5G, и, в частности, в разработке компонентов.

Бизнес-приложения. Подобно мобильным сетям предыдущего поколения, эти активы представляют собой ввод в эксплуатацию и управление взаимоотношениями с клиентами, которые необходимы для реализации вопросов, связанных с бизнесом, в сети 5G (называемой системами оперативной поддержки - СОП и системами

поддержки бизнеса - СПБ). Будучи важной частью обслуживания клиентов и выставления счетов, активы в этой категории подвергаются атакам манипулирования (целостности). Конфиденциальность информации подписчика также может быть объектом атак.

Бизнес-сервисы. В контексте 5G данная группа активов относится к компонентам, необходимым для предоставления конкретной услуги. Примером является предоставление горизонтальных, деловых, правительственных, критических и экстренных служб.

Протоколы. Данная группа активов представляет (основные) коммуникационные протоколы, используемые в инфраструктуре 5G. Он охватывает протоколы, которые используются в сетевых коммуникациях, радиосвязи и безопасности. Как известно, протоколы являются общими точками атаки с рядом угроз, таких как разведка, прослушивание, воспроизведение и атаки «человек посередине».

Сеть передачи данных. Данная группа активов представляет подключение к внешним данным, контенту, услугам и другим ресурсам, доступным за пределами сети 5G. Сеть передачи данных также используется для соединения различных сетей 5G, операторов и провайдеров [3].

Независимые логические сети. Данная группа активов представляет все функции 5G, которые отвечают за создание и управление срезами. Срезы - это виртуализированные независимые логические сети, которые осуществляют сетевую связь между пользовательским оборудованием и услугами 5G. Независимые логические сети - это сквозные сетевые каналы связи, которые практически мультиплексируются и отображаются на ресурсы виртуализированной физической сетевой платформы. В то время как 4G разрешено для APN (имя точки доступа), в 5G нарезка происходит сначала на статической основе, а затем на динамической основе. Нарезка считается одним из основных преимуществ сетей 5G, обеспечивающих низкую задержку в сети.

Данные. Этой группой активов охвачены все домохозяйства данных для работы 5G, особенно конфиденциальные и / или связанные с безопасностью данные 5G. Хотя данная группа активов не обязательно является исчерпывающей на этом Данная пе анализа, она охватывает информацию, связанную: пользовательскими данными, данными системы и конфигурации, данными, относящимися к безопасности, сетевыми данными. Ожидается, что данные 5G, такие как информация о пользователе, безопасности и конфигурации, будут подвержены кибератакам с целью их взлома. Основными мотивами являются монетизация и незаметный доступ к сети.

Человеческие активы. Считающиеся одной из наиболее важных групп активов, человеческие активы представляют всех лиц, вовлеченных в эксплуатацию и использование сети 5G. В эту категорию активов мы включаем персонал оператора (включая арендаторов и операторов безопасности), сторонний персонал и конечных пользователей. Особое значение имеют данные оператора и сторонних производителей, связанные с учетными данными администратора. Члены этой группы активов могут быть вовлечены в инсайдерскую угрозу, утечку информации и непреднамеренный ущерб в результате ошибок.

Время. Время является важной группой активов в сетях 5G. Он играет важную роль во многих зависящих от времени функциях (например, качество обслуживания, управление сетью, управление виртуализацией и т. Д.). Наиболее критическое взаимодействие между временем и сетевыми функциями касается функций безопасности (таких как управление ключами, шифрование и временные метки). Неточности во времени могут привести к сбоям и манипуляциям, которые могут иметь далеко идущие последствия для доступности сетевых функций. Стоит отметить, что сокращение временных неточностей в 5G еще не полностью учтено в текущих спецификациях и практиках виртуализации 5G [4].

Юридические активы. Активы этой категории связаны с различными контрактными соглашениями и правами интеллектуальной собственности (ПИС), которые либо являются предметом двустороннего предоставления услуг между различными заинтересованными сторонами 5G, либо связаны с правами ПИС на используемые услуги и компоненты. Несколько киберугроз, особенно те, которые могут привести к недоступности и / или ухудшению качества обслуживания, могут существенно повлиять на эти активы. Такое воздействие будет иметь юридические и денежные последствия для стороны, не предоставляющей свои согласованные услуги.

Наследственные активы. Данная группа активов включает в себя все устаревшие системы, подключенные к сети 5G или используемые в путях миграции (например, от 2G до 5G). Данная группа активов включает в себя физические сетевые функции (ФСФ), сервисные шлюзы, объекты управления, пакетные шлюзы, устаревшие протоколы, устаревшую инфраструктуру шифрования и т.д. Данная группа активов подвержена непреднамеренным угрозам повреждения и тем, которые связаны с управлением компонентов (например, поддержка программного обеспечения и конфигурации).

Хранилище / хранилище данных. Этот актив охватывает все активы (в основном сетевые функции), которые обеспечивают постоянство и доступ к хранимым данным 5G. Хотя этот Данная п анализа не является исчерпывающим, он охватывает единую функцию хранилища данных (ФХД) и функции хранения информации, связанной с безопасностью (база данных каталога, база данных мониторинга безопасности и база данных аудита). Из-за своей важности для безопасности всей системы Данная группа активов может подвергаться атакам, направленным на компрометацию конфиденциальной системной информации [5].

Рис. 2 – Используемые категории активов 5G

В следующих таблицах (Таблица 1, Таблица 2) мы приводим актуальность идентифицированных групп активов.

Таблица 1 – Актуальность идентифицированных групп активов

Группа активов	Конфиденциальность	Целостность	Доступность
Политика	●	●	●
Процессы управления	●	●	●
Бизнес-приложения	●	●	●
Бизнес-сервисы	●	●	●
Протоколы	●	●	●
Сеть передачи данных	●	●	●
Независимые логические сети	●	●	●
Данные	●	●	●
Человеческие активы	●	●	●
Время	●	●	●

Юридические активы	●	●	●
Наследственные активы	●	●	●
Хранилище данных	●	●	●

Условные обозначения:

Очень высокая релевантность группы активов для поддержания свойства: ●
Высокая релевантность группы активов для поддержания свойства: ● Средняя релевантность группы активов для поддержания свойства: ●
Низкая релевантность группы активов для поддержания свойства: ●

Назначение этих свойств безопасности было выполнено на уровне групп активов. Далее рассмотрим несколько активов более детально для точности оценки угроз.

Таблица 2 – Перечень активов

Активы			
№	Наименование	Количество	Код актива
1	Данные (пользователей, приложений, безопасности, сети)	1	dat
2	Средства управления безопасностью	1	sec
3	Облако, виртуализация	1	vir
4	Услуги (сетевые, бизнес)	1	ser
5	Данные конфигурации (системы, сети, безопасности)	1	kon

Расчетная часть. Оценка рисков по двум параметрам. Для оценки рисков информационной безопастности данного дипломного проекта был выбран метод оценки рисков по двум праматетрам. Метод оценки риска по двум параметрам включает в себя оценку вероятности возникновения угрозы и оценку возможного ущерба.

Риск по данной методике определяется формулой 1.

Риск текущий= Вероятности возникновения x Оценку ущерба (1)

Данный метод включает в себя три этапа:
а) первоначальный расчет рисков
б) определение мер для неприемлемых рисков
в) повторный расчет
Первоначальный расчет рисков начинается с определения вероятности возникновения угрозы и возможного ущерба.

Для определения вероятности возникновения угрозы необходимо воспользоваться таблицей 3, где описано значение вероятности возникновения угрозы для расчета и его соотношение во времени.

Таблица 3 – Значение вероятности возникновения угрозы

Шкала вероятности возникновения угроз	
Уровень вероятности	Вероятность возникновения угрозы
0 - очень низкий	Примерно 2-3 раза в 10 лет
1 - низкий	Примерно несколько раз в 5 лет и реже
2 - средний	Примерно несколько раз в год
3 - высокий	Примерно 1 раз в месяц
4 - очень высокий	Примерно несколько раз в месяц

Для определения возможного ущерба необходимо воспользоваться таблицей 4, где описано значение ущерба для расчета и его соотношение в денежном эквиваленте.

Таблица 4 – Значение ущерба и его соотношение в денежном эквиваленте

Шкала величины ущерба	
Значение	Описание
0 - очень низкий	стоимость до 50 000 тг
1 - низкий	стоимость до 200 000 тг
2 - средний	стоимость до 500 000 тг
3 - высокий	стоимость до 1 000 000 тг
4 - очень высокий	стоимость выше 1000 000 тг

Результаты оценки рисков внесены в итоговую таблицу 5.

Выводы. Мы произвели расчеты рисков с целью выявления уязвимостей информационной системы и их устранения. Подсчет рисков производился на основе метода по двум параметрам. Результаты расчетов позволяют наглядно увидеть текущее состояние информационной системы. Далее были внедрены средства защиты, направленные на понижение рисков, которые были рассчитаны раньше. После выявления системы защиты информации необходимых для понижения рисков, был произведен перерасчет рисков по тому методу. В результате перерасчета рисков с учетом внедренных систем защиты информации произошло их понижение до приемлемого уровня. Можно сделать вывод, что данные методы расчетов рисков действительно являются полезными и позволяют увидеть текущее состояние информационной системы по отношению к защите информации.

Таблица 5 – Иоговая таблица

	од рис ка	Угрозы	Уязвимость	Ма ксимальны й уровень риска	Название мер по обработке риск	Остат очный уровень риска
Данные (пользователей, приложений, безопасности, сети)						
.1	a	Модфикация данных	Неправильное распределение прав доступа	6	Разграничен ие доступа, организация парольной защиты	4
.2	b	Разшифровка и чтение секретной информации	Хранение критичной информации в незашифрованном виде	6	Комплекс криптографических решений для защиты данных, которые хранятся на серверах	4
.3	c	Разглошение конфиденциальных данных	Низкий уровень квалификации сотрудников	4	Разграничен ие доступа, организация парольной защиты	2
Средства управления безопасностью						
.1	d	Разглашение конфиденциальной части политики безопасности	Низкий уровень квалификации сотрудников по обеспечению информационной безопасности	4	Регулярное повышение квалификации и требования знания политики безопасности	2
.2	e	Сбой специальных программных средств обеспечения безопасности	Изъяны эффективного контроля внесения изменений параметров работы программы	6	Использова ние ПО для постоянной проверки наличие вредоносных ПО и обновлении системы	4
.3	f	Несанкционировanный доступ и нарушений работы программ	Неправильное распределение прав доступа	3	Разграничен ие доступа, организация парольной защиты	3
Облако, виртуализация						
.1	g	Потеря данных	Изъяны в процедуре резервного копирования	3	Настройка системы регулярного системного копирования и сохранения	3
.2	h	Перехват и модификация данных	Возможность подмены IP-адреса источника и ресурса	4	Шифровани е данных, аутентификация получателя	2
Услуги (сетевые, бизнес)						
.1	k	Несанкционировanный физический доступ к базированным станциям	Возможность получить конфиденциальную информацию, не проходя	4	Разграничен ие доступа, организация парольной защиты	2

			авторизацию, с помощью специальных программ			
.2	1	Потеря, кража личных данных пользавателей	Отсутствие надежной защиты и разграничении доступа	4	Разграничение доступа, организация парольной защиты	2
.3	z	Несанкционированные действия / вторжения в сеть	Отсутствие или некорректная настройка механизмов безопасности сети	3	Организация защиты сети	3
Данные конфигурации (системы, сети, безопасности)						
.1	x	Манипулирование таблицами маршрутизации	Доступ к паролям сети и личному кабинету маршрутизатора	3	Сложные пароли, регулярное обновление	3
.2	c	Фальсификация данных конфигурации	Отсутствие надежной защиты, и разграничение доступа	4	Разграничение доступа, организация парольной защиты	2
.3	v	Эксплуатация неправильно настроенной системы / сети	Низкий уровень квалификации специалистов по работе в сети	6	Регулярная проверка сети и обновлений	3
.4	n	Регистрация вредоносных сетевых функций	Доступ к паролям сети и личному кабинету маршрутизатора	6	Сложные пароли, регулярное обновление	4

Литература

1. Журнал «ENISA THREAT LANDSCAPE FOR 5G NETWORKS», 2019 - www.enisa.europa.eu.
2. GSA: LTE-5G Market Statistics –March 2019 Update, Retrieved April 2, 2019.
3. M. Ding and D. López-Pérez, "On the performance of practical ultra- dense networks: The major and minor factors," 2017 15th International Symposium on Modeling and Optimization in Mobile, Ad Hoc, and Wireless Networks (WiOpt), 2017, pp. 1-8, doi: 10.23919/WIOPT.2017.7959926.
4. T. S. Rappaport et al., "Millimeter Wave Mobile Communications for 5G Cellular: It Will Work!," in IEEE Access, vol. 1, pp. 335-349, 2013, doi: 10.1109/ACCESS.2013.2260813.
5. "System Architecture for the 5G System; Stage 2 (Release 15)", 3GPP TS 23.501, 2017.

Сведения об авторах

1. Али Алтынай Куанышкызы – магистрант КазНУ имени аль-Фараби alievaaltynai28@gmail.com
2. Ниязбек Нұрай Мейірханқызы – магистрант КазНУ имени аль-Фараби nurayniyazbek@gmail.com
3. Алимжанова Жанна Муратбековна – канд. физ.-мат. наук, ст.преподаватель КазНУ имени аль-Фараби zhannamen@mail.ru
4. Зиятбекова Гулзат Зиятбеккызы – PhD, и.о. доцента, КазНУ имени аль-Фараби ziyatbekova@maik.ru

ИНЖЕНЕРЛІК ҚҰРЫЛЫМДАРДЫҢ ЖАҒДАЙЫН БАҚЫЛАУДЫҢ ӨЛШЕУ АРНАЛАРЫН КАЛИБРЛЕУДІҢ АЛГОРИТМДЕРІ МЕН БАҒДАРЛАМАЛАРЫ

Сейсенбаева А.Қ., Калижанова А.У.

e-mail: akerkeseisenbayeva@gmail.com
Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті

Аннотация: *Ұсынылған жұмыста осы тақырып бойынша ақпараттық өлшеу жүйесін және оның метрологиялық сынақтарын қамтамасыз ететін автоматтандырылған калибрленетін шараны (АКШ) құру үшін аппараттық-бағдарламалық құралдарды зерттеу және әзірлеу кезеңдері дәйекті түрде қаралады. Әр кезеңнің шешімі АӨЖ жобалау, құру және енгізу кезінде айтарлықтай зияткерлік және материалдық шығындарды талап етті. Жұмыстың мақсаты-күрделі механикалық құрылымдардың беріктік жағдайын үздіксіз бақылау үшін шағын көлемді ақпараттық-өлшеу жүйесін жасау. Мақсатқа қол жеткізу өлшеу құралдарын іске асырудың, өлшеу ақпаратын, жүйелік және қолданбалы бағдарламалық қамтамасыз етуді жинаудың, түрлендірудің және өңдеудің бірегей тәсілдерін әзірлеуді, өлшеу бірлігі мен сынақ нәтижелерінің салыстырмалылығын қамтамасыз ететін АӨЖ негізгі метрологиялық сипаттамаларын талдаудың толық автоматтандырылған процесін әзірлеуді қамтиды.*

Ақпараттық технологиялардың дамуымен, өлшеу құралдарының жетілдірілуімен салынып жатқан құрылымдарда да, жұмыс істеп тұрған құрылымдарда да беріктік күйін (ҰМЖ) үздіксіз бақылау жүйелерін құру мүмкін болады.

Құрылымдардың беріктігін бақылаудың үш әдісі бар: үздіксіз, мерзімді және таңдамалы. Үздіксіз мониторинг басқару жүйелерімен біріктірілген жүйелер үшін негізделген. Бұл басқару жүйесі жауап беруі қажет басқару жүйесінің күйінің кенеттен өзгеруі мүмкін екендігімен байланысты. Мерзімді мониторинг олардың күйінің күрт өзгеруі күтілмейтін жүйелер үшін жүргізіледі. Мерзімді бақылаудың маңызды элементі ақпаратты қабылдау арасындағы кезеңдерді анықтау болып табылады. Бұл кезеңдер олардың кезінде құрылымдық беріктік күйінде апатты өзгерістер болмайтын жағдайдан таңдалады. Таңдамалы мониторинг әзірлеушілер ең маңызды деп санайтын жүктеу жағдайлары үшін ғана жүзеге асырылады. Мысалы, климаттық өзгерістердің (қыс, жаз; күн, түн) құрылымға әсерін анықтау үшін [38] жылы ұқсас жүктеме жағдайында өлшеулер қыста және жазда, негізінен температураның әсерін зерттеу үшін жүргізілді. Соңғы бақылау әдісі ең үнемді болып табылады, бірақ маңызды құрылымдар үшін оны тек жақсы қалыптасқан өндіріс және пайдалану технологияларымен немесе үлкен қауіпсіздік факторларымен пайдалануға болады. Құрылымды мерзімді бақылау кезінде тек түсіру кезінде оны датчиктерге қоса отырып, портативті өлшеу жүйесін қолдануға

болады. Егер шаршау жүктемелерін бақылау міндеті бақылау тапсырмаларына қосылса, онда жүйе датчиктермен үнемі қосылуы керек.

Техникалық тұрғыдан алғанда жүйені таңдау кезінде шешілетін негізгі мәселелер: а) зерттелетін жүктемелер; б) бақылау әдісі; в) қолданылатын сенсорлардың түрі(лері); г) электрмен жабдықтау.

Мониторинг жүйелерін құрудың бастапқы кезеңіндегі негізгі талаптар зерттелетін құрылымның беріктік-критикалық орындарын табу және құрылымға негізгі күштік әсер ететін сыртқы факторларды анықтау болып табылады. Құрылымның беріктік күйін бақылауға арналған орындарды таңдағаннан кейін құрылымның сыртқы әсерлерге реакциясын тіркейтін қолданылатын бастапқы түрлендіргіштердің (датчиктер) түрлері анықталады. Оларға салыстырмалы деформация датчиктері, сызықтық және бұрыштық орын ауыстырулар, ауытқулар, тербелістер, температура (датчиктер активті де, пассивті де болуы мүмкін) жатады. Содан кейін датчиктердің шығыс сигналдарын қалыпқа келтіруге арналған құрылғылар және бастапқы түрлендіргіштерден мәліметтерді жинау және өңдеу жүйесіне ақпаратты беру құралдары әзірленеді.

Өлшеу жүйесін желіден немесе/немесе аккумулятордан қуат алуға болады. Желден қуат алатын жүйелерді пайдалану мәселені шешудің ең үнемді шешімі болып табылады, өйткені желі әдетте бақыланатын нысанға қосылады. Бұл қуат көзі опциясымен қуат тұтынуға іс жүзінде ешқандай шектеулер жоқ. Бұл опцияның негізгі кемшілігі - ұзақ уақыт бойы электр қуатын өшіру кезінде жүйені жұмыс істеуді қамтамасыз етудің қымбат әдістері. Дегенмен, жүйені батареядан автономды түрде қамтамасыз ету арқылы бұл кедергіні жеңуге болады. Бұл жағдайда үздіксіз электрмен жабдықтау проблемасы жоқ, бірақ электр энергиясын тұтынуға елеулі шектеулер бар.

Заманауи бақылау жүйелері деректерді жинау және өңдеу құралдарынан айтарлықтай қашықтықта (100 м-ден астам) орналасқан көптеген сенсорлардың (бірнеше жүз данаға дейін) кең жүйесін пайдалануды қамтиды, олар сымды байланыс желілерін пайдаланған кезде ұзын сызықтардағы кедергі көзі. Қашықтықтың одан әрі ұлғаюы жүйелер құнының айтарлықтай өсуіне әкеледі, өйткені ол ұзын желілерде кедергілерді басуға қабілетті күрделі жабдықты пайдалануды талап етеді. Электрондық технологияның заманауи дамуы жағдайында бұл жағдайдан шығудың ең оңтайлы жолы сымсыз байланыс жүйелерін пайдалану болып табылады.

Күрделі механикалық және құрылыс құрылымдарын бақылаудың көптеген белгілі жүйелерінің талдауы оларда негізгі құрылымның кернеулі-деформациялық күйін (СҚҚ) анықтайтын әртүрлі типтегі құралдардың кең ауқымын қолдануға негізделген массалық өлшемдерді қолданатынын көрсетті. элементтері. Мысалы, «Коммодор Джон Барри» (АҚШ) мониторинг жүйесі [3] белсенді және пассивті сенсорларды қоса алғанда 485 өлшеу арналарын қамтиды. Соған ұқсас масштабта көпірлерді бақылау жүйелері Жапонияда — «Акэси Кэйкаё» көпірі [2], Еуропада — «Синегаль» көпірі (Швейцария) [4], Оңтүстік Кореяда — «Джиндо»,, «Хэмхэ», «Бангва», «Яньджань» көпірлері қолданылады [5], Ресейде - өзен арқылы өтетін көпір ол - Сочи маңындағы Мацеста, Мәскеу өзені арқылы өтетін Краснолужский көпірі [6].

АӨЖ калибрлеуі жүйе жұмысының жұмыс температурасының диапазонында АӨЖ ішкі бақылау сенсорларының қарсылық мәндерін анықтау үшін орындалады. Температура диапазоны калибрлеу операциялары орындалатын нүктелердің сәйкес санына бөлінеді. Басқару сенсорларының мәндері сенсорлардың түрлеріне сәйкес файлдарда жазылады және кейіннен жұмыс кезінде АӨЖ өлшеу нәтижелерін түзету үшін қолданылады.

Калибрлеу алдында ИВМ жылу (суық) камерасына орналастырылады. Камера ішіндегі температура ИВМ температура сенсорының көмегімен анықталады.

1-сурет – Компьютерді калибрлеу. Орындау алгоритмі

АӨЖ-де өлшеу бағдарламаларының көптігін ескере отырып, калибрлеу автоматты түрде арнайы әзірленген өлшемдердің автоматты калибраторының (АКШ) көмегімен орындалады. АКШ R2-67, C2-29C типті дәл резисторларды пайдаланады. 0,05 - 0,005 резисторлардың төлқұжат дәлдігі қалыпты температураға (20°C) қатысты тар шектерде кепілдік берілгендіктен, IMS калибрлеу кезінде АКШ

($\approx 20 \pm 2$)°C жұмыс істеуі үшін сәйкес температуралық жағдайлар болуы керек. қамтамасыз етілген.

АКШ температуралық қателігін жою және температуралық жағдайларға қарамастан оны пайдалану ыңғайлылығын арттыру үшін АӨЖ калибрлеуден кейін АКШ калибрлеуге болады. Бұл жағдайда АКШ жылу (суық) камерасына орналастырылады, ал оның көрсеткіштері калибрленген АӨЖ көмегімен өлшенеді. АКШ ішіндегі температура АКШ температура датчигінің көрсеткіштеріне сәйкес АӨЖ көмегімен өлшенеді. Өлшеу нәтижелері қолданылған АКШ калибрлеу сипаттамасы болып табылатын арнайы файлға жазылады.

АӨЖ калибрлеуді орындаудың жалпы алгоритмі 1-суретте көрсетілген.

Толық сипаттама және калибрлеу операцияларын орындау әдістемесі [1] берілген. АӨЖ шығарылған кезде АӨЖ өндірушімен калибрленеді. Тұтынушыға сәйкес бағдарламалық құрал мен пайдаланушы нұсқаулығы бар калибрленген өнім беріледі.

Компьютерді калибрлеу үшін орындалатын операциялардың қысқаша сипаттамасы:

<u>1-ші өлшем</u> – көрсеткіштерді қалыптастыру және компьютердің температурасын анықтау

<u>$t^{\circ}C = t_k^{\circ}C$</u> – ИВМ температурасын калибрлеу температурасына дейін жеткізу шарттарын тексеру;

Жуықтау ережесі:

a. $t_{k-1} \leq t < \frac{t_{k-1}+t_k}{2}, t = t_{k-1};$

b. $\frac{t_{k-1}+t_k}{2} \leq t < t_k, t = t_k;$

<u>2-ші өлшем</u> – көрсеткіштерді қалыптастыру және компьютердің температуралық траекториясы үшін x_{1k}, x_{2k} бақылау мәндерін анықтау.

<u>*3n2*</u> — файлға $t_k,\ x_{1k}, x_{2k}$ сақтау.

<u>3-ші өлшем</u> – көрсеткіштерді қалыптастыру және калибрленген өлшеу бағдарламасының x_{1k}, x_{2k} бақылау мәндерін анықтау.

<u>*3n2*</u> - t_k, x_{1k}, x_{2k} файлға сақтау.

<u>PK=</u> - өлшеу бағдарл амасының калибрлеу режимін жалғастыру: 1 - иә, 0 - жоқ.

<u>t°C =</u> - келесі температура нүктесі үшін калибрлеу режимін жалғастырыңыз: 1 - иә, O - жоқ.

Компьютердегі әрбір өлшеу бағдарламасы үшін өлшеу бағдарламасы кодтары үшін арнайы мәндер бар. Осылайша, өлшеу бағдарламасы кодтарының мәндерін орнатуға болады және АӨЖ барлық өлшеу бағдарламалары үшін калибрлеу операциясы орындалады.

Басты ерекшеліктер:

1. Есептеу өрнектерін шығару кезінде АӨЖ түрлендіру сипаттамаларының формуласы қолданылады:

$$N = Ax + B, \qquad (1)$$

мұндағы A – сипаттаманың еңісі; B – бастапқы ығысу.

2. 1-өлшеу үшін есептеу өрнектерін құру алгоритмі:

a. есептерді қалыптастыру

$$\left.\begin{array}{l}\overline{N}_1 = A_i x_1 + B_t \\ \overline{N}_2 = A_i x_2 + B_t\end{array}\right] \quad -\text{МИ метрологиялық өлшемдері;}$$

$$\overline{N}_1 = A_i x_1 + B_t\Big] \quad -\text{бақылау өлшемдері КИ2} - 3.$$

R_k - кедергі термиялық түрлендіргіштің кедергісі:

$$R_k = R_{t0}(1 + \alpha_0 t), \qquad (2)$$

мұндағы $R_{t0} = 10{,}04$ Ом, бұнда $20°C, \alpha_0 = 3{,}94 \cdot 10^{-3}\ {}^{1}/_{\circ C}$ –мыс үшін төлқұжат деректері.

b. түрлендіру факторларының анықтамасы

$$A_t = \frac{\overline{N}_2 - \overline{N}_1}{x_2 - x_1}, B_t = \frac{\overline{N}_1 x_2 - \overline{N}_2 x_1}{x_2 - x_1} \qquad (3)$$

АКШ-дан АӨЖ калибрлеу кезінде x_1 және x_2 калибрлеу мәндері келесі мәндерге ие болады:

$$x_1 = 0, x_2 = x = 17 \text{ Ом}$$

Баяндалғанды ескере отырып:

$$A_t = \frac{\overline{N}_2 - \overline{N}_1}{x}, \quad B_t = \overline{N} \qquad (4)$$

c. R_t анықтамасы:

$$R_t = \frac{\overline{N}_{3k} - B_t}{A_t} = R_{t0}(1 + \alpha_0 t). \qquad (5)$$

d. ИВМ температурасын анықтау:

$$t = \frac{R_t - R_{t0}}{\alpha_0 \cdot R_{t0}} \qquad (6)$$

3. 2-өлшеу үшін есептеу өрнектерін құру алгоритмі:

a. есептерді қалыптастыру

b.

$$\overline{N}_{1k} = A_i x_{1k} + B_t] \qquad -\text{бақылау өлшемдері КИ2} - 3.$$

$$\overline{N}_{2k} = A_i x_{2k} + B_t] \qquad -\text{бақылау өлшемдері КИ2} - 3.$$

c. x_{1k}, x_{2k} анықтамасы:

$$x_{1k} = \frac{\overline{N}_{1k} - B_t}{A_t}, \qquad x_{2k} = \frac{\overline{N}_{2k} - B_t}{A_t}$$

мұндағы A_t, B_t – (4) формуласынан.

4. 3-ші өлшеу кезінде есептеу өрнектерін қалыптастыру алгоритмі (1ТР типті мысалда):

a. есептерді қалыптастыру

$$\left.\begin{aligned}\overline{N}_1 &= Ax_1 + B\\ \overline{N}_2 &= Ax_2 + B\end{aligned}\right] \qquad -\text{МИ метрологиялық өлшемдері;}$$

$$\left.\begin{aligned}\overline{N}_{1k} &= Ax_{1k} + B\\ \overline{N}_{2k} &= Ax_{2k} + B\end{aligned}\right] \qquad -\text{КИ3 бақылау өлшемдері.}$$

b. түрлендіру коэффициенттерін анықтау:

$$A_t = \frac{\overline{N}_2 - \overline{N}_1}{x_2 - x_1}, B = \overline{N}_1 - Ax_1 \qquad (7)$$

А және В коэффициенттері үшін өрнекте АКШ-де калибрлеу мәндерінің тапсырмасы қабылданады: $x_1 = 0, x_2 = |D|$, мұндағы D -өлшеу диапазоны.

Мысалы, $D = \pm 1$ Ом; $x_2 = 1$ Ом; кезінде $x_2 = 16$ мВ; және т. б.

Баяндалғанды ескере отырсақ: $A = \frac{\overline{N}_2 - \overline{N}_1}{A}, \quad x_{2k} = \frac{\overline{N}_{2k} - B}{A}$

5. АКШ-ден х2 калибрлеу мәндері $t_{AKM} = (20 \pm 2)°C$ кезінде кепілдендірілген. t_{AKM} басқа мәндері кезінде тиісті түзетуді енгізу немесе температура диапазонында калибрленген АКМ пайдалану қажет.

6. АӨЖ калибрлеу кезінде метрологиялық (МИ) және бақылау (ИШӨ) өлшемдері үшін өлшеу бағдарламасы кодтары тапсырмаларының сәйкестігін қамтамасыз ету қажет. өлшеу бағдарламасы кодтарының бірдейлігі бойынша өлшеу бағдарламасы-дің мынадай деректері бірдей берілген:

–МИП түрі;

–өлшеу бағдарламасы параметрі;

–өлшеу диапазоны;

–T_{np} мәні.

7. Басқару мәндерінің файлына арналған код ретінде жұмыс өлшемдеріне арналған өлшеу бағдарламасы коды қолданылады. өлшеу бағдарламасы кодтарының тапсырмасы в кестелерімен арақатынаста орындалады [1].

8. МИП ТМ, 3ТР, 4ТР, 3ТР+ТС, 4ТР+ТС үшін бақылау мәндеріне арналған есептеу өрнектері КИЗ-де ИВМ бақылау өлшеулерін орындау ерекшеліктерін ескере отырып келтірілген.

Қолданылған әдебиеттер:

1. Подборонов Б.П. и др. Измерительно-вычислительный комплекс (ИВК) «Тензор», Технические условия, НПП «АпАТэК» №38ту, 2004г.3.

2. S. Sumitro, Y. Matsui, M. Kono, T. Okamoto, and K. Fujiib «Long span bridge health monitoring system in Japan», Proc. SPIE Vol. 4337, 2001, P 517-524.

3. A.E. Aktan, F. N. Catbas, K. Grimmelsman, M. Pervizpour, J. Curtis, K. Shen and X. Qin .A theory of health monitoring for highway bridges., Proc. First Int. Conf. On Bridge Maintenance, Safety and Management, IABMAS 2002, Barcelona, 14 .17 July, 2002.

4. A. Del Grosso, D. Inaudi, L. Pardi .Overview of European activities in the health monitoring of bridges. Proc. First Int. Conf. on Bridge Maintenance, Safety and Management, IABMAS 2002, Barcelona, 14 .17 July, 2002

5. H.-M. Koh, S.P. Chang, S.-K. Kim, C.-Y. Kim, W.J. Kim .Development and application of health monitoring system for bridges in Korea., Proc. First Int. Conf. On Bridge Maintenance, Safety and Management, IABMAS 2002, Barcelona, 14 .17 July, 2002.

6. Шаро Л.Б., Шишкина Д.В., Николаев В.Е., Галахов В.А., Тимофеев В.П., Богданов А.А. Сооружение арочного пролетного строения нового Краснолужского моста через р. Москву в Москве.- Вестник мостостроения.- 2002.- №1-2. С.25-27.

УДК 004-9

ВЕБ-РЕСУРСТАРДЫҢ ҚАУІПСІЗДІГІНІҢ ОСАЛДЫҚТАРЫ МЕН ҚАУІПТЕРІН ЖІКТЕУ ЖӘНЕ СИПАТТАУ

Баракова Алия Шаризатқызы
докторант, Аль- Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан

Усатова Ольга Александровна
PhD, Ғылыми жетекші
ҚР БҒМ ҒК Ақпараттық және есептеуіш технологиялары институты

Аннотация: *Бұл мақалада веб – сайттарға төнетін қауіптерлерге шолу жасалып, сонымен қатар веб-ресурстардың қауіпсіздігінің осалдықтары мен қауіптерінен қорғанудың тиімді тұстары мен ескертулер мен кеңестер ұсынылған. Негізгі аспектілері мен қауіпсіздікті қамтамасыз ету іс-шаралары туралы айтылған*

Кілттік сөздер: веб-сайт қауіпсіздік, шабуыл, хаттама, аутентияикация, зиянкестер.

Сайттарды күзету және қорғау - ерте ме, кеш пе, кез-келген құнды ресурстардың иесі кезігіп қалатыны сөзсіз. Қауіпсіздік мәселесі веб-сайтты әзірлеу сатысында мүмкіндігінше қатаң түрде шешілуі немесе жұмыс істеу кезеңінде мәселелер туындаған кезде оған күшпен қайтарылуы мүмкін.[1]

Сайттарды қорғаудың негізгі міндеті - бұл қауіпсіздік талаптарына сай келетін ресурстарды құру немесе бар және ықтимал қауіпті осалдықтарды талдай отырып, қолданыстағы сайтты осы талаптарға жақындату, болашақта оларды жою бойынша бірқатар жұмыстар жасау. Есте болсын, сайт қауіпсіздігі тек қана код пен қолданылған бағдарламалық қамтамасыз етудің қауіпсіздігін ғана емес, сонымен бірге оны басқарудың қауіпсіздігін, парольді қорғауды, артық жүктемелерден қорғауды, сонымен қатар провайдермен бірқатар ұйымдастырушылық және техникалық мәселелерді шешуді білдіреді.

Веб-ресурстарды қорғау - бұл белгілі бір әрекеттер жиынтығын біріктіретін процесс. Қолданыстағы жүйе алдымен қауіпсіздікке тексеріледі, содан кейін осы қауіпсіздікке қол жеткізу үшін бірқатар шаралар мен жұмыстар жасалады. Бұл сайтты жасайтын немесе оңтайландыратын бағдарламашылардың қызметтері және техникалық мәселелерді шешетін инженерлердің қызметтері және, әрине, белгілі бір ұйымдастырушылық шаралар жиынтығы болуы мүмкін. Мұның бәрі тапсырыс берушінің қалауы мен мүмкіндіктеріне байланысты.

Жалпы айтқанда, веб-желіні барлық желілік қауіптерден қорғау болып табылады. НАНО антивирусын жасаушылар файлдарды қорғау функцияларын ажыратады, яғни вирус жұққан және күдікті адамдарға кіруді бұғаттайтын

компьютердегі файлдарды тексеру және веб-қорғау, яғни Интернеттен жүктелген файлдарды вирус жұқтырған файлдарды бұғаттау арқылы тексеру.[2]

Көбінесе компьютердің веб-қорғанысы күдікті веб-беттерге кіруді бұғаттау, сілтемені талдау, компьютерге қауіп төндіретін сайтқа кіру кезінде қолданушыны ескерту деп аталады. Ықтимал қауіпті сайтқа кіруге кедергі келтіретін модуль, әдетте, Web Protection деп аталады, яғни веб-қорғау. Көптеген антивирустық бағдарламалардың пайдаланушылары бұл модульді өшіруді жөн көреді, өйткені ол жалған дабылды жиі тудырады.

Веб-қосымшалардың қауіпсіздік әдістері мен құралдарын әзірлеу және енгізуден алдын веб-қосымшаларға төнетін қауіптердің түрлерін тізіп шығайық:

- DoS және DDoS шабуылдар
- XSS-инъекция
- SQL-инъекция
- CSRF шабуылы
- Фишинг шабуыл

Осылардың ішінде жиі кездесетін шабуылдар ол DoS және DDoS шабуылдар

DoS (Denial of Service) – веб шабуылдың ең танымал түрі. Сонымен қатар, осы түрдегі шабуылдардан жүз пайыз қорғаныс жасау өте қиын. DoS ұйымдастыру ең аз білім мен дағдыларды қажет ететіндіктен, мұндай шабуылдар ұсақ болып саналады.[3] Алайда, DoS шабулын жасау қарапайым екенінен және оның зияны үлкен болатынына байланысты, бұл шабуылдың түрі желінің қауіпсіздігі үшін жауап беретін әкімшілердің назарынан түпеуі керек. DoS шабуылдары басқа шабуылдардан өзгеше. Олар желіге кіруге немесе осы желіден кез келген ақпаратты ұрлап алуға арналмаған. DoS шабуылы желіні, амалдық жүйені немесе қолданба үшін рұқсат етілген шектеулерден асып, қалыпты пайдалану үшін сіздің сайттың қол жетімді болмауын көздейді.

1-сурет. Dos және DDos шабуылдарының жұмыс жасау сұлбасы

Веб-ресурстардың қауіпсіздігінің осалдықтары мен қауіптерін жіктеу және сипаттау

Веб-ресрустардың қауіпсіздігіне қандай әдіспен талдау жүргізу керек екенін анықтамас бұрын, алдымен ықтимал қауіп-қатерлер мен осалдықтарды зерттеу қажет. Web Application Security Consortium Threat Classification жүйесі бойынша тиісті қауіптерге сәйкес 6 сыныптарды біріктіре отырып, осалдықтардың өзекті түрлерін және оларды пайдаланатын шабуылдарды жіктейміз және сипаттаймыз:

- ақпаратты жария ету;
- аутентификация;
- авторизация;
- клиенттерге шабуылдар;
- кодты орындау;
- логикалық шабуылдар.

Trustwave мәліметтері бойынша, көптеген компаниялар веб - бағдарламаларға шабуыл жасау қаупін дұрыс бағалай алмайды, олардың 66% - ы осалдықтарға өздерінің веб-бағдарламаларының тек 25% - ын ғана сынақтан өткізді. Бұл ретте фирмалардың 20% бұл процестің еңбек сыйымдылығы мен ұзақтығына байланысты тестілеу өткізбейді, ал40% өзінің веб- бағдарламаларының тек 5% ғана тестілейді.

Бұл жіктеу веб-қосымшаның қауіпсіздігін талдауды барынша жеделдету және жеңілдету және өзекті осалдықтар мен танымал шабуылдарға назар аудару үшін ұсынылады.

Осындай жіктеуді енгізудің орындылығы қазіргі кезде мұндай жіктеу жоқ болғандықтан, веб-қосымшалардың инфрақұрылымын дамыту есебінен осалдықтар мен шабуылдардың негізі ғана бар, олардың кейбіреулері қазір қолданылмайды немесе осалдықтар өздерінің өзектілігін жоғалтты.[4]

Бағдарламаны идентификациялау.

Сервер мен клиенттің операциялық жүйелері, браузерлері мен веб- серверлері туралы ақпарат алу үшін шабуылдаушы бағдарламалардың нұсқаларын идентификациялауды пайдаланады. Бұл шабуыл деректер қорының сервері немесе каталог қызметі сияқты басқа веб-қолданбаның құрамдас бөліктеріне де бағытталуы мүмкін.

Әдетте мұндай шабуылдар веб-қосымшаның серверімен ұсынылатын әр түрлі деректерді талдау арқылы орындалады:

- соокіе мәні;
- HTTP жауап тақырыптары;
- каталог құрылымы;
- веб-қосымшаларды әзірлеуді қолдау интерфейстері;
- серверді басқару интерфейстері;
- HTTP протоколын іске асыру ерекшеліктері;
- сервер пайдаланатын файл кеңейтілімдері.
- аутентификация

Бұл қауіптер класында веб-серверлерді аутентификациялауды іске асыруда осалдықтарды айналып өтуге және пайдалануға бағытталған шабуылдар сипатталады.

Brute force - автоматты іріктеу процесі, құпия сөзді, пайдаланушының атын, шифрлау кілтін және т.б. табу мақсатында қолданылады.

Көптеген жүйелер кішкене парольдерді немесе шифрлау кілттерін қолдануға мүмкіндік береді, және жиі қолданушылар парольдік сөздердің сөздіктерінде оңай табылатын сөз тіркестерін қолданады.

Осы фактіні назарға ала отырып, қаскүнем сөздіктерді пайдалана алады және ондағы комбинациялардың көптеген санын құпия сөз орнына қолдануға тырысады.

Таңдаудың екі түрі болады: тура және кері. Тура таңдау кезінде бір пайдаланушы аты үшін әр түрлі құпия сөздерді тестілейді. Тура таңдауға қарағанда, кері таңдау пайдаланушылардың әр түрлі аттары іріктеледі, ал пароль тұрақты болып қалады.[5] Танымалдығына және жоғары тиімділігіне қарамастан, таңдау бірнеше сағаттан бірнеше айға дейін өте көп уақыт алады.

Web-қосымшаларға жасалатын шабуылдардың өзекті кластарының көпшілігі пайдаланушының авторландыру кезеңіне келеді, атап айтқанда, web-қосымшаның брандмауэрін және бағдарламалық, сондай-ақ аппараттық деңгейдегі әртүрлі қорғау жүйелерін айналып өтіп, пайдаланушының сәйкестендіру және аутенти фикациялық деректерін пайдаланушыдан Web-қосымшаның деректер базасына (ДБ) беру процесі. Бұл кезеңде кез-келген қорғаудың мәні жоғалады, бірақ егер сіз тек сеанстармен жұмыс жасасаңыз (шолғышты жапқан кезде барлық сәйкестендіру деректері нөлденеді), жиі кіретін сайтқа немесе веб-қосымшаға кірген сайын авторизация деректерін енгізуге тура келеді. Егер пайдаланушылардың көпшілігінде бірнеше пошта, әртүрлі парольдер мен логиндер бар екенін ескеретін болсақ, онда мұндай қорғау шаралары пайдаланушылардың барлық парольдері мен логиндерін материалдық тасымалдағышқа қарапайым жазуға әкеледі, бұл бәрінен де аз қорғалады және қорғаудағы мағынасы мүлде таусылады [1]. Жүктемені сауатты бөліп, Cookie-Мен және сессиялармен жұмыс істеу мағынасы бар. Пайдаланушы өзінің логині мен паролін 1-суретте бізге бере алатын пішінді елестетіп көріңіз.

```
<form action="login.php" method="post">
    <table>
        <tr>
            <td>Логин:</td>
            <td><input type="text" name="login" /></td>
        </tr>
        <tr>
            <td>Пароль:</td>
            <td><input type="password" name="password" /></td>
        </tr>
        <tr>
            <td></td>
            <td><input type="submit" value="Войти" /></td>
        </tr>
    </table>
</form>
```

2 - сурет. Пайдаланушының пароль мен логинді беру нысаны

Пайдаланушы деректерді енгізгеннен кейін оның логині мен паролін тексеру қажет. Авторизация деректері таза түрде сақталмайтыны анық. Криптографиялық және криптографиялық емес хэш функциялары әртүрлі. Пайдаланушы деректерді енгізгеннен кейін оның логині мен паролін тексеру қажет. Авторизация деректері таза түрде сақталмайтыны анық.

Қорытындылай келе зерттеуді орындау барысында осы жұмыстар жіктеліп, қарастырылды. Хакерлік шабуылдардың түрлері, сондай-ақ олармен күресу жолдары оларға. Бұл сала қазіргі уақытта ең қажет, өйткені мүмкін хакерлердің күнделікті әрекеттерін байқау ұйымның осы немесе басқа жүйесін бұзады. Бұл ұсынуға бағытталған ұйымдардың дамуын жүзеге асыруға шақырады осы саладағы қорғау шараларын жүзеге асыру. Барлық қолданыстағы қорғаныс әдістерінің ішінде ең сенімді әдістер-бұл қазірдің өзінде тексерілген технологияларды өзгерту кезінде іс жүзінде, сондай-ақ пайдаланушының өзі қажетті сақтық шараларын сақтауы қажет

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Статистика уязвимостей веб-приложений в 2018 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/ web-application-attacks-2018.

2. Боршевников, А.Е. Сетевые атаки. Виды. Способы борьбы / А.Е. Боршевников // Современные тенденции технических наук : материалы Международной научной конференции. – Уфа : Лето, 2011. – С. 8–13.

3. Гридасов, В. Сравнение фаерволов для защиты веб-сайтов / В. Гридасов // Web Application Firewall – WAF [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.anti-malware.ru/compare/webapplication-firewall-waf-2017.

4.Bherde G. P., Pund M. A. (2017) Recent attack prevention techniques in Web service applications. In International Conference on Automatic Control and Dynamic Optimization Techniques 2016 (ICACDOT-16), pp. 1174–1180.

5. Uwagbole S. O., Buchanan W. J., Fan L. (2017) Applied Machine Learning predictive analytics to SQL Injection Attack detection and prevention. In IFIP/IEEE Symposium on Integrated Network and Service Management 2017 (IM), pp. 1087–1090

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ФУНКЦИЙ ХЕШИРОВАНИЯ HBC-256

[1]Ищукова Е.А., [1]Маро Е.А., [1]Бабенко Л.К.,
[2]Алгазы К.Т, [2,3]Сакан К.С.
e-mail: jekky82@mail.ru, marokat@gmail.com, kairat_sks@ipic.kz
[1]Южный Федеральный Университет, Таганрог, Россия
[2]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Алматы, Казахстан
[3]Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Аннотация. *В статье рассматриваются новый алгоритм хеширования HBC-256. Алгоритм HBC-256 разработан на основе блочного шифра функции сжатия CF (Compression Function) и вырабатывает хеш-значение длиной 256 бит. Как любая новая криптографическая структура алгоритм HBC-256 требуют тщательного исследования с целью подтверждения их криптографических свойств, а именно: необратимости и устойчивости к коллизиям первого и второго рода. Для алгоритма хеширования выдвинута и подтверждена теоретически гипотеза о существовании парных разностей, которые позволят построить раундовые характеристики для хеширования и параллельно для функции выработки раундовых ключей.*

Ключевые слова. *Функция хеширования, криптография, криптоанализ, коллизия, алгоритм, дифференциальный криптоанализ, алгебраический криптоанализ.*

Введение

В современном информационном мире одной из ключевых ценностей является обеспечение достоверности и безопасности информации. Множество информационных систем, включая малоресурсные IoT устройства, используют различные криптографические преобразования для обеспечения информационной безопасности при хранении и передаче данных. Одним из базовых криптографических преобразований, задействованных в различных задачах обеспечения безопасности, являются хеш-функции - односторонние математические преобразования, переводящие произвольный входной массив данных в уникальную последовательность фиксированной длины. Современные хеш-функции используются для осуществления различных процедур защиты информации, например, таких как аутентификация пользователей [1], контроль целостности данных [2], электронная подпись [3], формирование транзакций криптовалют [4, 5], поиск вредоносного программного обеспечения [6], создание стегоконтейнеров (Hash-Based Approach) [7], оптимизация алгоритмов биометрической идентификации [8]. В задачах аутентификации пользователей хеш-значения используются для безопасного хранения аутентификационной информации на проверяющей стороне с обязательным включением в данные

случайного компонента («соли»). Ранее вычисленные хеш-значения могут быть использованы для обеспечения быстрой проверки целостности больших массивов данных, либо контроля целостности стегоконтейнеров. При формировании электронной подписи хеш-функции применяются для генерации уникального отображения подписываемых данных в битовую последовательность фиксированной длины, что позволяет повысить скорость подписания данных с гарантированным обеспечением их неизменности в дальнейшем. В системах идентификации по форме лица хеш-значения могут применяться для формирования хеш-таблиц биометрических образцов и выполнения быстрого поиска и индексации базы.

К криптографическим хеш-функциям предъявляются следующие требования:

– Быстродействие: для любого сообщения M возможно эффективно вычислить хеш-значение h в реальном масштабе времени.

– Необратимость (однонаправленность): по известному хеш-значению h вычислительно сложно найти сообщение M, такое что h=hash(M).

– Стойкость в слабом смысле: по известному сообщению M вычислительно сложно сформировать (вычислить) сообщение M’, такое что h=hash(M)= hash(M’).

– Стойкость в сильном смысле: вычислительно сложно найти случайные сообщения M и M’, такие что hash(M)= hash(M’).

В настоящее время функции хеширования базируются на использовании следующих вариантов построения:

1) использование различных битовых нелинейных функций;

2) использование структуры Меркля-Дамгарда на основе сжимающей функции в виде блочных симметричных алгоритмов шифрования;

3) специализированные структуры.

1. Функция хеширования HBC256

Алгоритм хеширования данных HBC-256 (*H*ash based on *B*lock *C*ipher) относится к классу новых функций хеширования. Детальное описание алгоритма и некоторые подходы к его анализу представлены в работе [9]. HBC-256 разработан на основе блочного шифра функции сжатия CF (*C*ompression *F*unction). Функция сжатия принимает два входа – 128-битный блок сообщений m^j и 128-битный раундовый ключ шифрования – и выводит промежуточный 128-битный хеш-код. Для создания конечного *n*-битного хеш-кода размер блока сообщений и размер промежуточного хеш-кода должны быть одинаковой длины *w* бит, причем $n<w$. Длина промежуточного хеш-кода *w* равна $128*k$ бит.

Общая схема хеширования сообщения $M(M_0, M_1, \dots, M_{t-1})$ представлена на рис. 1, где $M_r(m^0, m^1, \dots, m^{k-1})$, $r = 0,1, \dots, t-1$ (при $k = 3$). Предложенный алгоритм предлагает в качестве мастер-ключа использовать само сообщение *M*, а шифруемого текста – предыдущий промежуточный хеш-код h_{i-1}^j. На основе блоков сообщения генерируются раундовые ключи в необходимом количестве.

Рисунок 1 – Общая схема хеширования алгоритма HBC

Порядок работы алгоритма HBC-256 следующий: исходное сообщение дополняется. Если длина *M* кратна *128*k*, то в конце *M* добавляется еще один *128*k*-битный блок, состоящий из нулевых битов, за исключением первого и последнего бита, которые равны единице. Если длина *M* не кратна *128*k*, то *M* дополняется таким количеством битов, чтобы оно было кратно *128*k*. Затем берется блок M_0, состоящий из первых 384 бит сообщения *M*, и делится на три 128-битовые части m^0, m^1, m^2. На основе каждого m^j генерируются отдельные раундовые ключи rk_i^j, используя алгоритм развертывания раундовых ключей CFKey, где $i = 1,2, \dots, R_1$ и $j = 0,1, \dots, k-1$. В самом начале инициализационный вектор или хеш-код принимает значение 0, т.е. $h_0^j = 0^{128}$. Теперь для всех трех частей одновременно выполняется алгоритм шифрования CF, принимающий в качестве входных данных раундовый ключ rk_0^j и h_0^j. Далее по схеме Девиса-Мейера получаем p^j как результат суммирования h_1^j и h_0^j по модулю 2. После этого с помощью процедуры PerF производится перестановка местами значений всех трех p^j, которые затем делятся на три части длиной 128 бит каждая. Процедура байтовой перестановки PerF осуществляется по формуле:

$$h_{ki+j} = h_{i+16j}, \quad i = 0, \dots, 15; \; j = 0, \dots, k.$$

После обработки последнего блока M_{t-1} с полученного хеш-кода длиной *128*k* бит с применением сжимающей функции ComF определяем окончательный хеш-код *h* длиной 256 бит: $h = ComF(h_{R_1}^0, h_{R_1}^1, \dots, h_{R_1}^k)$.

2. Поиск коллизии методом дифференциального криптоанализа

Метод дифференциального криптоанализа впервые был предложен Э. Бихамом и А. Шамиром для анализа стандарта шифрования DES [10, 11]. Дифференциальный криптоанализ основан на изучении преобразования разностей между шифруемыми значениями на различных этапах шифрования. В качестве разности, как правило, применяется операция побитового суммирования по модулю 2, в том числе возможен и анализ разности по модулю 2^n. Дифференциальный анализ - метод криптоанализа симметричных блочных шифров и других криптографических примитивов, в частности, хеш-функций и поточных шифров [12]. Для применения данного вида анализа необходимо построить таблицы дифференциальных свойств для всех нелинейных элементов алгоритма - S блоки замены, сложение по модулю 2^n и других. Подробный алгоритм для дифференциального анализа нелинейных элементов можно найти в работах [13, 14].

В общем случае применение метода дифференциального криптоанализа сводится к следующим шагам:

1. Анализ нелинейных элементов и определение наиболее вероятных разностей для них.
2. Построение многораундовой характеристики (вида входная разность – выходная разность) от простого к сложному, то есть от одного раунда до n раудов. Определение вероятности появления построенной характеристики.
3. Поиск правильных пар текстов, то есть таких текстов, для которых сумма входных значений совпадает со значением входной разности, а сумма выходных значений совпадает с выходной разностью.

Анализ S0

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	2	0	4	2	0	0	0	0	2	2	2	0	2
2	0	0	0	0	0	2	0	2	0	2	4	2	0	0	0	4
3	0	0	2	2	4	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	4
4	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	2	2	2	2	0	0
5	0	2	0	2	0	0	0	0	2	2	2	2	2	0	2	0
6	0	2	0	2	0	0	2	2	4	0	0	0	2	0	0	2
7	0	0	2	4	4	2	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0
8	0	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	4	4	0
9	0	2	2	2	0	0	2	0	2	0	2	2	0	0	0	2
A	0	0	2	0	2	0	2	2	0	4	0	2	2	0	0	0
B	0	2	2	0	2	2	0	0	0	2	2	0	2	2	0	0
C	0	2	0	0	2	0	2	2	4	0	2	0	0	0	2	0
D	0	2	2	0	2	4	0	2	0	0	0	0	0	4	0	0
E	0	4	2	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	2	2	2
F	0	0	2	0	0	0	0	2	2	0	2	2	2	0	4	0

Анализ S1

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	2	2	4	2
2	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	2	4	2	4	0	0
3	0	2	2	2	2	0	2	2	2	0	0	0	0	2	0	0
4	0	0	0	2	0	4	2	0	0	0	0	2	0	0	2	4
5	0	0	2	2	2	2	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0
6	0	0	0	2	4	0	2	0	2	2	0	2	0	0	0	2
7	0	2	0	0	0	0	2	4	4	2	0	0	0	0	2	0
8	0	0	0	0	0	0	2	2	0	4	4	0	2	2	0	0
9	0	2	0	2	2	2	2	2	0	2	0	2	0	0	0	0
A	0	2	0	0	4	0	2	0	0	2	0	0	2	2	0	2
B	0	2	2	0	0	0	0	0	2	0	4	2	0	0	4	0
C	0	0	4	0	0	2	0	2	2	2	0	0	2	0	0	2
D	0	2	2	0	0	2	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0
E	0	2	4	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	2
F	0	2	0	0	2	2	0	2	2	0	0	0	0	4	0	2

Анализ S2

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	2	0	0	0	2	0	2	2	2	2	4	0	0
2	0	0	0	0	0	2	4	2	0	2	0	2	0	0	4	0
3	0	0	4	0	2	0	0	2	0	0	0	4	0	2	2	0
4	0	0	0	2	0	2	2	2	0	0	0	2	0	2	2	2
5	0	2	2	2	0	0	2	0	0	0	2	0	2	0	4	0
6	0	2	2	2	0	2	0	0	4	2	0	0	2	0	0	0
7	0	0	0	0	2	2	0	0	4	2	0	2	2	0	0	2
8	0	0	0	2	0	0	2	0	0	4	2	0	4	0	0	2
9	0	2	0	0	2	4	2	2	0	0	2	0	0	0	2	0
A	0	2	2	0	0	2	0	2	2	0	2	0	2	0	0	2
B	0	4	2	0	0	0	0	2	2	0	0	4	0	2	0	0
C	0	0	0	2	4	0	0	2	2	2	2	0	0	0	0	2
D	0	0	2	2	2	2	0	0	2	0	2	0	0	2	0	2
E	0	4	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	2	4
F	0	0	2	2	4	0	4	0	0	0	0	0	2	2	0	0

Анализ S3

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	4	0	0	0	4	0	2	0	2	2	0	2	0
2	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	2	2	4	2	2
3	0	0	4	0	2	0	0	2	2	0	0	2	0	0	4	0
4	0	0	0	0	0	4	4	0	0	2	2	0	2	0	0	2
5	0	2	2	0	0	2	2	0	0	0	2	2	2	2	0	0
6	0	0	2	2	2	0	2	0	2	4	0	2	0	0	0	0
7	0	2	0	0	0	0	0	2	4	0	0	2	0	2	4	0
8	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2
9	0	2	0	0	2	2	0	2	2	2	2	0	2	0	0	0
A	0	0	4	2	0	2	2	2	0	0	2	0	0	2	0	0
B	0	0	0	4	2	0	0	0	4	2	0	0	0	0	2	0
C	0	4	0	2	2	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	2
D	0	0	2	2	0	0	0	0	2	0	2	0	2	4	0	2
E	0	0	2	0	4	0	2	0	2	0	0	0	2	0	0	4
F	0	4	0	2	0	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	2

Рисунок 2 – Дифференциальные свойства S-блоков для алгоритма HBC256

Первым этапом анализа является анализ нелинейных элементов и построение таблицы с результатами дифференциальных свойств. Для алгоритма HBC256 такими нелинейными элементами являются S-блоки замены, представленные в работе [9]. В результате анализа дифференциальных свойств этих S-блоков в соответствии с [15] были построены таблицы, представленные на рис. 2. Из таблиц на рис. 2 можно видеть, что максимально возможная вероятность появления ненулевых разностей составляет 1/4.

При внимательном изучении схемы преобразования данных, было замечено, что S-блоки фактически образуют 16 S-блоков размерностью 8x8 бит. В зависимости от байта, к которому они применяются, при формировании большого S-блока используются комбинации малых S-блоков. Таким образом, были сформированы и проанализированы 16 S-блоков для каждого из байтов состояния.

Так, например, для байта a_{00} будет применяться S-блок S_{00}, образованный из двойного применения блока S_0 [9]. В результате S-блок S_{00} примет следующий вид:

S_{00} = [0, 240, 176, 128, 192, 144, 96, 48, 208, 16, 32, 64, 160, 112, 80, 224, 15, 255, 191, 143, 207, 159, 111, 63, 223, 31, 47, 79, 175, 127, 95, 239, 11, 251, 187, 139, 203, 155, 107, 59, 219, 27, 43, 75, 171, 123, 91, 235, 8, 248, 184, 136, 200, 152, 104, 56, 216, 24, 40, 72, 168, 120, 88, 232, 12, 252, 188, 140, 204, 156, 108, 60, 220, 28, 44, 76, 172, 124, 92, 236, 9, 249, 185, 137, 201, 153, 105, 57, 217, 25, 41, 73, 169, 121, 89, 233, 6, 246, 182, 134, 198, 150, 102, 54, 214, 22, 38, 70, 166, 118, 86, 230, 3, 243, 179, 131, 195, 147, 99, 51, 211, 19, 35, 67, 163, 115, 83, 227, 13, 253, 189, 141, 205, 157, 109, 61, 221, 29, 45, 77, 173, 125, 93, 237, 1, 241, 177, 129, 193, 145, 97, 49, 209, 17, 33, 65, 161, 113, 81, 225, 2, 242, 178, 130, 194, 146, 98, 50, 210, 18, 34, 66, 162, 114, 82, 226, 4, 244, 180, 132, 196, 148, 100, 52, 212, 20, 36, 68, 164, 116, 84, 228, 10, 250, 186, 138, 202, 154, 106, 58, 218, 26, 42, 74, 170, 122, 90, 234, 7, 247, 183, 135, 199, 151, 103, 55, 215, 23, 39, 71, 167, 119, 87, 231, 5, 245, 181, 133, 197, 149, 101, 53, 213, 21, 37, 69, 165, 117, 85, 229, 14, 254, 190, 142, 206, 158, 110, 62, 222, 30, 46, 78, 174, 126, 94, 238].

Аналогичным образом были сформированы блоки S_{01}…S_{33}. Все блоки были проанализированы на дифференциальные свойства. Было показано, что для каждого блока существует целый ряд разностей, преобразующихся с вероятностью 1/4. Это было ожидаемо из результатов анализа блоков S_0…S_3 (рис. 2). Такая ситуация возникает тогда, когда на вход одного S-блока поступает разность 0000 (которая преобразуется в выходную разность 0000 с вероятностью 1), а на вход второго S-блока поступает разность, имеющая вероятность появления ¼. Однако, такие предвычисления значительно сокращают время анализа структуры функции хеширования и позволяют лучше понять изменения байтовых разностей. Пример фрагмента таблицы с результатами анализа для блока S_{00} представлен на рис. 3. По вертикали обозначены некоторые входные разности, по горизонтали выходные. На пересечении цветом закрашены те ячейки, для которых вероятность образования соответствующей выходной разности для определенной входной разности равна ¼.

Вероятность 64/256

dA/d(	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160	176	192	208	224	240
1																														
2																														
3																														
4																														
6																														
7																														
8																														
10																														
12																														
13																														
14																														
15																														
16																														
32																														
48																														
64																														
96																														
112																														
128																														
160																														
192																														
208																														
224																														
240																														

Рисунок 3 - Фрагмент таблицы с результатами анализа для блока S_{00}

Задача дифференциального криптоанализа для поиска коллизий функции хеширования ставится следующим образом: необходимо построить преобразование разностей текстов таким образом, чтобы входная разность имела ненулевое значение, а выходная – нулевое. Важно отметить, что вероятность нахождения такой пары текстов должна быть меньше вероятности нахождения коллизии с использованием метода грубой силы.

Важной особенностью алгоритма хеширования HBC256 является тот факт, что на вход выработки раундовых ключей и на вход самой функции поступает одно и то же значение. При этом обработка этих значений незначительно отличается, что добавляет дополнительную сложность при анализе.

Начинаем с анализа функции выработки подключей. Функция содержит преобразование Stage-1, Stage-2, Stage-3. Стоит учесть, что в Stage-2 выполняется только сдвиг влево на 1, без операции XOR, которая есть в операции Stage-2 в функции непосредственного хеширования. Все три преобразования происходят друг за другом 8 раз. После этого происходит сложение первоначальной (входной) матрицы с полученной (выходной) матрицей.

Входная матрица поступает на операцию Stage-1. Преобразование начинается с элемента с индексом 00. Происходит сложение всех элементов, находящихся в строке и в столбце с выбранным элементом, выбранный элемент тоже учитывается. После этого новый полученный элемент меняется по S-блоку замены на новый, согласно индексу, и перезаписывается в матрицу. Далее переходим к элементу с индексом 01 и так далее до элемента 33. Сложность заключается в перезаписи элемента и в том, что каждый элемент, согласно индексу, заменяется по своему S-блоку.

Идея по поиску нужных пар тексов состояла в том, чтобы найти такие разности тексов, которые пройдя через преобразования, будут задействовать наименьшее количество элементов массива. Работа началась с поиска подходящего заполнения матрицы. Было перебрано множество различных комбинаций. Пример

одного из варианта приведен на рис. 4. На рис. 4 и последующие белые клетки означают наличие нулевой разности в состоянии, черные клетки означают ненулевое значение разности. Дальнейший анализ позволил выявить еще более подходящий вариант преобразования разностей (рис. 5).

Рисунок 4 – Вариант исходного заполнения массива данных

Рисунок 5 – Улучшенный вариант исходного заполнения массива данных

При дальнейшем рассмотрении преобразования данных с рис. 5 было выявлено, что и после преобразований Stage-2 и Stage-3 каждый раз остаются затронутыми всего три разных блока замены (S_{20}, S_{30}, S_{31}). Данные преобразования изображены на рис. 6.

В результате найденного преобразования (рис. 6) появилась гипотеза: если после первого раунда преобразований состояние разности будет совпадать с разностью первого подключа, а также если в дальнейшем второй раундовый ключ в результате преобразований приобретет нулевую разность, то дальнейшие преобразования пройдут одинаково, а значит будет получена коллизия.

Рисунок 6 – Преобразование разности через три основные операции

Гипотеза. Существует разность *a*, которая при прохождении через один раунд хеширования образует в байтах 20 и 30 значения разности *(a+b)*. Одновременно с этим та же самая разность *a* при прохождении через один раунд выработки раундовых ключей образует разность *(a+b)* в тех же самых байтах (20 и 30). Кроме того, разность *(a+b)* в байтах 20 и 30 может быть преобразована сама в себя при прохождении через один цикл выработки раундовых ключей.

Таблицы S_{20}, S_{30}, S_{31} должны преобразовывать одинаковые значения входных разностей в одинаковые значения выходных разностей в соответствии с рис. 6. Имеется ввиду, что если на вход поступает две разности, равные значению *a*, то на выходе должны быть образованы две разности, равные значению *b* или *a+b*, но они должны совпадать в байтах 20 и 30 (с учетом того, что там используются разные блоки замены). На этапе Stage2 значения разностей могут отличаться. Важно

помнить, что операция Stage 2 разнится для операции выработки ключа и самой функции хеширования.

Производится поиск цепочек, при которых одни и те же значения на входе по таблицам S_{30}, S_{31} будут давать одни и те же значения. Это должно выполняться для преобразования Stage-1. Потом эти значения должны умножиться на два (равносильно сдвигу влево на 1), что даст нам выполнения преобразования Stage-2. Далее эти значения должны обратно вернуться в первоначальное значение, но уже по таблицам S_{20}, S_{30}. Если переносить все это в символьный вид, получаем: пусть на вход приходит значение A. Оно переставляется по таблицам замены S_{30}, S_{31} на значение C. Далее этот элемент умножается на два, получаем (Cx2). После этого данное значение переставляется по таблицам замены S_{20}, S_{30} обратно в значение B.

Таким образом, мы хотим достичь следующих показателей для преобразования разностей (табл. 1).

Таблица 1 – Схема преобразования разностей для функции хеширования HBC256

	Функция хеширования	Выработка ключей
1 раунд	a → a+b	a → b
2 раунд	0 → 0	a+b → a+b

Стоит учесть, что сначала на Stage-1 идет значение с индексом 20, которое преобразуется в ноль. Потом значение с индексом 30, которое уже по S-блоку перестановки меняется на что-то. Использовать выходные разности следует не больше значения 128, для того, чтобы после преобразования Stage-2 не менялись соседние блоки.

В результате проведенного анализа были получены цепочки в соответствии с выдвинутой гипотезой для преобразования ключа (табл. 2). Все значения представляют собой один байт разности, записанный в десятичном виде, запись соответствует схеме: Входная разность → Разность после Stage1 → Разность после Stage2 → Разность после Stage3, при этом в скобках указаны показатели для определения разности по двум задействованным S-блокам (количество появлений из 256). В левом столбце преобразования первого раунда, во втором столбце – преобразования второго).

Таблица 2 – Найденные цепочки для преобразования разностей при выработке ключа

Входная разность → Разность после Stage1 (a) → Разность после StageKey2 → Разность после Stage3 (b) → Входная разность xor Разность после Stage3 (a+b)	Входная разность (a+b) → Разность после Stage1 → Разность после StageKey2 → Разность после Stage3 (a+b)
27 (8|8) → 19 → 38 → 245(4|4) → 238 27 (8|8) → 19 → 38 → 53 (4|4) → 46	238 (4|4) → 92 → 184 (8|4) → 238 46 (8|4) → 93 → 186 (4|8) → 46

27 (8|8) → 23 → 46 → 245 (4|4) → 238	238 (4|4) → 92 → 184 (8|4) → 238
27 (4|4) → 43 → 86 → 140 (8|8) → 151	151 (8|8) → 69 → 138 (8|4) → 151
	151 (8|4) → 73 → 146 (4|4) → 151
	151 (4|4) → 85 → 170 (8|4) → 151
27 (4|4) → 43 → 86 → 60 (4|4) → 39	39 (8|8) → 69 → 138 (4|4) → 39
	39 (8|4) → 79 → 158 (4|4) → 39
	39 (4|4) → 85 → 170 (4|4) → 39
27 (4|8) → 46 → 92 → 140 (8|8) →151	151 (8|8) → 69 → 138 (8|4) → 151
	151 (8|4) → 73 → 146 (4|4) →151
	151 (4|4) → 85 → 170 (8|4) → 151
28 (8|8) → 19 → 38 → 59 (4|4) → 39	39 (8|8) → 69 → 138 (4|4) → 39
	39 (8|4) → 79 → 158 (4|4) → 39
	39 (4|4) → 85 → 170 (4|4) → 39
28 (8|8) → 23 → 46 → 190 (4|8) → 162	162 (8|4) → 82 → 164 (8|8) → 162
29 (8|8) → 19 → 38 → 197 (4|4) → 216	216 (4|8) → 50 → 100 (4|8) → 216
29 (8|8) → 23 → 46 → 213 (4|4) → 200	200 (4|4) → 52 → 104 (4|4) → 200
29 (4|4) → 43 → 86 → 54 (4|4) → 43	43 (8|8) → 45 → 90 (4|4) → 43
	43 (4|8) → 69 → 138 (4|4) → 43
39 (8|8) → 69 → 138 → 108 (4|8) → 75	75 (8|8) → 69 → 138 (4|4) → 75
	75 (8|16) → 70 → 140 (4|4) → 75
75 (8|16) → 70 → 140 → 143 (8|8) → 196	196 (8|4) → 99 → 198 (4|8) → 196
	196 (8|4) → 100 → 200 (4|8) → 196
77 (8|8) → 69 → 138 → 102 (4|4) → 43	43 (8|8) → 45 → 90 (4|4) → 43
	43 (4|8) → 69 →138 (4|4) → 43
	43 (8|8) → 45 → 90 (4|4) → 43
	43 (4|8) → 69 → 138 (4|4) → 43
77 (8|16) → 70 → 140 → 239 (4|4) → 162	162 (8|4) → 82 → 164 (8|8) → 162
77 (8|16) → 70 → 140 → 31 (4|4) → 82	82 (4|4) → 113 → 226 (4|4) → 82
77 (16|4) → 85 → 170 → 149 (8|8) → 216	216 (4|8) → 50 → 100 (4|8) → 216
97 (4|4) → 99 → 198 → 195 (4|4) → 162	162 (8|4) → 82 → 164 (8|8) → 162
97 (4|4) → 100 → 200 → 147 (4|4) → 242	242 (8|4) → 113 → 226 (8|8) → 242
	242 (4|8) → 119 → 238 (4|8) → 242
108 (4|16) → 70 → 140 → 166 (4|4) → 202	202 (4|4) → 35 → 70 (4|4) → 202
	202 (4|4) → 43 → 86 (4|4) → 202
	202 (4|8) → 74 → 148 (4|4) → 202
	202 (4|4) → 99 → 198 (4|4) → 202
	202 (4|4) → 100 → 200 (4|4) → 202
154 (4|4) → 73 → 146 → 85 (4|8) → 207	207 (4|4) → 35 → 70 (4|4) → 207
154 (4|8) → 105 → 210 → 82 (4|4) →200	200 (4|4) → 52 → 104 (4|4) → 200
154 (4|8) → 105 → 210 → 189 (8|4) → 39	39 (8|8) → 69 → 138 (4|4) → 39
154 (4|8) → 105 → 210 → 189 (8|4) → 39	39 (8|4) → 79 → 158 (4|4) → 39
	39 (4|4) → 85 → 170 (4|4) → 39
202 (4|4) → 43 → 86 → 18 (4|4) → 216	216 (4|8) → 50 → 100 (4|8) → 216
202 (4|8) → 74 → 148 → 215 (4|4) → 29	29 (8|8) → 19 → 38 (8|8) → 29
	29 (8|8) → 23 → 46 (16|8) → 29
	29 (4|4) → 43 → 86 (4|8) → 29
221 (8|4) → 82 → 164 → 181 (4|4) → 104	29 (4|8) →46 → 92 (4|8) → 29
	104 (4|8) → 50 → 100 (8|8) → 104
	104 (4|4) → 52 → 104 (4|8) → 104

Аналогично находим цепочки для функции хеширования (табл. 3). При этом в качестве входных разностей используем только входные разности из табл. 2, и ищем такие цепочки, чтобы на выходе образовывалась разность, соответствующая разности (a+b). В табл. 3 все значения представляют собой один байт разности, записанный в десятичном виде, запись соответствует схеме: Входная разность → Разность после Stage1 → Разность после Stage2 → Разность после Stage3.

Таблица 3 – Найденные цепочки для преобразования разностей при хешировании

Входная разность → Разность после Stage1 → Разность после Stage2 → Разность после Stage3	Входная разность → Разность после Stage1 → Разность после Stage2 → Разность после Stage3
27 (8|8) → 19 → 53 (8|4) → 238	77 (4|4) → 73 → 219 (4|4) → 162
27 (4|4) → 25 → 43 (4|8) → 46	77 (4|4) → 25 → 43 (4|4) → 43
27 (4|4) → 27 → 45 (4|8) → 46	77 (4|4) → 73 → 219 (4|4) → 82
27 (8|8) → 19 → 53 (8|4) → 238	77 (4|4) → 73 → 219 (4|4) → 216
27 (8|8) → 19 → 53 (4|4) → 151	97 (4|4) → 52 → 92 (4|4) → 162
27 (8|8) → 23 → 57 (4|4) → 39	97 (4|8) → 50 → 86 (4|4) → 241
27 (8|8) → 19 → 53 (4|4) → 151	108 (4|8) → 120 → 136 (4|4) → 202
28 (8|8) → 119 → 153 (4|4) → 39	154 (4|4) → 73 → 219 (4|4) → 207
28 (4|4) → 73 → 219 (4|4) → 162	154 (4|8) → 120 → 136 (4|4) → 207
29 (4|4) → 43 → 125 (16|16) → 216	154 (4|4) → 73 → 219 (4|4) → 200
29 (4|4) → 73 → 219 (4|4) → 200	154 (4|4) → 113 → 147 (4|4) → 39
29 (4|4) → 25 → 43 (4|4) → 43	202 (4|4) → 73 → 219 (4|4) → 216
29 (4|4) → 27 → 45 (4|4) → 43	202 (4|4) → 79 → 209 (4|4) → 216
29 (4|4) → 43 → 125 (4|4) → 43	202 (4|4) → 73 → 219 (8|4) → 29
39 (4|4) → 43 → 125 (4|4) → 75	221 (4|8) → 44 → 116 (16|16) → 104
39 (8|8) → 45 → 119 (8|8) → 75	221 (4|4) → 79 → 209 (4|4) → 104
75 (8|16) → 70 → 202 (4|8) → 196	

Таким образом, выдвинутая гипотеза подтверждается теоретическими выкладками. Однако необходимо учитывать тот факт, что преобразование разностей происходит одновременно двумя разными способами над одними и теми же данными. Вопрос существуют ли тексты, которые удовлетворят одновременно обеим предложенным цепочкам, на сегодняшний день остается не решенным.

Заключение

Результаты дифференциального анализа алгоритма HBC-256 базируются на проведенном анализе S-блоков (рис. 2 и 3). В результате анализа полученных данных была выдвинута гипотеза о возможности построения парных цепочек преобразования разностей (для преобразования текстов и выработки ключа), которая подтверждается данными из таблицы 2 и 3.

Самым большим ограничением при проведении исследований является сложность использования полноразмерных входов и выходов для разработанных алгоритмов хеширования, потому что в этом случае анализ становится трудоемким и сложным по использованию вычислительного ресурса и времени. Одним из

вариантов решения такой проблемы является использование уменьшенных моделей или сокращенных функций, что позволяет проводить моделирование и аппроксимировать результат.

Проведенное исследование в настоящий момент не определило уязвимостей для полнораундового алгоритма хеширования. Были рассмотрены не все возможные методы анализа. Рассмотренные методы применялись не всегда к полнораундовым версиям алгоритмов. Все это будет доработано в дальнейшем.

Благодарность

Исследовательская работа выполнена в рамках проекта программно-целевого финансирования OR11465439 «Разработка и исследование алгоритмов хеширования произвольной длины для цифровых подписей и оценка их стойкости» Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Литература

1. Nita, S.L., Mihailescu, M.I. (2022). Hash Functions. In: Cryptography and Cryptanalysis in Java. Apress, Berkeley, CA. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-8105-5_8

2. Fomichev, V., Bobrovskiy, D., Koreneva, A. et al. Data integrity algorithm based on additive generators and hash function. J Comput Virol Hack Tech 18, 31–41 (2022). https://doi.org/10.1007/s11416-021-00405-y

3. Thomas Espitau. 2021. Mitaka: Faster, Simpler, Parallelizable and Maskable Hash-and-Sign Signatures on NTRU Lattices. In Proceedings of the 8th ACM on ASIA Public-Key Cryptography Workshop (APKC '21). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1. https://doi.org/10.1145/3457338.3458293

4. Belej, O., Staniec, K., Więckowski, T. (2020). The Need to Use a Hash Function to Build a Crypto Algorithm for Blockchain. In: Zamojski, W., Mazurkiewicz, J., Sugier, J., Walkowiak, T., Kacprzyk, J. (eds) Theory and Applications of Dependable Computer Systems. DepCoS-RELCOMEX 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1173. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-48256-5_6

5. N, Y., P, M. Radial kernelized regressive merkle–damgård cryptographic hash blockchain for secure data transmission with IoT sensor node. Peer-to-Peer Netw. Appl. 14, 1998–2010 (2021). https://doi.org/10.1007/s12083-021-01135-0

6. R. Punithavathi, K. Venkatachalam, M. Masud, M. A. AlZain and M. Abouhawwash, "Crypto hash based malware detection in iomt framework," Intelligent Automation & Soft Computing, vol. 34, no.1, pp. 559–574, 2022.

7. R. Riasat, I. S. Bajwa and M. Z. Ali, "A hash-based approach for colour image steganography," *International Conference on Computer Networks and Information Technology*, 2011, pp. 303-307, doi: 10.1109/ICCNIT.2011.6020886.

8. Karaman S., Chang SF. (2021) Hashing for Face Search. In: Ikeuchi K. (eds) Computer Vision. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63416-2_817

9. Sakan K., Nyssanbayeva S., Kapalova N., Algazy K., Khompysh A., Dyusenbayev D. Development and analysis of the new hashing algorithm based on block cipher // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Ukraine. – 2022. – № 2/9(116). percentile – 56. – P. 60–73.

10. Biham, E., and Shamir, A., "Differential cryptanalysis of the full 16-round DES", Advances in cryptology, proceedings of CRYPTO'92, pp. 487-496, 1992.

11. EliBiham, AdiShamir Differential Cryptanalysis of Hash Functions // Differential Cryptanalysis of The Data Encryption Standard, Springer, 1993, ISBN 978-1-4613-9314-6. – P. 133 – 148

12. Eli Biham, Orr Dunkelman, Differential Cryptanalysis in Stream Ciphers // Cryptology ePrint Archive, Report 2007/218, 2007. http://eprint.iacr.org/

13. L. Babenko, E. Ischukova, E. Maro, GOST Encryption Algorithm and Approaches to its Analysis // Theory and Practice of Cryptography Solutions for Secure Information Systems, IGI Global book series Advances in Information Security, Privacy, and Ethics (AISPE) Book Series, Published in the United States of America by Information Science Reference. – P. 34 – 61. http://www.igi-global.com/chapter/gost-encryption-algorithm-approaches-its/76510

14. Ishchukova E., Tolomanenko E., Babenko L. Differential ananlysis of 3 round Kuznyechik // Proceedings of the 10th International Conference on Security of Information and Networks, 2017, P. 29–36.

15. Purnal, A., Arribas, V., De Meyer, L. (2019). Trade-offs in Protecting Keccak Against Combined Side-Channel and Fault Attacks. In: Polian, I., Stöttinger, M. (eds) Constructive Side-Channel Analysis and Secure Design. COSADE 2019. Lecture Notes in Computer Science, vol 11421. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16350-1_16

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ КРИПТОАНАЛИЗ АЛГОРИТМА ШИФРОВАНИЯ «AL03»

Капалова Н.А., Алгазы К.Т, Варенников А.В., Самрат С.М.
e-mail: nkapalova@mail.ru, kunbolat@mail.ru
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

Аннотация

В статье рассматриваются новый алгоритм шифрования AL03. Алгоритмы симметричного шифрования работают быстрее и требуют меньше вычислительной мощности. Благодаря высокой скорости шифрования симметричные алгоритмы широко используются для защиты информации во многих современных компьютерных системах. Разработанный алгоритм использует блоки и ключи длиной по 128 бит. Структура шифра является вариантом подстановочно-перестановочной сети. В исходной версии алгоритма зависимость каждого выходного бита от входных битов возможна только через 16 шагов, а в обновленной версии алгоритма тот же результат достигается уже через 6 шагов.

Ключевые слова. *Криптография, алгоритм шифрования, S-блок, дифференциальный криптоанализ.*

Введение

Современные криптосистемы можно однозначно разделить по способу использования ключей на криптосистемы с секретным ключом и с открытым ключом. Если для зашифрования и расшифрования используется один и тот же ключ, такая криптосистема называется симметричной. К современным алгоритмам блочного шифрования предъявляют достаточно жесткие требования, связанные с областью применения, возможностью реализации на различных вычислительных платформах и другими факторами. Одна из таких основных требованиями является его криптостойкость, т.е. алгоритм должен обеспечивать высокий уровень стойкости, и эта стойкость не должна основываться на сохранении втайне самого алгоритма

Основными методами криптоанализа блочных шифров считаются дифференциальный, линейный и алгебраический. С 1997 года также известен метод интегрального криптоанализа, примененный Ларсом Кнудсеном. Дифференциальный криптоанализ – это общий метод анализа симметричных криптографических примитивов, в частности блочных шифров и хеш функций. Впервые он был опубликован в 1990 году Бихамом и Шамиром [1,2] с атаками на варианты DES с сокращенным числом раундов, а затем в 1991 году была проведена первая атака на DES, которая была быстрее, чем полный поиск ключей [3].

Практика показала, что чем больше известен алгоритм, чем больше людей работало с ним, тем более проверенным, а значит, и надежным он становится. Так,

публично известные алгоритмы сейчас выдерживают борьбу со временем, а вот засекреченные государственные шифры обнаруживают в себе множество ошибок и недочетов, т. к. всего учесть невозможно.

Дифференциальный криптоанализ – это исследование того, как различия во входной информации могут повлиять на результирующую разницу на выходе. В случае блочного шифра это относится к набору методов для отслеживания различий в сети преобразования, обнаружения того, где шифр демонстрирует неслучайное поведение, и использования таких свойств для восстановления ключа. Т.е. не зная значения ключа, криптоаналитик может легко найти различия между открытым текстом и зашифрованным текстом.

Материалы и методы

Алгоритм шифрования «AL03» использует блоки и ключи длиной по 128 бит. В структуре выполняется всего *24* раунда и состоит из наложения ключа с помощью операции побитового сложения (xor), S-блоков замены и по битовые сдвиги. В одном раунде процесс шифрования состоит из 3 преобразований, называемых Step-1, Step-2 и Step-3. Каждый раунд завершается сложением раундовых ключей по модулю 2 с полученными результатами. В работе [4] приведены результаты лавинного эффекта данного шифра и показано что, после 3-го раунда во всех битах выходного блока зависит от всех входных битов. Поэтому, в первый очередь целесообразно исследовать для трех раундового алгоритма шифрования. Перед проведением дифференциального криптоанализа алгоритма шифрования, необходимо рассмотреть дифференциальные свойства используемых преобразований по отдельности.

Для применения метода дифференциального криптоанализа на вход алгоритма необходимо пару открытых текстов A_1 и A_2 с разностей ΔA. На выходе получим пару текстов C_1 и C_2, соответствующую входным текстам с разностей ΔC. Можно выделить четыре этапа применения метода дифференциального анализа: анализ дифференциальных свойств всех используемых преобразований в алгоритме; поиск наиболее вероятного значения дифференциала; поиск правильных пар текстов; анализ правильных пар текстов с целью определения битов ключа.

Битовые сдвиги не оказывает влияния на изменение вероятности преобразования разности, так как является линейным преобразованием. Однако для построения многораундовых характеристик важно определить, как именно будет преобразовано значение нужных байтов, которое будет получено после других преобразований. Сложение раундовых ключей по модулю 2 его биты будут взаимно уничтожены. Поэтому значение ключа не влияет на дифференциалы.

Дифференциальные свойства используемых S-блоков. В алгоритме шифрования используется два разные S-блоки. Для каждого S-блока построим таблицы распределение разности. Методология построение таблицы приведены в литературах [5, 6]. Так как размер используемого S-блока 8×8 размер таблицы распределения разности равна 256×256. Поэтому приведем только фрагменты из полученных таблицы которые присутствует максимальные значений (Таблицы 1-2).

Таблица 1 - Фрагмент таблицы распределение разности для 1-го S- блока.

ΔX1/ΔY1	00	01	…	a0	a1	a2	…	fe	ff
00	256	0	…	0	0	0	…	0	0
01	0	2	…	2	2	0	…	2	2
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
55	0	2	…	0	**10**	0	…	0	0
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
aa	0	0	…	0	**10**	2	…	0	0
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
ff	0	2	…	0	4	0	…	2	0

Таблица 2 - Фрагмент таблицы распределение разности для 2-го S- блока

ΔX2/ΔY2	00	01	…	10	…	68	…	fe	ff
00	256	0	…	0	…	0	…	0	0
01	0	2	…	0	…	0	…	2	0
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
2d	0	0	…	0	…	**8**	…	2	2
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
4b	0	2	…	**8**	…	0	…	0	0
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
ff	0	2	…	0	…	2	…	2	0

Из таблицы распределения разностей, построенного для первого S-блока, обнаружено, что максимальная вероятность отклонения составляет $10/256$ или $5/2^7$. Число таких ячеек два, входная разность 0x55, 0xaa и выходная разность в обоих случаях 0xa1. Для второго S-блока максимальным значением вероятности является значение $8/256 = 1/2^5$ и в таблице 3 приведены входные и соответстующие им выходные разности с максимальными значениями. В таблице обозначены значения ΔX, являющиеся входом в блок подстановок, а значения ΔY, получаемые на выходе из блока подстановок, соответствующие ΔX.

Таблица 3 – Результат преобразование разности для 2-го S-блока

ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	ΔX	ΔY
0x1b	0x90	0x4b	0x10	0x63	0x35	0x8d	0xbc	0xa5	0x7d	0xc6	0xea
0x2d	0x68	0x4b	0x6c	0x69	0xd2	0x96	0x27	0xb1	0xc2	0xd2	0x34
0x2d	0x9f	0x5a	0x73	0x69	0xfe	0x96	0xdc	0xb4	0x1a	0xd2	0xe9
0x36	0x4d	0x5a	0xac	0x6c	0x45	0xa5	0x75	0xb4	0x4c	0xd8	0x39

На втором этапе шифрования используется циклический сдвиг и является линейным преобразованием. Оно не оказывает влияния на изменение вероятности преобразования разности. Однако важно следить изменений значений для построения несколько раундовых характеристик.

Опираясь на дифференциальные свойства примененных преобразований алгоритма шифрования, построим несколько раундовую характеристику и вычислим ее вероятность. Главная задача выявить отрезок зашифрованного текста, где было затронуто как можно меньше активных S-блоков. От этого напрямую зависит вероятность нахождения правильной пары текстов по заданной характеристики. Определить какое количество раундов для алгоритма может быть проанализировано быстрее, чем методом полного перебора. Для блока данных в 128 битов используется секретный ключ длиной 128 битов, а значит сложность полного перебора составляет 2^{128}.

При анализе алгоритма шифрования было выявлено, что наихудший случай перемешивания элементов имеет место при изменении последнего байта в блоке. В этом случае лавинный эффект шифра улучшается только после третьего раунда и все выходные элементы блока полностью перемешиваются [6]. Кроме того, в таблице распределения разностей S-блоков нет специальной ячейки в строке, где входная разность равна 1, т.е. элементы в ячейках столбцов равны 0 или 2. Поэтому, можно выбрать любой вариант с выходная разность 2. Поскольку преобразование Step-2 является линейным преобразованием, которое не влияет на изменение текста. Достаточно наблюдать за положением предыдущих изменений. Различия, которые изменяются после преобразования Step-3, затрагивают 12-14 байт. Таким образом, отслеживая за изменений разностей после каждого шага, можно определить, сколько S-блоков задействовано в каждом из выходных элементов (байтов). В таблице 4 приведены результаты после трех раундов.

Таблица 4 – Количество активных S-блоков после 3-го раунда для каждого элемента

Номер байта в блоке	Кол. активных S-блоков		Номер байта в блоке	Кол. активных S-блоков		Номер байта в блоке	Кол. активных S-блоков		Номер байта в блоке	Кол. активных S-блоков
0	$S_1^7\ S_2^7$		1	$S_1^6\ S_2^6$		2	$S_1^5\ S_2^5$		3	$S_1^6\ S_2^6$
4	$S_1^{19}\ S_2^{17}$		5	$S_1^{17}\ S_2^{14}$		6	$S_1^{14}\ S_2^{13}$		7	$S_1^{13}\ S_2^{11}$
8	$S_1^{19}\ S_2^{17}$		9	$S_1^{17}\ S_2^{14}$		10	$S_1^{14}\ S_2^{12}$		11	$S_1^{11}\ S_2^{9}$
12	$S_1^7\ S_2^7$		13	$S_1^6\ S_2^6$		14	$S_1^5\ S_2^5$		15	$S_1^4\ S_2^4$

Обсуждение результатов

В таблице 4 S_i^j означает, что i-й S-блок присутствует j раз, так как в алгоритме используется два разных S-блоков. Как видно из таблицы 4, в последним байте блока будет задействованы меньше всего S-блоков, т.е. каждый S-блок по 4 раза. Если предположить, что можно подобрать значения дифференциалов, с максимальными значениями вероятностей для каждого из активных S-блоков $1/2^5$

и $5/2^7$, получится трехраундовый дифференциал с вероятностью в $\left(\frac{1}{2^5}\right)^4 \left(\frac{5}{2^7}\right)^4 = \left(\frac{5}{2^{12}}\right)^4 \approx \frac{1}{2^{41}}$.

Анализируя перемешений каждого элемента и отсеживая на каждом шаге прохождение подстановки, обнаружено что после четвертого раунда первый S-блок 12 раз, а второй S-блок 20 раз будет задействован. Снова выбирая дифференциалов, с максимальными значениями вероятностей получается, что вероятность для четырех раундов шифра будет равна $\frac{1}{2^{154}}$. Это значения вероятности превосходить полного перебора, т.е. четырех раундовый алгоритм шифрования будет стойким к дифференциальному криптоанализу.

Из-за маленькой вероятности получения правильных пар текстова алгоритм нахождения таких тестов не может быть прямо реализован. Мощности обычного персонального компьютера для этого недостаточно.

Благодарность

Работа выполнена в рамках программы грантового финансирования AP08856426 «Разработка и исследование алгоритма шифрования и создание программно-аппаратного комплекса для его реализации» Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Литературы

1. Biham, Eli, Alex Biryukov, and Adi Shamir (1999). “Cryptanalysis of skipjack reduced to 31 rounds using impossible differentials.” Advances in Cryptology—EUROCRYPT'99, Lecture Notes in Computer Science, vol. 1592, ed. J. Stern. Springer, Berlin, 12–23.

2. Biham, Eli, Orr Dunkelman, and Nathan Keller (2002). “New results on boomerang and rectangle attacks.” Proceedings of Fast Software Encryption, Leuven, Lecture Notes in Computer Science, vol. 2365, eds. Daemen, J. and V. Rijmen. Springer, Berlin, 1–16.

3. Biham, Eli and Adi Shamir (1992). “Differential cryptanalysis of the full 16-round DES.” Advances in Cryptology—CRYPTO'92, Lecture Notes in Computer Science, vol. 740, ed. E.F Brickel. Springer, Berlin, 487–496.

4. В. Столлингс Криптография и защита сетей: принципы и практика. 2-е изд. / Пер. С англ. - М.:Вильямс, 2001.

5. Бабенко Л.К. Ищукова Е.А. Современные алгоритмы блочного шифрования и методы их анализа // Москва, «Гелиос АРВ», 2006 г. – 376 с.

6. Kapalova N., Algazy K., Sakan K., Dyussenbayev D. The Algorithm of block encryption «Al03» and the results of its analysis. Bulletin of Abai KazNPU, Series of Physics & Mathematical Sciences. – Almaty. – 2021. – № 3(75). –P. 108–114.

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ БЕЗОПАСНОСТИ В ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯХ

Абдалы Ш.А.[1,2]
e-mail: shyngys.abdaly@gmail.com
[1]*КазНУ имени аль-Фараби*
[2]*Институт информационных и вычислительных технологий МНВО РК*

Аннотация. *Облачные вычисления - это новая модель, которая предоставляет надлежащий доступ по запросу к настраиваемым вычислительным ресурсам. В облачных вычислениях возможности, связанные с ИТ, предоставляются в виде услуг, доступных без требования глубоких знаний базовых технологий, а также с незначительными административными затратами. Проблема безопасности оказывается более сложной в рамках облачной модели, поскольку в область проблемы вошли новые измерения, связанные с архитектурой модели, мультиарендностью, эластичностью и стеком зависимостей слоев. В этой статье представлен обзор проблем безопасности связи в облачных вычислениях.*

Ключевые слова: *облачные вычисления, облачное хранилище, провайдер.*

Введение

Облачные вычисления получили широкое признание как среди организаций, так и среди частных лиц благодаря внедрению вычислений, хранения и программных услуг [1]. Облако используется для решения проблем нехватки ресурсов своих клиентов, предоставляя им платные услуги по мере использования. Облако предоставляет услуги и используется как сервис. Может хранить большие данные и легко их обрабатывать. Основным преимуществом облачных систем является доступность и непрерывность предоставления услуг. Использование облако считается более предпочтительным в настоящие дни с учетом их цен и доступности всевозможных сервисов, а также многие сервисы и приложения будут настроены под нужды пользователя. Так как пользователь доверяет свои конфиденциальные данные провайдеру, провайдер облачных услуг в свою очередь должен обеспечить качество сервисов и безопасность данных пользователей. Облачные сервисы подвержены угрозам безопасности, так как содержит в себе программное обеспечение, которое всегда было уязвимо для взлома и атакам злоумышленников [2]. Эти атаки могут привести к нарушению защиты данных или даже к недоступности этих услуг для всех клиентов [3]. Надо отметить что облако бывает разных видов и на рынке действуют несколько облачных провайдеров.

2. Классификация облако

По типу развертывания облако разделяют на 4 группы [4].

Частное облако: облачная инфраструктура предназначена для исключительного использования одной организацией, состоящей из нескольких потребителей (например, бизнес-подразделений). Он может принадлежать, управляться и эксплуатироваться организацией, третьей стороной или их комбинацией, и он может существовать как в помещении, так и за его пределами.

Облако сообщества: облачная инфраструктура предназначена для исключительного использования определенным сообществом потребителей из организаций, которые имеют общие интересы (например, миссию, требования безопасности, политику и соображения соответствия). Он может принадлежать, управляться и управляться одной или несколькими организациями в сообществе, третьей стороной или их комбинацией, и он может существовать в помещении или за его пределами.

Публичное облако: облачная инфраструктура предоставляется для открытого использования широкой публикой. Он может принадлежать, управляться бизнесом, академической или государственной организацией. Он существует на территории облачного провайдера.

Гибридное облако: облачная инфраструктура представляет собой комбинацию двух или более отдельных облачных инфраструктур (частных, общих или общедоступных), которые остаются уникальными объектами, но связаны вместе стандартизированной технологией, обеспечивающей переносимость данных и приложений (например, балансировка нагрузки между облаками).

Облачные вычисления имеют три модели предоставления услуг: программное обеспечение как услуга (SaaS), платформа как услуга (PaaS) и инфраструктура как услуга (IaaS). Каждая модель может быть описана следующим образом [5]:

Программное обеспечение как услуга (SaaS):

Доступ к приложениям осуществляется с различных клиентских устройств либо через интерфейс клиента, такой как веб-браузер (например, электронная почта через Интернет), либо через программный интерфейс. Потребитель не управляет и не контролирует базовую облачную инфраструктуру, включая сеть, серверы, операционные системы, хранилище или даже возможности отдельных приложений, за возможным исключением ограниченной пользовательской конфигурации приложений [6].

Платформа как услуга (PaaS):

Возможность, предоставляемая потребителю, заключается в развертывании в облачной инфраструктуре созданных или приобретенных потребителем приложений с использованием языков программирования, библиотек, сервисов и инструментов, поддерживаемых поставщиком. Потребитель не управляет базовой облачной инфраструктурой, включая сеть, серверы, операционные системы или хранилище, и не контролирует ее, но имеет контроль над развернутыми приложениями и, возможно, параметрами конфигурации для среды размещения приложений.

Инфраструктура как услуга (IaaS):

Возможность, предоставляемая потребителю, заключается в предоставлении ресурсов обработки, хранения, сетей и других основных вычислительных ресурсов, где потребитель может развертывать и запускать произвольное программное обеспечение, которое может включать операционные системы и приложения. Потребитель не управляет базовой облачной инфраструктурой и не контролирует ее, но имеет контроль над операционными системами, хранилищем и

развернутыми приложениями; и, возможно, ограниченный контроль над избранными сетями компоненты (например, хост-брандмауэры).

Краткий обзор на известных провайдеров облачных услуг

AWS. Сначала мы рассмотрели эту технологию, потому что это была одна из первых широко доступных платформ облачных вычислений.

Microsoft Azure. Это считается технологией, широко используемой крупными корпорациями.

Google Cloud. Разработало облачные технологии позже по сравнению с предыдущими 2 провайдерами, но имеет не меньшее количество пользователей.

Alibaba Cloud. Китай и Азиатско-Тихоокеанский регион имеют наибольшую долю рынка среди поставщиков облачных услуг в IaaS (инфраструктура как услуга) и IUS (инфраструктура как услуга).

Oracle Cloud. В основном используется в корпоративных организациях.

IBM Cloud. Предоставляет технологическую базу, которая обеспечивает безопасность и мобильность нескольких облаков и позволяет IBM расширять свои ресурсы и возможности.

3. Безопасность в облаке

В этом разделе работа в основном сосредоточена на нескольких категорированных проблемах безопасности и их решения. Во-первых, в работе представлены краткое введение о проблеме безопасности в облачных вычислениях, затем представляют свои решения. Проблема безопасности - это что-то атаки, неправильная конфигурация, неисправность, повреждение, лазейки и слабость в системе [7].

Проблемы с хранением данных и вычислительной безопасностью

Данные являются жизненно важной частью облачных вычислений. Данные, хранящиеся в облаке, изолированы и недоступны для клиентов. Клиенты из первых рук либо неохотно предоставляют свою информацию, либо находятся в постоянном страхе потерять свои данные в плохих руках, неблагоприятных последствий, которые могут возникнуть при манипуляциях и обработке. Таким образом, их данные должны быть согласованными во время вычислений, конфиденциальными на каждом этапе обработки и постоянно храниться для обновления записей. В удаленном хранилище или стороннем хранилище основная проблема заключается в том, что пользователь не знает, что происходит после хранения данных в облаке. Владелец данных не знает местонахождение центра облачного хранения, служб безопасности и механизмов безопасности, используемых для защиты облачных данных. Качество обслуживания является важным аспектом в облачном хранилище. Поставщику облачных хранилищ нужны надлежащие методы и механизмы для эффективного и надежного хранения данных в облаке.

Хранение данных

В вопросе хранения данных потеря контроля является серьезной проблемой в модели облачных вычислений, поскольку она не обеспечивает полного контроля над данными, и сложнее проверить целостность и конфиденциальность данных[8]. Заказчик облачных вычислений физически отделен от своих данных, хранилища и вычислительного сервера. Облачные вычисления предоставляют пул серверов, на

которых хранятся облачные данные. Расположение пула серверов неизвестно, и им управляет поставщик облачных услуг. Абстрагирование виртуального уровня затрудняет поиск фактического местоположения сервера хранения. Пользователь разрешает определенный уровень контроля только на виртуальных машинах. Характеристики облачных вычислений, такие как мультиарендность и виртуализация, предоставляют злоумышленнику больше возможностей для проведения атаки. Данные пользователей хранятся в облачных центрах обработки данных. Многие крупные игроки предоставляют облачное хранилище по очень низкой конкурентоспособной цене. Эти распределенные данные сильно избыточны и хранятся в разных физических местах. Резервирование источника электропитания и эффективное охлаждение обеспечивают высокую доступность данных. С помощью надлежащего механизма распределения пространства облачное пространство можно эффективно повторно использовать. Избыточность данных обеспечивает механизм резервного копирования данных на другой облачный сервер для обеспечения высокой доступности данных. В случае полного выхода из строя одного центра обработки данных провайдер использует резервный сервер данных. Google и Amazon имеют разные серверы данных в разных странах. Эти организации хранят свои данные на основе функции нескольких местоположений, что может привести к новым угрозам безопасности и юридическим проблемам, поскольку данные, хранящиеся по всему миру, имеют разные политики [9]. Ненадежные вычисления

Целью многих служб безопасности является реализация внешнего интерфейса для приложения SaaS, которое появляется, когда пользователь запрашивает веб-службу или HTML-страницу [10]. Такие приложения изменчивы или подстраиваются под шаблон поведения. Этот шаблон поведения состоит из диспетчера состояний сеанса, других служебных и справочных данных, которые могут быть вызваны запросом. Дерево сервисов создается, когда приложение вызывает другое приложение или сервис, просто запрос переключается с одного сервиса на другой сервис и так далее. Вычислительная среда, которая вычисляет большие наборы данных в распределенной системе, может давать нежелательные, неточные и нечестные результаты из-за неправильной настройки и вредоносных серверов. Трудно найти честный и точный вычислительный сервер, который дает точный и честный результат [11].

Доступность данных и услуг

Масштабируемость сервисов и данных требует архитектурных изменений на уровне приложений и инфраструктуры. Одним из решений является запуск приложения на нескольких серверах. Такой подход позволяет проводить DoS-атаки. Преимущество этого подхода заключается в том, что если один сервер приложений дает сбой, то другой такой же сервер приложений присутствует для обеспечения доступности данных и служб. Также возможно, что на сервере есть очень требовательная прикладная задача, и он потребляет больше энергии, занимает доступные ресурсы, требует больше времени для обработки задачи. В результате может возрасти доступность приложений и другие вычислительные затраты. SLA используется для отображения доступности данных, скорости памяти и количества ресурсов. Доступность оборудования — еще одна проблема облачных

вычислений. Одиночный сбой может привести к частичному или полному сбою системы, в результате этого сбоя системы пострадает доступность данных и сервисов. Недоступность аппаратных ресурсов может привести к сбоям в работе облачных вычислений, что помешает всему сообществу онлайн-бизнеса, вызывая проблемы.

ВЫВОДЫ

Облачные вычисления обеспечивают быстрое развертывание, экономичность, большое пространство для хранения и легкий доступ к системе в любое время и в любом месте. Таким образом, облачные вычисления - это широко распространенная вычислительная среда во всем мире. Однако существует множество проблем с безопасностью и конфиденциальностью, которые препятствуют внедрению облачных вычислений. Все пользователи облака должны быть хорошо осведомлены об уязвимостях, угрозах и атаках, существующих в облаке. Осведомленность об угрозах безопасности и атаках поможет организациям быстро внедрить облако. Облачные вычисления используют как традиционные, так и новые технологии. Эти новые технологии могут создавать множество проблем с безопасностью, характерных для облачных вычислений. В данной статье мы попытались сделать обзор на некоторые из них.

ЛИТЕРАТУРА

1. R. Buyya, J. Broberg, A. M. Goscinski, Cloud Computing Principles and Paradigms, Wiley Publishing, 2011

2. N. Gruschka, L. Iacono, Vulnerable cloud: Soap message security validation revisited, in: Web Services, 2009. 863 ICWS 2009. IEEE International Conference on, 2009, pp. 625–631. doi:10.1109/ICWS.2009.70

3. Minhaj Ahmad Khan, A survey of security issues for cloud c omp u ti ng , Journal of Network and Computer Applications, http://dx.doi.org/10.1016/j.jnca.2016.05.010

4. Jungwoo Ryoo, Syed Rizvi, William Aiken, and John Kissell., 2014. Cloud security auditing: challenges and emerging approaches.in www.computer.org/security ,IEEE.

5. Sudalai, Sridhar & S., Smys. (2016). A Survey on Cloud Security Issues and Challenges with Possible MeasuresA Survey on Cloud Security Issues and Challenges with Possible Measures.

6. A. Jula, S. Elankovan, and O. Zalinda, "Cloud computing service composition: A systematic literature review." Expert Systems with Applications 41.8 (2014): 3809-3824.

7. Ashish Singh and Kakali Chatterjee, Cloud security issues and challenges: a survey, Journal of Network and Computer Applications, http://dx.doi.org/10.1016/j.jnca.2016.11.027

8. Syam Kumar P, Subramanian R. An efficient and secure protocol for ensuring data storage security in Cloud Computing. IJCSI Interna tional Journal of Computer Science Issues. 2011;8(6).

9. Xiao Z, Xiao Y. Security and privacy in cloud computing. Commu nications Surveys & Tutorials, IEEE. 2013 May;15(2): pp. 843-859.

10. Helland P. Condos and clouds. Communications of the ACM. 2013 Jan 1;56(1): pp. 50-59

11. Xu, Jun, Feng Xu, Wenna Chang, and Haiguang Lai. Research and Development of Trust Mechanism in Cloud Computing. In Interna tional Conference on Cloud Computing and Security, pp. 218-229. Springer International Publishing, 2015

Сведения об авторах

Абдалы Шыңғыс Асқарұлы– докторант КазНУ имени аль-Фараби

REALIZATION AND SECURITY ANALYSIS OF HBB99 QUANTUM SECRET SHARING PROTOCOL

Y. Begimbayeva[1,2], T.Zhaxalykov[2]
e-mail: enlik_89@mail.ru, t.zhaxalykov@kbtu.kz
[1]Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
[2]Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazakhstan

Annotation. *In this paper, the most arrangements of a quantum cryptographic protocol based on the asset of quantum entanglement are analyzed. A point-by-point expository study of the security of quantum secret sharing HBB99 protocol has been carried out and ideal schemes for reenacting the implementation of this protocol on the IBM Quantum Experience quantum software platform have been created. The comes about of modeling the realization of the HBB99 protocol gotten in this work demonstrate their fundamental focal points and drawbacks and are imperative in their viable application.*

Key words: *quantum cryptography, quantum secret sharing, quantum entanglement, superposition, quantum gate, photon, polarization, quantum computing, measurement, quantum circuit, quantum teleportation.*

Introduction

One of the foremost imperative contrasts between quantum systems and classical systems is the plausibility of developing quantum entangled states. Such states are considered on systems comprising of more than one qubit. In 1935, researchers Einstein, Podolsky and Rosen famous a curiously property for composite systems [1]. The abnormal thing was that, with any activity on one of the subsystems, a momentary impact on the other is observed, notwithstanding of the separate between them. This property is called quantum entanglement. This quantum wonder is utilized in a number of branches of science related to quantum physics. A striking example of this is quantum cryptography, where in such zones as quantum key distribution and quantum secret sharing [2].

Quantum cryptography guarantees the secure transmission of data by making it conceivable to decide whether an assailant has attempted to get data almost the key that's utilized to encrypt the message [3]. In case not, at that point the key can be utilized and the information transmitted with it'll be secured; in case listening stealthily has been identified, at that point a new key must be created. This paper depicts the reenactment of a secret sharing protocol, where Alice (the party sending secret data) employments a qubit in an obscure state as a secret, i.e., Bob or Charlie (one of the accepting parties), acting together, must reestablish the sufficiency and stage of the secret states of Alice's qubit. One self-evident way to unravel Alice's issue is to utilize quantum cryptography protocols to transmit each of the message bit strings that result from the classical secret sharing scheme.

This strategy works, but including members that store parts of the initial message increments the sum of work for Alice. Sometime recently transmitting data over a

quantum channel, she will have to be set up communication with all other members independently, as well as separate the message into the suitable number of parts.

Methods and Materials

HBB99 Protocol Principle

In 1999, the quantum secret sharing protocol HBB99 [4] was proposed, which utilized the maximally entangled states of the Greenberger-Horn-Zeilinger for three particles, due to which the issues with part the message into parts and recognizing spying were instantly fathomed.

Assume Alice, Bob and Charlie each have one particle of the Greenberger-Horn-Zeilinger three-qubit state

$$|GHZ\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|000\rangle + |111\rangle) \quad (1.1)$$

They can arbitrarily select the basis for measuring their particles: either along the direction of the x axis, or along the y axis. At that point they straightforwardly distribute data about the direction of the estimation. Half the time, Bob and Charlie can decide Alice's unique message by including up the estimations. In this way, Alice sets up a shared key with Bob and Charlie, which can afterward be utilized to transmit her messages.

Realization of HBB protocol

First, you have to initialize the class object $QuantumCircuit$ of the library $Qiskit$. Hence, we set the specified number of quantum and classical registers. We make a three-qubit captured Greenberger-Horne-Zeilinger state for Alice, Bob and Charlie qubits $q1$, $q2$, $q3$ separately [5]. To do this, we apply the Hadamard gate to the qubit $q1$, and the $CNOT$ gate to the sets of qubits $q1$, $q2$ and $q1$, $q3$, where the essential qubit is the control one, the second is the controled one. Then the diagram will look like this:

Fig. 1 – Greenberger-Horne-Seilinger state circuit

Alice must degree her qubits in Bell's inequality . To do this, she applies the $CNOT$gate to the qubit $q1$ controlled by the qubit $|\varphi\rangle$ [6]. She at that point applies a Hadamard gate to $|\varphi\rangle$. In our plot, the qubit that Alice ought to transmit compares to $q0$.

Fig. 2 – Application of Bell basis in Greenberger-Horne-Zeilinger state circuit

Taking after, Alice makes measurements on her qubits $q1$ and $|\varphi\rangle$ and saves the result of measuring qubit $q0$ inside the classical register $c0$, and the result of measuring qubit $q1$ in $c1$ [7]. Bob in addition takes estimations and saves the result of the estimation in $c1$, since the estimation of the classical registr $c1$ is two bits.

Charlie, who as of now contains a qubit $q3$, reestablishes Alice's qubit utilizing the operators X and Z depending on the gotten three bits of classical data:

Table 1 – Alice's qubit recovery process

$\alpha\beta\gamma$	
000	Apply I operator
001	Apply Z operator
010	Apply X operator
011	Apply ZX operator
100	Apply Z operator
101	Apply I operator
110	Apply ZX operator
111	Apply X operator

α, β, γ are the markers of the operators X and Z. Amid the operation of reestablishing Alice's qubit, the values of the columns of Table 1 are examples of the operators $X\alpha$, $Z\beta$ and $Z\gamma$.

Fig. 3 – Circuit of recovering of Alice's qubit

Security analysis of HBB99 Protocol

Sometime recently showing a more common treatment of spying, let us expect a particular circumstance to appear that it can be recognized. Let's accept that Bob is untrustworthy and he overseen, in expansion to his particle, to require ownership of Charlie's molecule. His objective is to discover out the state of Alice's qubit, without any offer assistance from Charlie, and without uncovering himself.

Alice measures the qubit in one of the bases x or y, but Bob doesn't know which one [8]. He ought to measure two qubits, but since he does not know the direction of Alice's estimation, he too does not know in which premise to measure the two-qubit system: within the $\sqrt{1/2}$ ($|00\rangle \pm |11\rangle$) basis or within the $\sqrt{1/2}$($|00\rangle \pm i|11\rangle$). Haphazardly choosing the premise of estimation, he will make a botch with a likelihood of 1/2. In case Bob surmises the estimation basis, at that point he will be able to discover out the state of Alice's qubit. For case, Alice measured the turn of a qubit within the direction x and got $|+x\rangle$, at that point the state of Bob's qubits is $\sqrt{1/2}(|00\rangle + |11\rangle)$. In the event that Bob measures his qubits within the $\sqrt{1/2}(|00\rangle \pm |11\rangle)$ premise, he will know the state of Alice and Charlie's two-qubit framework since:

$$\frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle + |11\rangle) = \frac{1}{\sqrt{2}}(|+x\rangle\,|+y\rangle + |-x\rangle|-y\rangle) \tag{1.2}$$

and Charlie's estimation result will be indistinguishable to his estimation result.

Consider the case where Bob does not figure the basis of the estimation. Alice measures the turn of her qubit within the direction y and Bob chooses the estimation premise $\sqrt{1/2}$ ($|00\rangle \pm |11\rangle$). At that point the likelihood of getting any of the premise vectors as a result of the estimation is 1/2. He at that point sends one of his particles to Charlie and both take estimations. Since Alice measured the particle within the direction y, in arrange not to damage the rightness of the sharing of secret information, Bob and Charlie must make estimations in several bases (one in x, the other in y). Note that within the $\sqrt{1/2}$ ($|00\rangle \pm |11\rangle$) premise, there are no relationships between estimations within the directions x and y. For example,

$$`\frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle + |11\rangle) = \frac{1}{\sqrt{2}}[e^{-i\pi/4}(|+x\rangle\,|+y\rangle + |-x\rangle|-y\rangle) + e^{i\pi/4}(|+x\rangle\,|-y\rangle + |-x\rangle\,|+y\rangle)] \tag{1.3}$$

In this manner, in half the cases, the estimation comes about will be inaccurate. For illustration, on the off chance that Alice gotten $|+y\rangle$ and Bob is $|+x\rangle$, at that point Charlie ought to get $|-y\rangle$ in the event that he measures the qubit in basis y, but since of Bob's estimation, he can get $|+y\rangle$ with likelihood 1/2. The generally likelihood of blunder in this cheating plot is 1/4. Half the time, Bob will select the wrong estimation basis, and the other half from getting the off-base estimation result.

There are moreover two comments. To begin with, in the event that Bob may figure out the direction of Alice's and Charlie's estimations some time recently he had to open his possess, he may effectively trick them. On the events when he got his estimations off-base, Bob seem basically tell Alice the direction of the estimation, which would cause the comes about of that triple to be disposed of. In any case, Alice and Charlie would take note the next than normal failure rate of 75% rather than 50%, which would tell them that something out of the conventional is going on. Second, there's moreover the plausibility

that Bob may deceive at certain focuses within the method. He may lie around the direction of the estimation or approximately the result of the estimation, in any case, by doing so, Bob picks up nothing.

Result

The HBB99 protocol is planned to share data between three parties, so that data as it were coming to one of the beneficiaries with the participation of the other. There's no quantum gadget in Qiskit to illustrate this, but it can be appeared that all changes are performed accurately on a single quantum chip. Following, we utilize $QASMsimulator$ to reenact how the protocol would be tried on a genuine quantum gadget.

When executing the protocol on a genuine quantum processor, we would not be able to watch the transmitted state vector after each change on it. To check the right execution of HBB99, you have to to continue a small in an unexpected way:

We utilized the operator $Initialize$ to convert a qubit from state $|0\rangle$ to state $|\varphi\rangle$.

Since all operations are reversible in quantum mechanics, we are able discover the inverse change to $Initialize$.

Let us appear that the state of the qubit $q0$ was shared to the qubit $q3$. In case the protocol works accurately, in case we apply $Inverse\ Initialise$ to qubit $q3$, at that point we are ensured to anticipate to degree it in state $|0\rangle$.

Fig. 5 – Simulation result with $QASM\ simulator$

Hence, with probability 1, we have measured $|q2\rangle$ (the furthest left bit within the string) within the state $|0\rangle$. Usually, the anticipated result and demonstrates that the HBB99 protocol worked accurately.

Conclusion

A point by point expository consider of the HBB99 quantum secret sharing protocol was carried out, its security was analyzed, and an calculation was created that recreates the execution of this cryptographic protocol on a quantum software platform from IBM Quantum Experience. The quantum secret sharing protocol was reenacted utilizing the QASM simulator. The visualization of the gotten information is given. As the test comes about appear, the show of the HBB99 protocol is built with a adequately tall precision -

the least error between the calculated and viable values gotten when the protocol is run on a test system.

In this way, the comes about of modeling the usage of the HBB99 protocol gotten in this work show its fundamental preferences and impediments and are of incredible significance in their commonsense application.

References

1. Einstein A., Podolsky B., Rosen N. Can quantummechanical description of physical reality be considered complete? // Phys. Rev. A. — 1935. — т. 47. — с. 777.

2. K. Senthoor and P. K. Sarvepalli, "Theory of Communication Efficient Quantum Secret Sharing," in IEEE Transactions on Information Theory, vol. 68, no. 5, pp. 3164-3186, May 2022, doi: 10.1109/TIT.2021.3139839.

3. R. Mohajer and Z. Eslami, "Quantum Secret Sharing using single states," 2016 8th International Symposium on Telecommunications (IST), 2016, pp. 174-177, doi: 10.1109/ISTEL.2016.7881804.

4. Hillery M., Buzek V., Berthiaume A. Quantum secret sharing // Physical Review A. — 1999. — т. 59, № 3. — с. 1829.

5. P. Stavroulakis M. S. Handbook of Information and Communication Security. — Berlin, Heidelberg: Springer, 2010.

6. Кронберг Д. А., Ожигов Ю. И., Чернявский А. Ю. Квантовая криптография. Учебное пособие. — Москва: МГУ имени М. В. Ломоносова, факультет ВМК

7. C. Lu, F. Miao, J. Hou and Y. Ning, "Quantum walk-based quantum secret sharing in a verifiable framework," 2021 2nd International Conference on Big Data & Artificial Intelligence & Software Engineering (ICBASE), 2021, pp. 271-276, doi: 10.1109/ICBASE53849.2021.00056.

8. B. Fortescue and G. Gour, "Reducing the Quantum Communication Cost of Quantum Secret Sharing," in IEEE Transactions on Information Theory, vol. 58, no. 10, pp. 6659-6666, Oct. 2012, doi: 10.1109/TIT.2012.2205895.

9. X. Tan, Z. Feng, L. Jiang and A. Fang, "Verifiable Quantum Secret Sharing Protocol," 2013 Fourth International Conference on Emerging Intelligent Data and Web Technologies, 2013, pp. 227-230, doi: 10.1109/EIDWT.2013.44.

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННО-ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЙОНОВ ЗАПУСКА И ПАДЕНИЙ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ СВЕРХЛЁГКОГО КЛАССА С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Ермолдина Г.Т.[1], Бапышев А.М.[1], Утегенова А.У.[1], Суйменбаев Н.Б.[1], Бекешев Е.А.[1,2]

[1]Институт информационных и вычислительных технологий, Алматы
[2]Филиал республиканского государственного предприятия на праве хозяйственного ведения «Инфракос» в городе Алматы

Анализ перспективных технологий и тенденций развития ракетостроения показывает повышение интереса бизнеса и военных к созданию РН СЛК. Ожидаемое увеличение запусков фемто-, пико-, нано-, микро-, мини- и МКА для решения народнохозяйственных, научных и оборонных задач также свидетельствует об активном развитии рынка пусковых услуг [1-4]. По оценкам специалистов, объем рынка МКА в 2018–2026 гг. может составить порядка $30,1 млрд.

Ситуацию в сфере активизации изучения космоса и развития средств выведения характеризуют также многие заголовки СМИ и популярных тематических онлайн-площадок [5-11]. Неудивительно, что сейчас наблюдается невиданный «бум» альтернативных проектов РН СЛК и мини-космодромов для их запуска.

Анализ тенденций развития разработок РН СЛК показывает два эволюционных подхода:

– модернизация существующих ракет космического назначения (РКН) и

– разработка и проектирование новых высокоэффективных РКН.

Разработкой РН СЛК в настоящее время занимается ряд компаний: Firefly Space Systems, VirginGalactic, Interorbital Systems, Orbital Sciences Corporation, RocketLab, НТЦ «Комплекс-МИТ», ООО «Лин Индастриал», PLD Space, Skyrora Limited и многие другие. К тому же рыночные тренды для частных компаний уже набирают обороты, о чем свидетельствует широкая клиентура, заявленные договоренности и растущий спрос на услуги запуска МКА [5-20].

К таким РН предъявляются требования надежности, простоты подготовки к пуску, оперативности запуска, низкой стоимости выведения, высокой частоты запуска, малых рисков и затрат, возможности проведения экспериментальной отработки перспективных технологических решений, которые могут использоваться на РН более тяжелых классов, минимизация экологического воздействия на окружающую среду.

В настоящее время достигнуты определенные результаты в создании РН СЛК [13-23] по многим проектам: SS-520 № 4 [17]; Electron компании RocketLab [19]; Alpha, стартап Firefly Space Systems [18]; Vector компании Vector Space Systems [20]; Arion 2 (Miura 5) испанской PLD Space [15]; Skylark L компании Skyrora Limited [8]; твердотопливная РН семейства «Старт», созданная на базе межконтинентальной баллистической ракеты «Тополь» [9-10]; «Аквилон» [9]; проект «Алдан» [11]; модернизация существующего ракетного метеорологического комплекса МН-300 [21] и многие другие.

На сегодняшний день срочные запуски МКА практически невозможно осуществить из-за отсутствия ракеты. Производственные циклы расписаны на годы вперед, поэтому внеплановые востребованные запуски затруднительны в коммерческих целях и привлекательны для военных задач [22]. Критичность срыва графика запусков чревата финансовыми потерями и задержкой отработки технологических решений.

Для РН такого класса возможно создание мобильного стартового комплекса и выделение зон падения ракетных блоков: либо стационарного стартового комплекса с

применением установщика, либо с передвижного наземного стартового комплекса (грузовой наземный транспорт с пусковым устройством, заправочной передвижной станцией и комплексом управления полетом) [9, 23-24].

Преимуществом эксплуатации РН СЛК является возможность осуществления пусков с любого места, отвечающего требованиям безопасности и подходящего с точки зрения параметров целевой орбиты. Следовательно, мобильные стартовые комплексы для запусков РН СЛК в соответствии с Соглашением о природопользовании должны обеспечиваться нормами экологической безопасности, службами экологического контроля и мониторинга, мероприятиями по очистке районов падений (РП) от отработанных частей РН, нормативно-правовой документацией в части превышения лимитов по сбросам, эколого-экономической оценке ущерба и рисках и другими.

Выбор места для локализации мобильного космодрома обусловлен учетом многих факторов: наличием зон отчуждения, хорошо развитой сети транспортных, энергетических магистралей, географическим расположением, погодными условиями.

Исходя из анализа мировых тенденций развития РН СЛК можно выявить основные актуальные направления исследований: прогнозные оценки экологической нагрузки в районах эксплуатации РН СЛК и проектно-поисковые проработки собственной независимой системы, обеспечивающей управляемый спуск отработавших ракетных блоков в заданные территориальные рамки.

В настоящем статье предлагается принципиально новая концепция, предполагающая внедрение технологии управляемого спуска ракетного блока и эколого-экономическую и техническую оценку эффективности ее эксплуатации. Казахстанская и российская стороны заинтересованы в создании РН, которые оказывали бы наименьшую экологическую нагрузку на РП отделяющихся частей РН, расположенных на территории РК и соседних государств.

Учитывая многолетний российский опыт разработок и применения более чем 50 модификаций исследовательских метеорологических ракет предлагается концепция обеспечения экологической безопасности эксплуатации РН СЛК на последних этапах жизненного цикла [22]. В основе предлагаемой концепции заложены принципы эффективной модернизации РН и организации соответствующего информационного обеспечения на этапе запуска и приземления с учетом требований экологической безопасности.

Научная новизна разработки заключается в предложении концепции и научно-методической разработке её основных положений.

Научно-методические разработки должны включать в себя:

а) создание ИПС для определения районов запуска и падения отделяющихся частей РН СЛК на основе системного анализа, включающую:

- базу данных для построения интеллектуальной системы анализа на основе применения оптимальных методов и совершенствования архитектуры программно-аппаратного комплекса с использованием адаптивных алгоритмов;

- методику определения критериев устойчивости операционно-территориальных единиц к различным видам техногенного воздействия;

б) создание технологий, минимизирующих экологическое воздействие на окружающую среду в районе пуска и падения отработавших частей РН СЛК,на основе проведения исследований:

- по управляемому спуску отработавшей первой ступени РН СЛК, сжиганию конструкций отделяющихся частей после выполнения миссии;

- разработке рекомендаций по созданию бортовых систем, реализующих управляемый спуск отработавшей первой ступени РН СЛК.

Реализация концепции на основе модернизации РН СЛК позволит:

– рассматривать РН СЛК как перспективный элемент для подготовки и переподготовки кадров для создаваемой казахской ракетно-космической отрасли;

– снизить экологическую нагрузку на природную среду, в том числе и в РП;

– создавать оперативные резервы точек запуска и приземления и вести мониторинг данных точек.

Таким образом, если использовать главный критерий – показатель функциональной (перспективы создания системы подготовки и переподготовки кадров для создаваемой казахской ракетно-космической отрасли) и экологической эффективности ракетно-космической системы на основе РН СЛК, учитывать затраты и финансовые потери на восстановление экологической обстановки в РП, то реализация проекта представляется целесообразной.

Принципиальное отличие предлагаемых идей от существующих аналогов заключается в:

а) разработке модели информационно-прогностической системы для формирования предложений по размещению стартовых и приёмных комплексов РН СЛК, заключающихся в реализации предложенной концепции;

б) принципах обеспечения экологической безопасности РКД при использовании РН СЛК.

Исследования должны быть направлены на экологические проблемы, связанные с созданием и эксплуатацией мини-космодромов для запуска и приёма возвращающихся частей ракет-носителей (РН) сверхлегкого класса (СЛК) в интересах коммерческих или военных заказчиков, развитие ракетно-космической инфраструктуры гражданского и оборонного комплекса РК по эксплуатации и запуску микро-и нано космических аппаратов различного назначения. В качестве решения предлагается разработка модели информационно-прогностической системы космодрома Байконур для определения районов запуска и падений отделяющихся в полёте частей ракет-носителей сверхлёгкого класса (отработавшие ускорители ступеней, межступенные переходные отсеки, створки головного обтекателя) и комплекса технологий, обеспечивающих требования по экологической безопасности пусков ракет-носителей сверхлёгкого класса.

В основную концепцию разработки информационно-прогностической системы определения районов запуска и падений РН СЛК входят базовые положения по снижению техногенного воздействия ракетно-космической деятельности в районах падения космодрома Байконур, разработка методов выбора районов запуска и падения, автоматизации процессов по оперативной оценке техногенного воздействия от момента пуска РН СЛК до ликвидации последствий пуска в районах падения. Это необходимо для подготовки и анализа статистических данных и формирования цифрового следа. Все вносимые данные будут иметь справочный характер, для визуализации потенциально безопасных точек запуска на географической карте, с разграничением доступа к данным различных групп пользователей и процессов.

В основу концепции снижения техногенного воздействия отработавших ступеней РН СЛК на окружающую среду положены следующие базисные научно-методические положения:

а) разработка научно-методических рекомендаций по выбору районов запуска и падения для конкретных РН СЛК на территории космодрома Байконур на основе создаваемой ИПС, включающей в себя

- выбор возможных районов запуска и падения из условия минимизации экологического ущерба окружающей среде на основе разработанных критериев, применяемых при районировании исследуемой территории и разработки системы классификации операционно-территориальных единиц,

- снижение техногенного воздействия в выбранных районах падения за счёт минимизация разброса точек падения отделяющихся частей, минимизации вероятности пожаров и взрывов.

б) разработка научно-методических рекомендаций по комплексу технологий, обеспечивающих требования по экологической безопасности пусков ракет-носителей сверхлёгкого класса, включающих в себя:

- минимизацию площадей районов падения отделяющихся частей, например, сжигание на пассивном участке полёта створок головных обтекателей, межступенных отсеков, подхват отработавшей ступени вертолётом,

- уменьшение техногенного воздействия в районах падения за счёт минимизации вероятности пожаровзрывоопасности за путём газификации невырабатываемых остатков топлива в ступенях РН СЛК и т.д.

Таким образом, для обоснования аргументов возможности эксплуатации ракет-носителей сверхлегкого класса с учетом требований экологической безопасности требуется формирование доказательной базы для принятия решений об использовании РН СЛК на территории РК. Результаты исследований будут иметь рекомендательный, а в некоторых случаях регламентирующий характер как для казахстанской, так и для российской стороны в части реализации практической ракетно-космической деятельности на территории РК.

Список использованной литературы

1. Давыдов П.А. Обоснование требований к ракете-носителю сверхлёгкого класса нового поколения с учётом мировых тенденций развития средств выведения и рынка пусковых услуг. // Космонавтика и ракетостроение. Изд.: ЦНИИМаш, ISSN: 1994-3210. – № 2(71). – 2013, с. 67-72.

2. Смирнов В.И. Международные тенденции в создании и эксплуатации малых космических аппаратов. – Космонавтика и ракетостроение, 2003, вып. 2 (31), с. 160.

3. https://telesputnik.ru/materials/tekhnika-i-tekhnologii/article/sostoyanie-mirovogo-rynka-puskovykh-uslug/

4. Кузнецов А.Н., Осадченко А.С., Ромашкин А.М. Анализ сектора рынка малых спутников (наноспутников) и возможных схем их размещения в отсеках полезного груза средств выведения. – Космонавтика и ракетостроение, 2003, вып. 2 (31). - с. 137.

5. https://iz.ru/887258/aleksandr-ermakov/mobilnaia-kosmonavtika

6. https://www.france24.com/en/20190713-macron-france-space-forc

7. https://twitter.com/Cosmic_Penguin/status/1203183000113958912

8. https://www.skyrora.com/

9. Е.В. Космодемьянский, А.В. Нагиев, Д.Ю. Изратов, В.А. Кирпичев, П.А. Давыдов, А.А. Маркарова, И.В. Козлова, А.Ю. Окутин, А.Ю. Пустовалов. Проект космического ракетного комплекса на базе ракеты-носителя сверхлёгкого класса // Онтология проектирования. – 2018. – Т. 8, №4(30). - С.523-539. – DOI: 10.18287/2223-9537-2018-8-4-523-539.

10. https://ecoruspace.me/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%80%D1%82+1.html

11.https://spacelin.ru/proekty/sverkhlegkaya-raketa-aldan/

12. Костев Ю. В., Мезенова О. В., Позин А. А., Шершаков В. М. Система запуска малых космических аппаратов // Изв. вузов. Приборостроение. 2016. Т. 59, № 6. С. 482—488.

13. Клюшников В.Ю. Ракеты-носители сверхлегкого класса: ниша на рынке пусковых услуг и перспективные проекты //Воздушно-космическая сфера. 2019. №3. С.58-71.

14. The Annual Compendium of Commercial Space Transportation: 2018. Federal Aviation Administration, January 2018, Washington. 255 p.

15. Arion-2 Miura-5 [Электронный ресурс]. URL: http://www.b14643.de/Spacerockets_3/PLDSpace/Description/Frame.htm (Дата обращения: 01.06.2020).

16. Сенькин В. С. Оптимизация проектных параметров ракеты-носителя сверхлегкого класса //Техническая механика. 2009. № 1. С. 80-88.

17. Japan’s SS-520 CubeSat Launch Vehicle Achieves Success on Second Try [Электронный ресурс]. URL: http://spaceflight101.com/japanss-520-5-launch-success/ (Дата обращения: 06.06.2020).

18. Firefly Payload User’s Guide. August 10, 2018. Austin (Texas): Firefly Aerospace Inc. 64 p.

19. Electron. Payload User's Guide. Version 6.2, Rocket Lab. New Zealand, 2018. 53 p.

20. Vector-H Forecasted Launch Service Guide – VSS-2017-023 - Version 2.0. Tucson (Arizona): Vector Space Systems, 2017. 14 p.

21. Данилюк А. Ю., Клюшников В. Ю., Кузнецов И. И., Осадченко А. С. Требования к облику и основным проектным параметрам микроракетного комплекса, предназначенного для запуска малых космических аппаратов размерностей “нано”, “пико” и “фемто” // Вестник НПО им. С. А. Лавочкина. 2015. Т. 29, № 3. С. 107—113.

22. Ю.А. Матвеев, А.А. Позин, В.М. Шершаков. Системные вопросы создания ракет-носителей сверхлёгкого класса // Вестник НПО имени С.А. Лавочкина. №2/44, 2019. - С. 37 – 43.

23. https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/novyy-etap-militarizatsii-kosmosa/

24. https://sovkos.ru/cosmodrom/kosmodromy-sostav-i-vidy.html

Содержание

Секция 1. Современные проблемы прикладной математики, информатики и теории управления. Моделирование и оптимизация сложных систем и бизнес-процессов. Вычислительная математика, численный анализ и программирование, математическая логика. Теория статистики. Статистические методы		8
Zhamanshin A., Akhmet M., Tleubergenova M.	POISSON STABILITY IN SICNNS	9
Мазақова Ә.Т., Шаймерден Б.О., Сейлхан Б.Ж., Мазаков Т.Ж., Джомартова Ш.А.	ХИМИЯЛЫҚ РЕАКТОРДЫ БАСҚАРУ ТУРАЛЫ	14
Еркенғали Ж.А., Мазакова Ә.Т., Мазаков Т.Ж., Джомартова Ш.А., Зиятбекова Г.З.	ӨНДІРІСТІК ОБЪЕКТІЛЕРДІ ОРНАЛАСТЫРУ ҮШІН ШТЕЙНЕР ӘДІСІН ҚОЛДАНУ	20
Әлиасқар М.С., Мазақова Ә.Т., Бегалиева К.Б., Мазаков Т.Ж., Джомартова Ш.А.	СВЕДЕНИЕ ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СТЕРЖНЯ К СИСТЕМЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ	27
Шайхы М.Ә., Зиятбекова Г.З.	БИОМЕТРИЯЛЫҚ АУТЕНТИФИКАЦИЯ ЖҮЙЕСІНІҢ ҚАУІПСІЗДІГІ МЕН АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ	34
Алимжанова Л.М., Сарбасова А.К., Анарбекова С.Р.	СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕНДЕРОВ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ	40
Urmashev B.A., Kasenov S.E., Tursynbay A.T., Amantayeva A.B.	STUDY OF SOLUTIONS TO THE INVERSE PROBLEM OF PHARMACOKINETICS	46
Mazakova A.T., Dzhomartova Sh.A., Mazakov T.Zh., Daribayeva G.D., Ziyatbekova G.Z.	BIOTECHNICAL SYSTEM OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL TESTING	55
Presnyakov K.A., Kerimkulova G.K., Askalieva G.O.	METHOD FOR DETERMINING DEPENDENCE OR INDEPENDENCE OF KINEMATIC CHARACTERISTICS OF OPEN TURBULENT WATER FLOW, MEASURED IN TWO NEIGHBORING POINTS	64
Балакаева Г.Т., Калменова Г.Б	МҰНАЙ ҚАЛДЫҚТАРЫН ТЕРМИЯЛЫҚ ӨҢДЕУДІ МОДЕЛЬДЕУ	73
Калимолдаев М.Н., Абдилдаева А.А.	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ	81

	ЭКОНОМИКИ И ПРОЦЕССА ДЕНЕЖНОГО ОБМЕНА	
Вуйцик В., Калижанова А.У., Козбакова А.Х., Кунелбаев М., Айткулов Ж.С., Орманов Т.А., Ахсутова А.А., Масимканова Ж.	ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ИНТЕРФЕЙС КАНАЛЫ В СЕТЯХ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ	86
Кудайкулов А., Ташев А.А., Аршидинова М.Т.	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТЕРЖНЯ ОГРАНИЧЕННОЙ ДЛИНЫ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ РАЗНОРОДНЫХ ВИДОВ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛА	96
Амирханова Г.А., Илип А.М., Жалгас А.Н.	ОБЗОР СИСТЕМ ПОИСКА МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ	108
Амирханова Г.А., Рахимжанов Г.Е.	РЕНТГЕН СӘУЛЕЛЕРІНДЕГІ ДӘЛЕЛДЕМЕЛЕР МЕН ЖІКТЕУ АЛГОРИТМДЕРІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ ТАҢДАУ	112

Секция 2. Информационно-телекоммуникационные технологии. Системы и сети передачи данных. Интернет-технологии. Облачные технологии. Параллельные вычисления. Распределённые вычисления. Суперкомпьютерные и кластерные системы. Обработка больших объёмов данных (Big-data). Геоинформационные системы и технологии. Инновационные образовательные технологии 117

Алимжанова Л.М., Нурумов Е.М.	ИНТЕГРАЦИЯ IT-РЕШЕНИЙ В КРЕДИТОВАНИЕ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА	118
Шакерхан К.О., Мешечкин, В.В., Курмангалиева Н.К., Ахатаева, Ж.О., Умбетова Д.О.	ПРИМЕНЕНИЕ ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ	122
Pichugin M.K., Gurvich I.A., Baranyuk A.V.	SATELLITE MULTISENSORY SENSING AND DIGITAL METHODS IN THE STUDY OF EXTREME WEATHER EVENTS	127
Alimzhanova L.M., Tugelbayeva T.	THE MAIN ELEMENTS OF THE FORMATION OF THE REBRANDING OF THE COMPANY	131
Akhmetova A., Shayakhmetova A., Sultangazieva A., Zhamuratova M.	DEVELOPMENT OF A MODEL OF AN INTEGRATED INFORMATION SECURITY SYSTEM AT THE ENTERPRISE	138

Сериков М.К., Алимжанова Л.М.	МАРКЕТИНГОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОДВИЖЕНИЯ БРЕНДА С ПОМОЩЬЮ ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГА	145
Калимолдаев М.Н. Шермантаева Ж.У.	ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ.	151
Ахмеджанов М.А., Дайырбаева Э.Н., Еримбетова А.С.	РІС ӘДІСІНІҢ ПАРАЛЛЕЛИЗАЦИЯСЫНА САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ	159
Мухитова А.А., Еримбетова А.С.	СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ СЖАТИЯ ДОКУМЕНТОВ ФОРМАТА XML И JSON	163
Yerimbetova A.S., Ibraimkulov A.E.	ASSISTIVE TECHNOLOGIES FOR STUDENTS WITH DISABILITIES	172

Секция 3. Технологии искусственного интеллекта. Интеллектуальные системы управления. Речевые технологии и компьютерная лингвистика. Распознавание образов и обработка изображений. Биоинформатика и биометрические системы. Человеко-машинное взаимодействие. Машинное обучение. Интеллектуальные робототехнические системы 176

Ыбытаева Г.С., Мамырбаев О.Ж., Хайрова Н.Ф., Жумажанов Б.Ж., Мухсина К.Ж.	ПАРАЛЛЕЛЬ КОРПУСТЫ ӘЗІРЛЕУ МӘСЕЛЕЛЕРІ	177
Муратов Е.Б., Зиятбекова Г.З.	ПРЕИМУЩЕСТВО УСТАНОВКИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ УМНОЙ СИСТЕМЫ	185
Омар А.Б., Темиргазиева Ш., Базаркулова И.Е. Ыбырахым Н.С., Марат А.К.	КОНВУЛЬСИЯЛЫҚ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІНІ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ТЕРІ АУРУЛАРЫН ЖІКТЕУГЕ АРНАЛҒАН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ МОДЕЛІ	189
Ширяева О.И.	РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ AIS ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМ ПРОМЫШЛЕННЫМ ОБЪЕКТОМ С РАЗЛИЧНЫМИ РЕЖИМАМИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ	196
Alikul Sh.M., Alimzhanova L.M.	USING SENTIMENT ANALYSIS TO ASSESS THE INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF AN ORGANIZATION	201
Мухамедиев Р.И., Кучин Я., Якунин К., Юничева Н., Сымагулов А., Мухамедиева Е.	ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ К ВОПРОСАМ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН НА УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ	206

Сейтқазин Н.Қ.	РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДОЗРИТЕЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ ЛЮДЕЙ	212
Самигулина Г.А., Самигулина З.И.	КОГНИТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ E-LEARNING ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОМУ ОБОРУДОВАНИЮ НА ОСНОВЕ УНИФИЦИРОВАННОЙ ИСКУССТВЕННОЙ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ И ПРИНЦИПОВ ИММУНОЛОГИЧЕСКОГО ГОМЕОСТАЗА	221
Оралбекова Д.О., Мамырбаев О.Ж., Әлімхан Қ., Othman M., Кыдырбекова А.С., Турдалыкызы Т., Жумажанов Б.	ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ НА ОСНОВЕ ВСТАВОК	227
Зайтин Е.А., Мансурова М.Е., Октавиан А.П.	IOT НЕГІЗІНДЕГІ ПАЦИЕНТТІҢ ДЕНСАУЛЫҒЫН ҚАШЫҚТЫҚТАН БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ	235
Абдилдаева А. А. Жиылысова Д.	СӨЙЛЕУ СИНТЕЗІ АРҚЫЛЫ ПАЙДАЛАНУШЫНЫҢ ДАУЫСТЫҚ ӨЗАРА ӘРЕКЕТТЕСУІНІҢ ПРОТОТИПІ ЖӘНЕ ВЕБ-ERP ЖҮЙЕСІНДЕГІ СИПАТТАМАЛЫҚ АНАЛИТИКА	241
Байғара Ә.Ә., Абдилдаева А.А.	ИНТЕРНЕТТЕГІ ЗАТТАРДЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ҮЙГЕ АРНАЛҒАН ӘМБЕБАП ЖӘНЕ АҚЫЛДЫ АВТОМАТТАНДЫРУ ЖҮЙЕСІ	246
Жақсыбаева А.Д., Әділ М.Ә., Баймулдина Н.С.	ҚАЗАҚСТАНДЫҚ БИОТЕХНОЛОГИЯ ӨНІМІНЕ СҰРАНЫСТЫ БОЛЖАУ ЖӘНЕ IT ШЕШІМДЕРІН ҚАРАСТЫРУ	258
Козбагаров О.Б., Мусабаев Р.Р.	SENTENCE-BASED TOPIC MODELLING: NEW WAY TO INTERPRETATIVE TOPIC MODELLING AND AUTOMATIC TOPIC LABELLING	264
Амиргалиев Е.Н., Мерембаев Т.	ОБНАРУЖЕНИЕ АНОМАЛИЙ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ОДУ	277
Мустафин Т.С., Альжанова К.Т., Ауелбеков О., Козбакова А.Х., Мустафин С.А.	МЕТОДИКА И ПРАКТИКА ПОЛУЧЕНИЯ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ПОГОДЫ ДЛЯ ЗАДАННОГО РЕГИОНА	283
Амиргалиев Е.Н., Арсланов М.З., Мустафин С.А.	ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ	289
Ниязова К.К., Тусупова Б.Б., Мукашева А.К.	СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ РОЕВОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ПОСТРОЕНИЕ БАЗОВОГО РОЕВОГО АЛГОРИТМА	293

Байғараева Ж.Е., Резник Б.Е., Амирханова Г.А., Мансурова М.Е.	ОБЗОР МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ПОМОЩИ IOT-УСТРОЙСТВ	299
Амирханова Г.А., Кайыпжан М. Б., Жалгас А.Н.	ПРИМЕНЕНИЕ КОНВОЛЮЦИОННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВЫЯВЛЕНИЯ COVID-19	304
Piotr K., Калижанова А.У., Кунелбаев М., Козбакова А.Х., Айткулов Ж.С.,	РАЗРАБОТКА ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ СОСТОЯНИЯХ ПОЛЯРИЗАЦИИ	312
Джаксылыкова А.Б., Пак А.А., Зияден А., Еленов А.М.	РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ЭНТРОПИЙНОГО АНАЛИЗА ВЫДАЧИ ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ ЭКОЛОГИИ КАЗАХСТАНА	328
Секция 4. Информационная безопасность и защита данных.		339
Программно-технические средства защиты информации. Криптография.		
Математические методы обеспечения информационной безопасности сложных систем		
Жаксыгулова Д.Д., Рахметуллина С.Ж., Гнатюк С.О., Карымсакова И.Б., Ақметғалым Т.А.	МАҢЫЗДЫ ИНФРАҚҰРЫЛЫМДЫ ОБЪЕКТІЛЕРДІҢ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ МОДЕЛІ	340
Алимжанова Ж.М., Зиятбекова Г.З. Али А.К., Ниязбек Н.М.	РИСКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОТИ В СЕТИ 5G	346
Сейсенбаева А.Қ., Калижанова А.У.	ИНЖЕНЕРЛІК ҚҰРЫЛЫМДАРДЫҢ ЖАҒДАЙЫН БАҚЫЛАУДЫҢ ӨЛШЕУ АРНАЛАРЫН КАЛИБРЛЕУДІҢ АЛГОРИТМДЕРІ МЕН БАҒДАРЛАМАЛАРЫ	357
Баракова А.Ш., Усатова О.А.	ВЕБ-РЕСУРСТАРДЫҢ ҚАУІПСІЗДІГІНІҢ ОСАЛДЫҚТАРЫ МЕН ҚАУІПТЕРІН ЖІКТЕУ ЖӘНЕ СИПАТТАУ	364
Ищукова Е.А., Маро Е.А., Бабенко Л.К., Алгазы К.Т, Сакан К.С.	ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ФУНКЦИЙ ХЕШИРОВАНИЯ HBC-256	369
Капалова Н.А., Алгазы К.Т, Варенников А.В., Самрат С.М.	ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ КРИПТОАНАЛИЗ АЛГОРИТМА ШИФРОВАНИЯ «AL03»	381
Абдалы Ш.А.	ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ БЕЗОПАСНОСТИ В ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯХ	386

Begimbayeva Y., Zhaxalykov T.	REALIZATION AND SECURITY ANALYSIS OF HBB99 QUANTUM SECRET SHARING PROTOCOL	392
Ермолдина Г.Т., Бапышев А.М., Утегенова А.У., Суйменбаев Н.Б., Бекешев Е.А.	ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННО-ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЙОНОВ ЗАПУСКА И ПАДЕНИЙ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ СВЕРХЛЁГКОГО КЛАССА С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	398

МАТЕРИАЛЫ
VII международной научно-практической конференции
"Информатика и прикладная математика",

20 октября - 21 октября 2022, Алматы, Казахстан

Подписано в печать 18.10.2022 г. Формат А4
Печать цифровая. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 21,72.
Тираж 200 экз. Заказ № 006900.
Отпечатано в ИИВТ МНВО РК.
Алматы, ул. Шевченко, 28