



Institute of Information and  
Computational Technologies

ISSN : 2788-7677 (Online)  
ISSN : 2788-7987 (Print)

# ADVANCED TECHNOLOGIES AND **COMPUTER SCIENCE**

**2022**  
**No3**

[www.atcs.iict.kz](http://www.atcs.iict.kz)

---

Institute of Information and Computational Technologies

# **Advanced Technologies and computer science**

**№3**

Almaty 2022

ISSN: 2788-7677 (Online)  
ISSN : 2788-7987 (Print)

Institute of Information and Computational Technologies,

Advanced Technologies and computer science

This journal is subject to copyright. All rights are reserved by the Publisher, whether the whole or part of the material is concerned, specifically the rights of translation, reprinting, reuse of illustrations, recitation, and transmission or information storage and retrieval, electronic adaptation, computer software, or by similar or dissimilar methodology now known or hereafter developed.

The publisher, the authors, and the editors are safe to assume that the advice and information in this journal are believed to be true and accurate at the date of publication. Neither the publisher nor the authors or the editors give a warranty, expressed or implied, with respect to the material contained herein or for any errors or omissions that may have been made. The publisher remains neutral with regard to jurisdictional claims in published works and institutional affiliations.

28 Shevchenko str., Almaty, Republic of Kazakhstan  
7 (727) 272-37-11  
atcs@iict.kz

## About the Journal

Advance technologies and computer science is a bilingual scientific peer-reviewed, interdisciplinary, electronic journal of open access, including thematic areas:

- Section "**Applied mathematics, computer science and control theory**" includes papers describing modern problems in these areas.
- Section "**Information and telecommunication technologies**" also includes the following topics:
  - Data transmission systems and networks.
  - Internet technologies.
  - Cloud technologies.
  - Parallel computing.
  - Distributed computing.
  - Supercomputer and cluster systems.
  - Big data processing (Big-data).
  - Geographic Information Systems and Technologies.
- In the section "**Artificial intelligence technologies**" in addition to technology, there are works on topics:
  - Intelligent Management Systems.
  - Speech technology and computer linguistics.
  - Pattern Recognition and Image Processing.
  - Bioinformatics and biometric systems.
  - Human-machine interaction.
  - Machine learning.
  - Intelligent Robotic Systems.
- The section "**Information Security and Data Protection**" also covers topics:
  - Software and hardware information protection.
  - Mathematical methods for ensuring information security of complex systems.
- The section "**Modeling and optimization of complex systems and business processes**" may include:
  - Computational mathematics, numerical analysis and programming, mathematical logic.
  - Theory of Statistics.
  - Statistical Methods.

## **Editorial Team**

### **Chief Editor**

Kalimoldayev M.N., Academician of NAS RK, Doctor of Physics and Mathematics, Professor, DG of RSE "Institute of Information and Computational Technologies" SC MES RK (Kazakhstan)

**Deputy chief editor:** PhD, Mamyrbayev O.Zh (Kazakhstan)

### **Editorial team**

- Amirgaliev Ye.N., Doctor of Technical Sciences, Professor, Kazakhstan
- Arslanov M.Z., Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Kazakhstan
- Berdyshev A.S., Uzbekistan
- Biyashev R.G., Doctor of Technical Sciences, Professor, Kazakhstan
- Ischukova Ye.A., Candidate of Technical Sciences, Docent, Russia
- Krak, Ukraine
- Posypkin M.A., Doctor of Physics and Mathematics, Russia
- Khairova N.F., Doctor of Technical Sciences, Ukraine
- Keylan Alimhan, Japan (Tokyo Denki University)
- Marat Ahmet, Turkey
- Mohamed Othman, Малайзия (Universiti Putra Malaysia)
- Naohisa Otsuka, Japan (Tokyo Denki University)
- Ravil Muhamediev, Latvia
- Waldemar Wójcik, Poland

## Contents

<b>Introducing PQI-operator in Theory of Computational Complexity</b> M.Syzdykov	<b>4</b>
<b>Ақпараттық қауіпсіздік пәнін оқытуда болашақ информатика мұғалімінің кәсіби құзыреттілігін қалыптастыру</b> Н.О. Мекебаев, Б.Б. Назкенова, Е.В.Чайко	<b>10</b>
<b>Theoretical approaches to the definition of blockchain technologies</b> O.A. Ussatova, İ. Soğukpinar, A.Sh. Barakova	<b>17</b>
<b>Multiparameter biometric personality identification</b> M.S. Aliaskar, A.T. Mazakova, Т.Ж. Мазаков, G.S. Bayrbekova, M.T. Orynbay	<b>23</b>
<b>О некоторых вопросах распределения ресурсов при управлении сложными процессами</b> M.Arici, Ж.Такенова	<b>29</b>

UDC 004.02  
IRSTI 20.53.15

## INTRODUCING PQI-OPERATOR IN THEORY OF COMPUTATIONAL COMPLEXITY

**Mirzakhmet Syzdykov**

al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan  
mspmail598@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8086-775X>

**Abstract.** In this article we describe the notion of PQI-operator used before in application role for implementing extended finite state automata within the subset construction; we give precise definition of this operator and prove important complexity theorems according to the model provided and prior work; the presented operation method can be used for the estimation of the overridden complexity as per automata constructed through modified subset construction which was well studied before. The complexity, thus, can be of different type according to the classification which was presented earlier in this research of the decidability of complex algorithms which are impractical due to the state explosion, for example, in Rabin-Scott subset construction. These algorithms' complexity can be the type of factorial also. We will show that there exists a PQI-operator followed from the approach presented in the cycle of these works, thus, this work can be seen as the continuation of the study of the theory of automata and state complexity.

**Keywords:** computational complexity, operator, theoretical computer science, subset construction, finite state automata.

### Introduction

To the present time the operators defined in theory of complexity weren't studied from the point of view when this complexity is lower than the power-set and, at the same time, continues to expand to the proper linear function. We introduce the new operator named as PQI for the estimation of algorithms with artificial noise which lowers the upper bound of the given consumptions like data and source function – this function is of combinatorial type and expands very fast as exponential.

We give the notion to the algorithms of combinatorial complexity in big O-notation [1] – this is a common and simple way of describing the number of operations for the given data size.

The power-set in this work is present due to the work of finite state automata [2]. The complexity itself can be computable P or not computable NP [3]. Within the subset construction explosion property was observed before [4].

To our observations we note that the power-set explosion in subset construction follows from the trivial cases which can be as rare and frequent at the same time.

We will further also show by the plotting the convergional difference of PQI-operator set of functions to the set of combinatorial functions which are NP-complete and are, thus, impractical as is, however, the different models and solutions to these problems were provided before in recent research papers and the machine learning trend where neural network can result in variable expectation with the stated problem of huge amount of input data to be trained – of course, we know that this is a disputable question, at least, author of this work finds it as impractical as the collected or obtained data are of practical point of view to get the qualified set of data within the necessary level, so that the proposed neural network gives the expected and adequate result.

As this is a conceptually latest author's work for the question of equality, inequality or decidability of P and NP classes, we won't give the broad description of the theory of automata from which the sought operator was devised – it can be well studied in [5].

In this section we give the plan of our seminal work: first we describe the PQI-operator itself, then we give the notion for the model of operational calculus. The practical results are also presented.

**PQI-operator.** We define the PQI-operator from the observations presented in the prior work [5], where the subset construction was overridden by the extension states in finite state automaton.

This function according to the estimation of the subset construction for explosion of number of states can be described as follows:

$$2^N - 2^{\frac{N}{2}}, \quad (1)$$

as it naturally follows from (1) that the estimated complexity of subset construction [5] is less than the common case, it's necessary to introduce the arbitrary function  $p(x)$  and reduce the complexity class to the normal when it's growing faster than the linear function  $f(x) = x$ :

$$\frac{2^N}{p(x)}, p(x) \text{ - linear} \quad (2)$$

The derivative of the expression (1) is defined in (3):

$$[\ln(2) 2^x] - p'(x) \quad (3)$$

whereas the derivative of the expression (2) is as follows:

$$\frac{(\ln(2) 2^N \cdot p(x) - p'(x) 2^N)}{[p^2(x)]} \quad (4)$$

We define the limit for the expression (4) to be converged to infinity as the complexity is measured from this range, thus we get the following with respect to the L'Hôpital's rule:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{p'(x) 2^x}{p^2(x)} \right) = \lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{p''(x) 2^x + \ln(2) 2^x \cdot p'(x)}{2 \cdot p(x) \cdot p'(x)} \right). \quad (5)$$

The equation (5) is measured according to the  $O(n)$  complexity notation and equals to the following result:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{O(p''(x) 2^x + 2^x \cdot p'(x))}{O(2 \cdot p(x) \cdot p'(x))} : p(x) \leq p'(x) = \frac{O(2^x)}{P(2 \cdot p(x))} = \frac{O(2^x)}{O(p(x))}. \quad (6)$$

Consequently, it follows that the relation (6) complies to the fact that the function  $p(x)$  exists in the power-set space from complexity measure:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} O(2^x) < \lim_{x \rightarrow \infty} O(p(x)) : \exists p(x). \quad (7)$$

We give the notion to the comparable complex functions like power-set of the variable power value which is greater than one, thus giving us the increasing function:

$$2^N - 1.8^N. \quad (8)$$

For the set of combinatorial functions of NP nature we state that the derivative of these functions is equal among complexity classes like P and NP:

$$f(x) = f'(x), f(x) = \{2^x, x!\}. \quad (9)$$

The derivative of the discrete combinatorial function like factorial is defined as follows:



$$(x!)' = (x-1)(x-1)! \quad (10)$$

From the facts (9) and (10) it follows that the derivatives of the combinatorial functions like power-set and factorial are equal along the complexity and, thus, converge to the NP-class:

$$O(f(x)) = O(f'(x)): f(x) = \{2^x, x!\}. \quad (11)$$

For the PQI-operator we define the class of functions when the complexity is less when converging to the operational point like infinity – from this side it's possible to estimate the exponential growth:

$$\left(\frac{2}{t}\right)^x : t \leq 2 \rightarrow O(f(x)) \neq O(p(x)), x \rightarrow \text{infinity}. \quad (12)$$

Finally for the big O-notation we define the PQI operator as follows:

$$PQI(x) = \frac{2^x}{p(x)} = \frac{2^x}{2^{\log(x)}} = 2^{\frac{x}{\log(x)}} = 2^{\log(x)} : O(p(x)) < O(2^x). \quad (13)$$

The differential equations (10) and (11) prove the assumption (13).

**Application of PQI-model.** In [5] we have developed the overridden model for the modified subset construction which is relevant to the reduced cost of computation, thus, giving better results.

We have also developed the Java application package “Regex+” for the extended regular expressions.

The PQI-model in this package is successfully implemented via overridden PQI-operator and tagging rules giving the correct results for all the test cases provided within.

The implemented solution isn't, thus, recursive and combinatorially measured resulting to the class of effective algorithms where NP-completeness is avoided – this fact conventionally holds true for better evaluation, as we can represent the typical finite state machine as a neural network for the type of graph structures.

However, this graph structure is specific and, as described before, has the different and complex notation rather than typical finite state automata – we will call these state of automata as PQI, or PQI-automata along the provided and evaluated empirical results.

The proof was given also in prior works for the extended operators in regular expression and corresponding finite state automaton, as this proof is essential in giving the definition of PQI-operator and, similarly, PQI-model, which are different from the point of view of estimation and measurement and vice-versa of the practical experience.

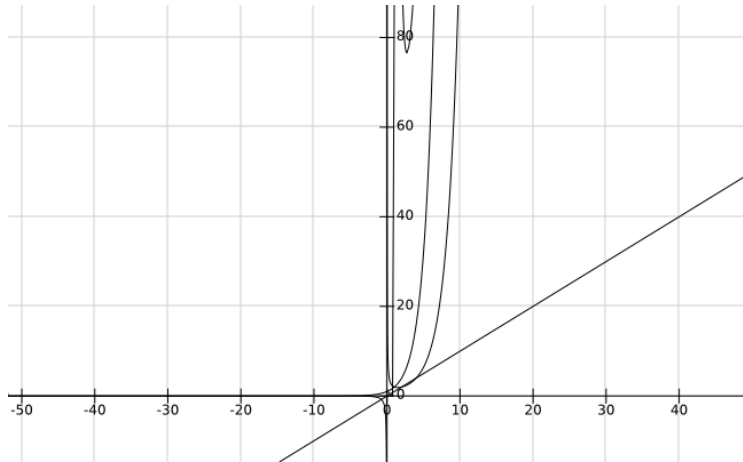
In turn, the product construction machines, which were studied in modern works, give not quadratic, but exponential growth for the number of states in the resulting deterministic automaton – however, with our introduction and concept of PQI-operator we obtain results which are minimalistic which can be proven from the facts provided in the equilibria (1)–(14).

More facts about the evaluation of this empirical and proved model show our interest in developing even mobile-aware applications which can be obtained from author of this work by request.

For better discussion of the presented PQI-model we can state that P versus NP problem, which is still an open question, can be reduced to the empirical PQI-model and give the linear growth reduction of the exponentially growing complexity.

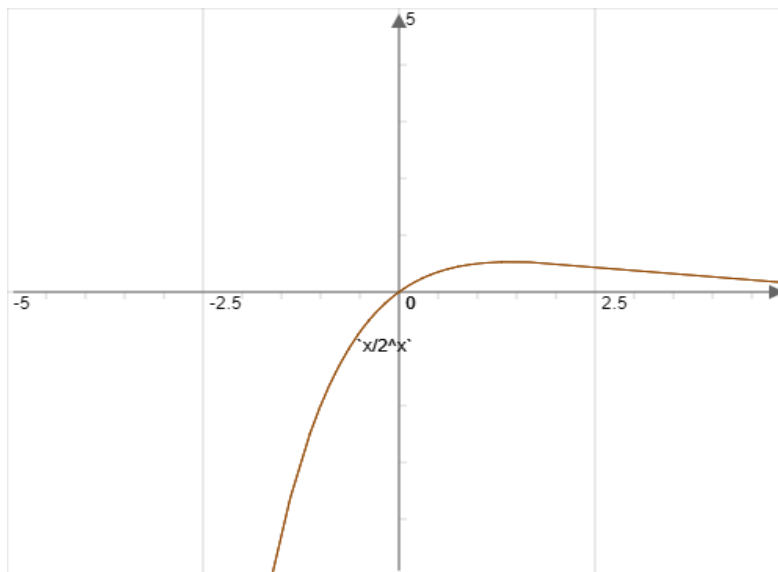
**In-depth study.** In this section the graphical plot of PQI-operator for the variety of combinatorial functions which are not limited to factorial and power-set.

These graphical plots from the initial values show that, the PQI-operator still is less relevant to the combinatorial function derivatives – thus, to be more proper, it's non-convergent and is equally convergent along the size of input data when they are limited to infinity.



**Figure 1** – Graphical plot of PQI-functions

From figure (1) it's seen that PQI-operator is expanding slower than exponential function and, thus, it's reducing to almost linear function  $O(n)$ .



**Figure 2** – Graphical plot of PQI-function

The figure (2) gives the fact that the PQI-function is converging to zero and thus has lower orders, rather than when we devise the power of exponential function itself.

Final result for the PQI-operator is derived from the following equilibria:

$$PQI(x) = \frac{2^x}{p(x)} = \left\{ \frac{2^x}{x}, 2^{\frac{x}{\log(x)}}, 2^{\log(x)} \right\} = \frac{f(x)}{p(x)} : O\left(\frac{f(x)}{p(x)}\right) < O(f(x)). \quad (14)$$

## Conclusion

We have proved that the derivatives of the combinatorial functions are equal with respect to the complexity defined by the big O-notation. From this fact, it follows that there exists the function or PQI-operator which slows down the rapid growth of factorial and power-set functions.

The precise definition of PQI-operator is given by the equation (14). This gives the assumption of the possible ways of reducing the NP-complete problems to the sub-tasks with the slow growth converging to the linear or even logarithmic class of arbitrary degree.

It also follows that the subtraction operator cannot give the expected result of exponential function growth – thus, we have to revert to the class of functions where the relevant changes are made and the growth is reduced and is almost convergent to the linear bounds.

The main outcome from the past works by S. Cook state that NP-complete problems are reducible to the fractions of P-complete problems by applying PQI-derivatives from (1) – (14).

We give more precise note that by introducing the PQI-operator, we are not giving the final outcome for P-NP problem case, however, we are in the state of natural complexity which is, first, proved to be existent in the set of combinatorial functions, then, it's obvious that the Millennium Theorem is rather more disputable on this empirical result.

## Acknowledgements

The author expresses gratitude to Manoj Kumar Srivastav and other persons for their valuable comments and ideas regarding this work.

## References

- [1] Chivers, Ian, Jane Sleightholme. An introduction to Algorithms and the Big O Notation. Introduction to programming with Fortran. Springer, Cham. 2015. 359-364.
- [2] Rabin, Michael O., Dana Scott. Finite automata and their decision problems. IBM journal of research and development 3.2. 1959. 114-125.
- [3] Cook, Stephen. The P versus NP problem. Clay Mathematics Institute. 2000. 2.
- [4] Valmari, Antti. The state explosion problem. Advanced Course on Petri Nets. Springer, Berlin, Heidelberg, 1996.
- [5] Syzdykov, Mirzakhmet. Theory of Automata and State Complexity. LAP Lambert Academic Publishing, 2017.

## ЕСЕПТЕУ КҮРДЕЛІЛІГІ ТЕОРИЯСЫ PQI ОПЕРАТОРЫНА КІРІСПЕ

**Мырзахмет Сыздықов**

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан  
mspmail598@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8086-775X>

**Аңдатпа.** Бұл мақалада біз PQI операторы ұғымын сипаттаймыз, ол бұрын ішкі жиынның бөлігі ретінде кеңейтілген ақырлы автоматтарды іске асыру үшін қосымша ретінде қолданылған; біз осы оператордың нақты анықтамасын береміз және берілген модельге және алдыңғы жұмысқа сәйкес маңызды күрделілік теоремаларын дәлелдейміз; ұсынылған операция әдісін құрастырылған автоматтар арқылы қайта анықталған күрделілікті бағалау үшін бұрын жақсы зерттелген модификацияланған ішкі жиын арқылы пайдалануға болады. Осылайша, күрделілік күй жарылысына байланысты практикалық емес күрделі алгоритмдердің шешілуін осы зерттеуде бұрын ұсынылған классификацияға сәйкес мысалы, Рабин-Скотт ішкі жиынын құру кезінде әр түрлі болуы мүмкін. Бұл алгоритмдердің күрделілігі факториалдың бір түрі болуы мүмкін. Біз осы жұмыстардың циклінде ұсынылған тәсілден туындайтын PQI операторы бар екенін көрсетеміз, осылайша бұл жұмысты автоматтар теориясы мен күйлердің күрделілігін зерттеудің жалғасы ретінде қарастыруға болады.

**Кілттік сөздер:** есептеу күрделілігі, оператор, теориялық информатика, ішкі жиындарды құру, ақырғы автоматтар.

## ВВЕДЕНИЕ PQI-ОПЕРАТОРА В ТЕОРИЮ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЛОЖНОСТИ

**Мырзахмет Сыздыков**

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

mspamail598@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8086-775X>

**Аннотация.** В этой статье мы описываем понятие PQI-оператора, которое использовалось ранее в роли приложения для реализации расширенных конечных автоматов в рамках конструкции подмножества; мы даем точное определение этого оператора и доказываем важные теоремы сложности в соответствии с предоставленной моделью и предыдущей работой; Представленный метод операции может быть использован для оценки переопределенной сложности по автоматам, построенным с помощью модифицированной конструкции подмножества, которая была хорошо изучена ранее. Таким образом, сложность может быть разного типа в соответствии с классификацией, представленной ранее в данном исследовании разрешимости сложных алгоритмов, непрактичных из-за взрыва состояния, например, при построении подмножества Рабина-Скотта. Сложность этих алгоритмов также может быть типом факториала. Мы покажем, что существует PQI-оператор, вытекающий из подхода, представленного в цикле этих работ, таким образом, данную работу можно рассматривать как продолжение изучения теории автоматов и сложности состояний.

**Ключевые слова:** вычислительная сложность, оператор, теоретическая информатика, построение подмножества, конечные автоматы.

*Сведения об авторе:*

*Анг.: Syzdykov Mirzakhmet - al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

*Каз.: Сыздықов Мырзахмет- ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.*

*Рус.: Сыздыков Мырзахмет- Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан.*

ӘҚЖ 004.02

## АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ПӘНІН ОҚЫТУДА БОЛАШАҚ ИНФОРМАТИКА МҰҒАЛІМІНІҢ КӘСІБИ ҚҰЗЫРЕТТІЛІГІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ

Н.О. Мекебаев<sup>1</sup>, Б.Б. Назкенова<sup>1</sup>, Е.В. Чайко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Рига техникалық университеті, Латвия, Рига

nurbara@mail.ru, nazkenova\_bayan@mail.ru, jelena.caiko@gmail.com

ORCID:0000-0002-9117-4369

ORCID: 0000-0002-6671-7835

ORCID: 0000-0002-1207-1418

**Андатпа.** Мақалада әдістемелік жүйені жобалау және құру мәселелерін қарастыруға арналған болашақ педагогтарды оқушылардың ақпараттық қауіпсіздігін қамтамасыз етуге дайындау. Болашақ информатика пәні мұғалімдерінің ақпараттық қауіпсіздігін қамтамасыз ету саласындағы құзыреттілігін қалыптастыру, егер әзірлеген және енгізген құзыреттіліктерді қалыптастыру әдістемесінің моделі нормативтік-мақсатты, әдістемелік, мазмұндық-ұйымдастырушылық және бағалауды қамтитын болса, тиімдірек болады. Біздің зерттеуімізде әдістемелік жүйені жобалау және дамыту құзыреттілік, модульдік, тұлғаға бағытталған, қызмет және жүйелік тәсілдердің ережелеріне, сондай-ақ білім беруді ақпараттандыру тұжырымдамасына негізделген. Құрылымдық компоненттердің өзара байланысын талдау оқытудың мазмұнын, оған қол жеткізуді қамтамасыз ететін оқыту әдістерін, құралдары мен формаларын таңдауды анықтайтын мақсаттың жүйелік рөлін анықтауға мүмкіндік берді. Ұсынылған модель әдістемелік жүйенің құрылымдық және функционалды компоненттерін көрсетеді, онда оның компоненттері болашақ мұғалімдерді даярлаудың құрылымдық компоненттерін мазмұндық толтыру түрінде оқытудың мақсаттары, мазмұны, әдістері, құралдары, формалары, нәтижелері болып табылады.

**Кілттік сөздер.** білім беру, оқу үрдісі, ақпараттық қауіпсіздік, информатика пәні мұғалімдерін даярлау, ақпараттық қауіпсіздік саласындағы құзыреттілік, әдістемелік модель.

### Кіріспе

Жалпы білім беруде, оқу процесінде әлеуметтік, шығармашылық, коммуникативтік қабілеттерін дамыту, олардың дайындық және жеке ерекшеліктеріне сәйкес мүмкіндіктерін іске асыру үшін жағдай жасауды талап етеді. Осыған байланысты мұғалімдердің оқу-зерттеу қызметін ұйымдастыру, міндеттерін табу және шешу, гипотеза жасау, ақпаратты өз бетінше іздеу және талдау негізінде өз білімдерін құру, зерттеу нәтижелерін болжау және талдау дағдыларын қалыптастыруға ықпал ететін оқытудың мазмұнын, әдістері мен құралдарын таңдауға және зерттеуге бағытталуы тиіс [1]. Жоғарыда аталған міндеттерді іске асыру үшін студенттердің ғылыми танымның заманауи әдістеріне қызығушылығын дамытуға, оқушылардың танымдық іс-әрекетін дараландыруға, пән саласындағы теориялық және прагматикалық білімдерді интеграциялауға, коммуникативтік қабілеттерін дамытуға, сондай-ақ әртүрлі пәндік салалардағы білімді біріктіруге ықпал ететін оқу-зерттеу әдісі үлкен әлеуетке ие.

### Негізгі бөлім

Ұсынылған модель әдістемелік жүйенің құрылымдық-функционалды құрамдастарын көрсетеді, мұнда мақсаттар, мазмұн, әдістер, құралдар, нысандар, оқыту нәтижелері ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз етуге болашақ мұғалімдерді дайындаудың құрылымдық құрамдас бөліктерінің мазмұны ретінде айқындалады.

ЖОО-ның оқу үдерісінде ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін болашақ информатика мұғалімдерін даярлау жүйесін жетілдіруді зерттеу барысында [2; 4; 5; 6; 7; т.б.], біз ақпараттық қауіпсіздік саласында студенттердің құзыреттілігін қалыптастыру әдістемесін әзірлеу қажеттілігін анықтадық.

Болашақ информатика мұғалімінің ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету

саласындағы құзыреттілігі бойынша біз ақпараттық қауіпсіздік саласындағы өзін-өзі дамытуға мотивтер мен құндылықтар жиынтығымен, ақпараттық қауіпсіздік негіздерін білумен анықталатын қызметтің ақпараттық қауіпсіздігіне қойылатын талаптарды ескере отырып, кәсіби және әлеуметтік белсенділікті жүзеге асыруға мүмкіндік беретін жеке қасиеттердің интеграцияланған сипаттамасын түсінеміз; білім беру мекемесінің ақпараттық инфрақұрылымын (кәсіби маңызды ақпаратты) сәтті қорғау дағдылары, дағдылары мен тәжірибесі, сондай-ақ эмоционалды-еріктік тұрақтылығы және ақпараттық қауіпсіздік қатерлеріне қарсы тұру қабілеті [3; 7].

Зерттеу барысында біз ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету саласындағы болашақ информатика мұғалімдерінің құзыреттілігін қалыптастыру әдістемесінің үлгісін жасадық, ол арқылы біз нормативтік-мақсаттық, әдістемелік, мазмұндық-ұйымдастырушылық, бағалаушы-тиімді блоктар (1-суретті қараңыз).

### **Нәтиже**

Нормативтік-мақсатты негізгі мақсатты көрсетеді – болашақ информатика мұғалімдерінің ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету саласындағы құзыреттілігін қалыптастыру. Бұл мақсат білім беру саласындағы ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз етудің бағдарламалық-техникалық міндеттері (ақпараттық ресурстарды қауіпсіз сақтау, өңдеу және пайдалану технологиялары) ретінде шешуге қабілетті маманды қалыптастыруға қоғам мен мемлекеттің әлеуметтік тапсырысынан туындайды; өзара іс-қимыл құралдарын, ғылыми-білім беру ақпаратын беру және тарату құрылғыларын қорғау және т. б.), сондай-ақ гуманитарлық міндеттер (жаһандану жағдайында мәдени-адамгершілік құндылықтарды сақтау және дамыту ақпараттық ресурстарды пайдалану кезінде этикалық және академиялық нормаларды сақтау; акт-қаныққан ортаның қауіпсіздігін бұзудың ықтимал тәуекелдерін бағалау; Интернет желісінде ақпарат тарату еркіндігін теріс пайдалануға қарсы іс-қимыл проблемаларын зерттеу және т.б.) [8].

Әдістемелік зерттеу мәселесін шешу үшін қолданылатын тәсілдер мен принциптер бар. ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету саласындағы құзыреттілікті қалыптастыру процесіне аксиологиялық (құндылықты) көзқарас білім беру үшін, білім алушының жеке басын дамыту үшін олардың құндылығы тұрғысынан ақпараттық ресурстарды қорғау мәселелерін зерделеуді және қазіргі ақпараттық қоғамдағы білім беру процесінің субъектілері үшін осы құзыреттіліктің маңыздылығын арттыру жолдарын айқындауды көздейді. Құзыреттілік тұрғы болашақ мұғалімнің әртүрлі проблемалық жағдайларда әрекет ету қабілеті ретінде кәсіби білім берудің мақсаттары мен нәтижелерін бағалауға; студенттерді квази - және кәсіби қызметтің әртүрлі түрлеріне қосу жағдайларын тудыратын педагогикалық технологияларды іс-әрекеттік мазмұн мен пайдалануға назар аударады. Жеке іс-әрекет тәсілі жеке ерекшеліктерді ескеруге, болашақ мұғалімнің құзыреттілігін қалыптастыру процесінде алдағы іс-әрекет моделіне негізделген жеке көзқарасты жүзеге асыруға мүмкіндік береді[9].

ЖОО-ның білім беру процесінде ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету саласында құзыреттілікті қалыптастыруды ғылыми қамтамасыз ету үшін мынадай қағидаттар айқындалды: оқытудың, тұлғалық-бағдарлы білім берудің дамытушы және тәрбиелеуші сипатының құндылық бағдарларын қалыптастыру; дербестік, проблемаларды шешу тәжірибесін қалыптастыру, студенттердің жеке даралығын өздігінен өзектендіру және дамыту; білім алушылардың үздіксіздігі, тұтастығы, санасы мен белсенділігі.

Модельдің мазмұндық-ұйымдастырушылық блогы болашақ мұғалімнің ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету саласындағы қалыптасқан құзыретінің мазмұнын, компоненттерін, кезеңдерін, ұйымдастырушылық-педагогикалық жағдайларын және білім беру процесін ұйымдастырудың нысандарын, әдістері мен құралдарын қамтитын қалыптастырылатын құзыреттің әдістемелік негіздемесін қамтиды.

Жүргізілген зерттеу нәтижесінде болашақ информатика мұғалімдерінің ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету құзыреттілігін қалыптастыруға ықпал ететін мынадай

ұйымдастырушылық-педагогикалық жағдайлар анықталды және негізделді:

а) информатика мұғалімін кәсіби даярлаудың барлық кезеңдерінде киберкеңістіктегі деструктивті құбылыстарға қарсы іс-қимылға оқу және тәрбие процесінің мазмұнының бағыттылығын қамтамасыз ету;

б) ЖОО-дағы сабақтарда болашақ информатика мұғалімдерінің субъектілік ұстанымын тұрақты жобалық және рефлексивті қызметке қосу арқылы қалыптастыру (қалыптастыру);

в) «ашық білім беру жүйесіндегі ақпараттық қауіпсіздік» арнайы курсы әзірлеу және іске асыру арқылы студенттердің білім беру мекемесінің ақпараттық инфрақұрылымын ақпараттық әсерлерден қорғау тәжірибесін қалыптастыру.

Модельдің бағалау-нәтижелілік болашақ информатика мұғалімдерінің ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету құзыретіндегі қалыптасу өлшемдері мен деңгейлерін қамтиды [10]. ЖОО-ның білім беру процесінде әзірленген және іске асырылған модель болашақ информатика мұғалімдерінің ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету саласындағы құзыреттілігін қалыптастырудың тиімділігін арттыруға ықпал етеді [11]. Жұмыстың теориялық маңыздылығы нәтижелердің университеттің білім беру процесінде мамандарды даярлауға қатысты ақпараттық қауіпсіздік мәдениетін қалыптастыру теориясын жасауға ықпал ететіндігінде.

## Қорытынды

Зерттеудің практикалық маңыздылығы-теориялық ережелер, тұжырымдар мен ұсыныстар «Ақпаратты қорғаудың әдістері мен құралдары», «Білім берудегі ақпараттық технологиялар», «Ақпаратты оқытудың теориясы мен әдістемесі», «Білім берудегі ақпараттық қауіпсіздік» және т.б. курстарды оқу кезінде университеттің педагогикалық мамандықтарының студенттері және білім беру қызметкерлерін кәсіби даярлау және біліктілігін арттыру жүйесінде қолданылуы мүмкін. Болашақ информатика мұғалімінің теориялық және практикалық дайындығы информатиканы оқыту процесінде оқушылардың оқу-зерттеу қызметін ұйымдастырудың теориялық-технологиялық негіздері мен ерекшеліктерін білуді және оқушылардың оқу-зерттеу қызметін тиімді ұйымдастыруға бағытталған әдістемелік дағдылар жүйесін меңгеруді көздейді. Мұғалімнің кәсіби дайындығының бұл түрі көбінесе оның үнемі туындайтын дидактикалық мәселелерді шығармашылықпен шеше білуімен сипатталады.

## Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

[1] Абдрафикова А.Р., Кавиева А.Р. Система профессиональных педагогических ценностей в представлениях студентов-будущих педагогов. Сборник научных трудов Международного форума. 2015. 3-5.

[2] Минина Н.К. Формирование информационной картины мира на уроках информатики с использованием интернет-технологий. Вестник Брянского государственного университета. 2015. 163-166.

[3] Белоглазов А.А., Белоглазова Л.Б. Моделирование технологий Интернет-обучения. Вестник РУДН. Серия: Информатизация образования. 2017. 14(1). 83—91. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-tehnologiy-internet-obucheniya>

[4] Белоглазов А.А., Белоглазова Л.Б. Моделирование технологий Интернет-обучения. Вестник РУДН. Серия: Информатизация образования. 2017. 14(1). 83—91. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-tehnologiy-internet-obucheniya>

[5] Мадаев С.Р. Моделирование как важная составляющая в современной науке. Системные технологии. 2015. 16. 95-103.

[6] Родионов М.А., Акимова И.В. Подготовка будущих учителей информатики к обучению школьников объектно-ориентированному программированию. Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2015. 1(37).

[7] Садулаева Б.С. Объектно-ориентированное программирование в обучении будущих

бакалавров информатики. Международный научный журнал «Инновационная наука». 2015. 10. 165-166.

[8] Чусавитина С., Чусавитин Г.Н. Модель методики формирования у будущего учителя информатики компетенции в области обеспечения информационной безопасности. 2018. 527-531.

[9] Нурбекова Ж., Толғанбайұлы, Т. Формирование профессиональной компетенции студентов вуза в процессе проектно-ориентированного обучения программированию микророботов. ВЕСТНИК Серия «Физико-математические науки». 2020. 2(70). 264–270. DOI:https://doi.org/10.51889/2020-2.1728-7901.42

[10] Маркова А.К. Кәсіби құзыреттіліктің даму деңгейі. 2019. https://ust.kz/word/pedagogydyng\_kasibi\_quzyrettiligin\_damytydogy\_adistemelik\_jumystar

[11] Imeridze M. Implementation of the experimental model of future teachers' media education competence formation. Science and education. 2016. 1. 102-106. URL: http://apps.webofknowledge.com

## References

[1] Abdrafikova A.R., Kavieva A.R. Sistema professional'nyh pedagogicheskikh cennostej v predstavlenijah studentov-budushhih pedagogov. Sbornik nauchnyh trudov Mezhdunarodnogo foruma. 2015. 3-5.

[2] Minina N.K. Formirovanie informacionnoj kartiny mira na urokah informatiki s ispol'zovaniem internet-tehnologij. Vestnik Brjanskogo gosudarstvennogo universiteta. 2015. 163-166.

[3] Beloglazov A.A., Beloglazova L.B. Modelirovanie tehnologij Internet-obuchenija. Vestnik RUDN. Serija: Informatizacija obrazovanija. 2017. 14(1). 83—91. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-tehnologiy-internet-obuchenija

[4] Beloglazov A.A., Beloglazova L.B. Modelirovanie tehnologij Internet-obuchenija. Vestnik RUDN. Serija: Informatizacija obrazovanija. 2017. 14(1). 83—91. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-tehnologiy-internet-obuchenija

[5] Madaev S.R. Modelirovanie kak vazhnaja sostavljajushhaja v sovremennoj nauke. Sistemnye tehnologii. 2015. 16. 95-103.

[6] Rodionov M.A., Akimova I.V. Podgotovka budushhih uchitelej informatiki k obucheniju shkol'nikov ob'ektno-orientirovannomu programmirovaniyu. Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N. I. Lobachevskogo. Serija: Social'nye nauki. 2015. 1(37).

[7] Sadulaeva B.S. Obektno-orientirovannoe programmirovanie v obuchenii budushhih bakalavrov informatiki. Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal «Innovacionnaja nauka». 2015. 10. 165-166.

[8] Chusavitina S., Chusavitin G.N. Model' metodiki formirovanija u budushhego uchitelja informatiki kompetencii v oblasti obespechenija informacionnoj bezopasnosti. 2018. 527-531

[9] Nurbekova Zh., Tolғанбайұлы, Т. Формирование профессиональной компетенции студентов вуза в процессе проектно-ориентированного обучения программированию микророботов. ВЕСТНИК Серия «Физико-математические науки». 2020. 2(70). 264–270. DOI:https://doi.org/10.51889/2020-2.1728-7901.42

[10] Markova A.K. Кәсіби құзыреттіліктің даму деңгейі. 2019. https://ust.kz/word/pedagogydyng\_kasibi\_quzyrettiligin\_damytydogy\_adistemelik\_jumystar

[11] Imeridze M. Implementation of the experimental model of future teachers' media education competence formation. Science and education. 2016. 102-106. URL: http://apps.webofknowledge.com

Но рма тивтік мақсә	<b>Қоғам мен мемлекеттің әлеуметтік тапсырысы</b>	
	Ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету саласында құзыреттілігі бар информатика мұғалімдерін даярлау	
<b>Мақсаты:</b> болашақ информатика мұғалімдерінің кәсіби дайындық процесінде ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету саласындағы құзыреттілігін қалыптастыру		
Әдіс темелік	<b>Тәсілдері:</b>	<b>Принциптері:</b>
	құндылық	тұлғалық-бағдарлы білім берудің, оқытудың дамытушылық және тәрбиелік сипатының құндылық бағдарларын қалыптастыру



	құзыреттілік	өз бетінше проблемаларды шешу тәжірибесін қалыптастыру, өзін-өзі тану және студенттердің даралығын дамыту		
	тұлғалық-әрекеттік	белсенділік, сабақтастық, тұтастық, сана және оқу әрекеті		
<b>Мазмұны-ұйымдастырушылық</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Жалпыланған арнайы құзыреттің мазмұны болашақ кәсіби қызметтің негізгі бағыттарында ақпараттық қауіпсіздікті және ақпаратты қорғауды қамтамасыз етуге қабілетті;</li> <li>- Түрлі білім беру сатыларында ақпараттық қауіпсіздік мәселелері бойынша базалық және элективті курстар бағдарламаларының оқу модульдерін әзірлеуге және іске асыруға қабілетті;</li> <li>- Ақпараттық қауіпсіздік проблемасының гуманитарлық құрамдас бөлігі бойынша ғылыми зерттеулер жүргізуге және нақты білім беру міндеттерін шешу кезінде ғылыми зерттеулер нәтижелерін қолдануға қабілетті;</li> <li>- Ақпараттық қауіпсіздікті оқыту және ақпараттық-білім беру ортасының қауіпсіздігін қамтамасыз ету әдістемелерін әзірлеуге және іске асыруға дайын</li> </ul>			
	<b>Құзыреттілік компоненттері:</b> Болашақ кәсіби қызметтің негізгі салаларында ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз етуге қабілетті			
Мотивациялық компонент	Танымдық компонент	Мінез-құлық компоненті	Құндылық-мағыналық компонент	Эмоционалды-ерікті компонент
<b>Құзыреттіліктің өмірлік циклі</b>				
Қалыптасу кезеңі		Жетілдіру кезеңі		Қолдану кезеңі
<b>Ұйымдастыру-педагогикалық шарттары</b>				
Информатиканы кәсіби даярлаудың барлық кезеңдерінде киберкеңістіктегі деструктивті құбылыстарға қарсы іс-қимылға оқу процесінің мазмұнын бағыттауды қамтамасыз ету				
ЖОО сабақтарында тұрақты жобалық және рефлексиялық қызметке енгізу арқылы ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету саласында болашақ мұғалімдердің субъектілік ұстанымын қалыптастыру (қалыптастыру)				
«Ашық білім беру жүйесіндегі ақпараттық қауіпсіздік» арнайы курсы әзірлеу және іске асыру арқылы білім беру мекемесінің ақпараттық инфрақұрылымын мекеменің арнайы курсы әзірлеу және іске асыру арқылы ақпараттық әсер ету қаупінен қорғау тәжірибесін студенттерде қалыптастыру				
<b>Құзыреттілікті қалыптастыруды әдістемелік қамтамасыз ету</b>				

<b>Бағалау</b>	<b>Формалар:</b> Ддрістер, Зертханалық жұмыс, практикалық сабақ, оқу конференциясы, ғылыми-зерттеу жұмысы	<b>Әдістері:</b> модельдеу, зерттеу, жағдайды зерттеу және практикалық тәжірибе	<b>Құралдар:</b> баспа, көрнекі, интернет-ресурстар, мультимедиялық ресурстар
	<b>Құзыреттілікті қалыптастыру критерийлері:</b> мотивациялық, танымдық, мінез-құлық, эмоционалды-ерікті		
	<b>Құзыреттіліктің қалыптасу деңгейлері</b>		
	Шекті деңгей	Базалық деңгей	Озық деңгей
<b>Нәтиже:</b> болашақ информатика мұғалімінің ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету саласындағы құзыреттілікті қалыптастырудың жоғары деңгейіне көшуі			

## ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ИНФОРМАТИКИ В ПРЕПОДАВАНИИ ПРЕДМЕТА ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Н.О. Мекебаев<sup>1</sup>, Б.Б. Назкенова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Рижский технический университет, Латвия, Рига

nurbapa@mail.ru, nazkenova\_bayan@mail.ru, jelena.caiko@gmail.com

ORCID:0000-0002-9117-4369

ORCID: 0000-0002-6671-7835

ORCID: 0000-0002-1207-1418

**Аннотация.** Статья посвящена рассмотрению вопросов проектирования и создания методической системы подготовки будущих педагогов к обеспечению информационной безопасности учащихся. Формирование компетенций будущих учителей информатики в области обеспечения информационной безопасности будет более эффективным, если разработанная и внедренная модель методики формирования компетенций будет включать нормативно-целевую, методическую, содержательно-организационную и оценочную. В нашем исследовании проектирование и разработка методической системы базируется на положениях компетентностного, модульного, личностно-ориентированного, деятельностного и системного подходов, а также концепции информатизации образования. Анализ взаимосвязи структурных компонентов позволил определить системную роль цели, определяющую содержание обучения, выбор методов, средств и форм обучения, обеспечивающих его достижение. Представленная модель отражает структурно-функциональные компоненты методической системы, в которой ее компонентами являются цели, содержание, методы, средства, формы, результаты обучения в форме содержательного наполнения структурных компонентов подготовки будущих учителей.

**Ключевые слова.** образование, учебный процесс, информационная безопасность, подготовка учителей информатики, компетентность в области информационной безопасности, методическая модель.

## FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCE OF A FUTURE COMPUTER SCIENCE TEACHER IN TEACHING THE SUBJECT OF INFORMATION SECURITY N.

Mekebayev<sup>1</sup>, B. Nazkenova<sup>1</sup>, E. Chaiko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>Riga Technical University, Latvia, Riga

nurbapa@mail.ru, nazkenova\_bayan@mail.ru, jelena.caiko@gmail.com

ORCID:0000-0002-9117-4369

ORCID: 0000-0002-6671-7835

ORCID: 0000-0002-1207-1418

**Abstract.** The article is devoted to the consideration of the issues of designing and creating a methodological system for preparing future teachers to ensure the information security of students. The formation of competencies of future computer science teachers in the field of information security will be more effective if the developed and implemented model of the competence formation methodology includes normative-target, methodological, content-organizational and evaluation. In our study, the design and development of a methodological system is based on the provisions of competence-based, modular, personality-oriented, activity-based and system approaches, as well as the concept of informatization of education. The analysis of the relationship of structural components made it possible to determine the systemic role of the goal, which determines the content of training, the choice of methods, means and forms of training that ensure its achievement. The presented model reflects the structural and functional components of the methodological system, in which its components are goals, content, methods, means, forms, learning outcomes in the form of meaningful content of the structural components of the training of future teachers.

**Keywords:** education, educational process, information security, training of computer science teachers, competence in the field of information security, methodological model.

Авторлар жайында мәлімет:

Қаз: Мекебаев Нұрбапа Отанұлы – Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің PhD, nurbara@mail.ru

Рус: Мекебаев Нурбапа Отанович – PhD, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, nurbara@mail.ru

Англ: Nurbara Otanovich Mekebayev – PhD, Al-Farabi Kazakh National University, nurbara@mail.ru

Қаз: Назкенова Баян- Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің докторанты, nazkenova\_bayan@mail.ru

Рус: Назкенова Баян- докторант Казахского национального университета имени Аль-Фараби, nazkenova\_bayan@mail.ru

Англ: Naskenova Bayan is a doctoral student at Al-Farabi Kazakh National University, nazkenova\_bayan@mail.ru

Қаз: Чайко Елена Валерьевна - PhD, Рига техникалық университетінің профессоры, jelena.caiko@gmail.com

Рус: Чайко Елена Валерьевна – PhD, профессор Рижского технического университета, jelena.caiko@gmail.com

Англ: Elena V. Chaiko – PhD, Professor of Riga Technical University, jelena.caiko@gmail.com.

UDC 004.42  
IRSTI 81.93.29

## THEORETICAL APPROACHES TO THE DEFINITION OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES

O.A. Ussatova<sup>1</sup>, İ. Soğukpınar<sup>2</sup>, A.Sh. Barakova<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Information and computational technologies of the SC MES RK, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>Gebze Institute of Technology, Turkey

<sup>3</sup>Al-FarabiKazakh National University, Almaty, Kazakhstan

uoa\_olga@mail.ru

balia\_79@mail.ru

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5276-6118>

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0408-0277>

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0904-745X>

**Abstract.** The article presents an analysis of blockchain technology. Blockchain is the best tool of the current decade. The possibility of using this innovative technology to ensure information security is shown. Blockchain technology was created to store transaction data. However, the structure of block chains using blockchain technology allows you to store various other metadata – catalogs, registries, directories, metadata databases, etc. This makes it possible to use blockchain technology for backup, information protection. The use of blockchain technology can provide complete decentralization of domain names and distribution of content across a larger number of nodes, which will make it virtually invulnerable to cyber attacks. The article identifies the technological aspects of the introduction of Blockchain technology, substantiates the main characteristics of this technology, and notes the accepted typology of Blockchain varieties depending on the specifics of implementation and technological features. There are varieties of algorithms for "consensus" agreements, both in the context of technologies.

**Key words:** blockchain technologies, private, public and consortium Blockchain, consensus matching algorithm

### Introduction

Blockchain technology has gained great popularity in various fields of human activity over the past few years. This is largely due to the use of the principles of decentralized data exchange in distributed systems, that is, the absence of an intermediary performing the functions of a center confirming the authenticity of the exchange participants and the information transmitted by them [1]. The popularity of blockchain is also largely due to the fact that it has been developed as a secure technology: it uses both cryptographic methods of protecting information and other ways to ensure the authenticity, confidentiality and integrity of information. Of course, blockchain also has certain limitations compared to centralized exchange technologies. This article does not aim to identify these positive and negative aspects; blockchain technology is considered from the standpoint of information protection: the functioning of protection mechanisms and the prevention of threats to information security. The paper presents a variant of the analysis of information protection mechanisms implemented in blockchain systems, which was performed using functional modeling IDEF0 [2].

### Main part

Based on the characteristics of the Blockchain, functional features, three types of networks are distinguished: public, private and consortium [3].

A public Blockchain assumes that it is possible for any participant on the Internet to join or exit the Blockchain network without the need to provide identification forms or request permission [4].

A private blockchain assumes that all network participants are known and trustworthy; belong to a controlled community. Subjects can be both individuals, such as employees and

customers, and organizations (companies or departments within companies). Users of a private network can have certain types of access to write to the registry. Private Blockchain accounts for the majority of corporate, industrial and government projects. Various other parties may have different private read-only representations of the data (e.g. regulatory officials).

The consortium's blockchain combines elements of a public and private blockchain. An authorized group functions as validators, the visibility of the network can be limited by validators, authorized persons or have no restrictions. Based on the features of the Blockchain typology, the following weak and strong characteristics of the corresponding network varieties can be distinguished (Table 1).

**Table 1.** Theoretical approaches to the definition of Blockchain technologies

Characteristic	Type of Blockchain		
	Private	Public	Consortium
Strengths	1. Unification of the verified participants under one umbrella with greater control and proof of authority. 2. The ability to cancel Transactions if necessary. 3. A smaller pool of trusted individuals to negotiate software changes (consensus)	1. Using the power of the crowd around the world and aligning with a common value. 2. The ability to have immutable data by distributing agreed algorithms on a larger scale	1. A high degree of possible changes to the network. 2. Higher scalability and greater confidentiality of transactions 3. It is most advantageous in conditions when several organizations work in the same industry 4. Reducing transactional outages and data redundancy,
Weaknesses	1. The agreed rules can be changeable, threatening the immutability of data where the number of participants is small	1. At the mercy of potentially unknown participants. 2. Changes in the consensus are not possible depending on the architecture of the system	1. Narrow scope of effective application

An important innovation of the Blockchain protocol is the consensus algorithm, which allows you to build an open distributed network where all parties can come to an agreement [3]. This mechanism is designed to ensure the achievement of overall reliability in a distributed network of registers. It is assumed that 51% coordinates the content stored in the register network [5].

In the public Blockchain, the algorithms of "Proof of Work" (Proof of Work (PoW) and "Proof of Ownership" (Proof of Stake (PoS) are the most common and popular consensus algorithms.

The Proof-of-Work (PoW) algorithm is designed in such a way that it requires all nodes in

the network to be supervised for a fee when adding a block of records to the end of the chain. This competition involves finding a one-time number by simply using computing power [1]. This creates a model of stimulation, according to which the winning node, which adds a block to the block chain, receives a reward with digital tokens – a bit of us. To hack the network, an attacker is forced not only to fight for the right to add a block, but also to compete for the creation of the longest chain. This undermines the economic incentives of attacks, making them financially costly (the type of attack is Sybil attack).

The Proof of Stake (PoS) algorithm [1] assumes that the miner or validator who creates a new block is selected in a deterministic manner depending on his wealth or share [15]. The concept of this protocol assumes an increase in the probability of a node's success in creating new digital tokens in proportion to the number of digital tokens already owned by the node. The rationale is that the more digital tokens a node owns, the greater the node's interest in protecting the network

The matching algorithm protects the network without using computing power as a means of protection against attacks and reduces the entry barrier, eliminating the advantages associated with the use of specialized equipment [6]. Thus, PoS is a cheaper and more environmentally friendly distributed form of a consistent algorithm. This protocol was first implemented for the Peercoin cryptocurrency [1]

The Delegated Proof of Stake (DPoS) algorithm [7] serves to stimulate interested parties and encourage them to participate in the network by delegating or transferring their coins to larger interested parties [8].

In a private Blockchain, a common consensus algorithm is the "Byzantine Fault Tolerance Problem" (PBFT), which provides consensus regardless of malicious behavior on the part of some participating nodes [7]. Within the framework of this agreement protocol, all nodes are connected to each other, and legitimate nodes reach a system agreement based on the majority rule. The consensus assumes that the number of malicious nodes cannot be equal to or greater than 33% of all nodes in the network. The consensus protocol requires all clients on the network to authenticate and log in to send transactions to validators [1].

The Proof of Elapsed Time (PoET) algorithm is a private consistent mechanism of the block chain, which requires all participating nodes to identify themselves before they participate in the network [9]. PoET is based on a fair lottery system based on Intel Guard Guard technology, where each participant has an equal opportunity to be a winner among all network participants. The fault-tolerant consensus algorithm "Raft" follows the "leader-follower" model, when the leader is elected to make decisions about the general states of the network and transfers changes to the follower nodes. The selection process, based on random timeout settings, occurs when the leader is absent or unresponsive for a predetermined period of time.

The Ripple matching algorithm (RPCA), developed in 2014 [9], is another well-established protocol based on tokens without the use of mining. Ripple's goal is to provide secure, instant, cheap international financial transactions of any size of non-refundable payments. In addition to the main developed protocols, some less popular ones can be added [10].

The Proof of Activity (PoA) algorithm combines components from PoS and PoW. This hybrid protocol ensures the functioning of the network at a lower cost of electricity.

The Proof of Vote (PoV) algorithm is based on the Bitcoin platform. The mechanism is aimed at "establishing other identification information without danger to network participants so that the decision on the submission and verification of blocks is made by a vote of agencies, regardless of the intermediary activity of a third party or uncontrolled public awareness." Compared to the main protocols, PoV aims to provide more controlled security and low latency during the time required to verify a transaction.

The Proof of Importance (PoI) algorithm uses the importance indicator to select block generators based on ownership of a share of a common crypto currency and interaction with other nodes in order to stimulate the distribution and transit of its own tokens [10]. The consensus mechanism is presented in the NEM blockchain. The "Zero-Knowledge Proof" algorithm allows the certifying party to prove to the verifier that the statement is true without revealing any other

information. A comparison of the various characteristics of the consensus is given in Table 2.

**Table 2.** Comparison of the basic characteristics of different types of consensus Blockchain technologies

Specifications	oW	PoS	PoET	PBFT	DPOS	Ripple
Transaction cost	High	High	Average	Low	Average	Low
Electricity consumption	High	Average	-	Low	Average	Low
Scalability	High	High	High	Low	Low	Low
Required amount of data storage	High	High	High	High	Average	Average

## Conclusion

The introduction of Blockchain technology creates opportunities both at the level of the state, industries, and commercial organizations to use advanced innovations to increase the efficiency of production and business processes, reduce costs, etc. The existing IT potential of our country and the developed digital infrastructure in the conditions of state support create a solid foundation for the effective solution of this problem.

## References

- [1] Лелу, Л. Блокчейн от А до Я. Все о технологии десятилетия. – М.: Эксмо, 2018. 256.
- [2] Integration DEfinition for function modeling (IDEF0). Draft Federal Information Processing Standards Publication. 183. 1993. URL: <http://idef.com/wp-content/uploads/2016/02/idef0.pdf>. (дата обращения 19.02.2019 г.).
- [3] Melanie Swan. Blockchain for Business: Next- Generation Enterprise Artificial Intelligence Systems. *Advances in Computers*. 2018. Elsevier. 42. DOI: 10.1016/bs.adcom.2018.03.013.
- [4] Roy Lai, David Lee, Kuo Chuen. Blockchain – From Public to Private. *Handbook of Blockchain, Digital Finance and Inclusion*. 2018. 2. Elsevier. 146–177. DOI: 10.1016/B978-0-12-812282-2.00007-3.
- [5] Peng Zhang, Douglas C. Schmidt, Jules White, Abhishek Dubey. Consensus mechanisms and information security technologies. *Advances in Computers*. 2019. 115. 181–209. DOI: 10.1016/bs.adcom.2019.05.001.
- [6] Riya Thakore, Rajkumar Vaghashiya, Chintan Patel, Nishant Doshi. Blockchain – based IoT: A Survey. 2nd International Workshop on Recent advances on Internet of Things: Technology and Application Approaches (IoT-T&A 2019). Halifax, Canada. *Procedia Computer Science*. 2019. 155. 704–709. DOI: 10.1016/j.procs.2019.08.101.
- [7] Rakesh Shrestha, Rojeena Bajracharya, Anish P. Shrestha, Seung Yeob Nam. A new type of Blockchain for secure message exchange in VANET. *Digital Communications and Networks*. 2019. 10. DOI: 10.1016/j.dcan.2019.04.003.
- [8] Larimer D. Delegated proof of stake, Bitshares.org, 2014. Online. Available at: <http://107.170.30.182/security/delegated-proof-of-stake.php> (accessed 10 May 2020).
- [9] Intel Corporation. Proof of Elapsed Time, Sawtooth Lake, 2017. Online. Available at: <https://sawtooth.hyperledger.org/docs/core> (accessed 10 September 2020).
- [10] Sophocles Theodorou, Nicolas Sklavos. Blockchain-Based Security and Privacy in Smart Cities. *Smart Cities Cybersecurity and Privacy 2019*. Elsevier Inc. 21–37. DOI:10.1016/B978-0-12-815032-0.00003-2.

## БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИЯСЫН АНЫҚТАУДЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ КӨЗҚАРАСТАРЫ

О. А. Усатова<sup>1</sup>, И. Согукпынар<sup>2</sup>, А.Ш. Баракова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты, Алматы, Қазақстан,

<sup>2</sup>Гебзе технологиялық институты, Түркия

<sup>3</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

uoa\_olga@mail.ru

balia\_79@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5276-6118>

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0408-0277>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0904-745X>

**Андатпа.** Мақалада Blockchain технологиясын талдау ұсынылған. Блокчейн - бұл онжылдықтың ең жақсы құралы. Ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін осы инновациялық технологияны пайдалану мүмкіндігі көрсетілген. Blockchain технологиясы транзакция деректерін сақтау үшін жасалды. Алайда, блокчейн технологиясын қолданатын блокчейн тізбегінің құрылымы басқа метадеректерді – каталогтарды, тізілімдерді, анықтамалықтарды, метадеректер базасын және т.б. сақтауға мүмкіндік береді. Блокчейн технологиясын қолдану домендік атауларды толық орталықсыздандыруды және мазмұнды көптеген түйіндерге бөлуді қамтамасыз ете алады, бұл оны кибершабуылдарға іс жүзінде қол сұғылмайтын етеді. Мақалада Blockchain технологиясын енгізудің технологиялық аспектілері анықталады және осы технологияның негізгі сипаттамаларын негіздейді және блокчейннің қабылданған типологиясы атап өтіледі. Технология контекстіндегідей "консенсус" келісімдерінің әртүрлі алгоритмдеріне талдаулар жасалады.

**Кілттік сөздер:** Blockchain технологиясы, жеке, қоғамдық және консорциум блокчейні, консенсус алгоритмі.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИЙ

О.А. Усатова, И. Согукпынар<sup>2</sup>, А.Ш. Баракова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт информационных и вычислительных технологий, Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>Технологический институт, Гебзе, Турция

<sup>3</sup>Национальный университет имени Аль-Фараби, Казахстан, Алматы, Казахстан

uoa\_olga@mail.ru

balia\_79@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5276-6118>

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0408-0277>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0904-745X>

**Аннотация.** В статье представлен анализ технологии блокчейн. Блокчейн - лучший инструмент текущего десятилетия. Показана возможность использования этой инновационной технологии для обеспечения информационной безопасности. Технология блокчейн была создана для хранения данных о транзакциях. Однако структура цепочек блоков с использованием технологии блокчейн позволяет хранить различные другие метаданные – каталоги, реестры, справочники, базы данных метаданных и т.д. Это дает возможность использовать технологию блокчейн для резервного копирования, защиты информации. Использование технологии блокчейн может обеспечить полную децентрализацию доменных имен и распределение контента по большему числу узлов, что делает его практически неуязвимым для кибератак. В статье определены технологические аспекты внедрения технологии блокчейн, обоснованы основные характеристики этой технологии и отмечена принятая типология блокчейна разновидности в зависимости от специфики реализации и технологических особенностей. Существуют различные алгоритмы для "консенсусных" соглашений, как в контексте технологий.

**Ключевые слова:** блокчейн-технологии, частный, публичный и консорциумный блокчейн, алгоритм согласования консенсуса.



Сведения об авторах

Англ: Olga Aleksandrovna Ussatova- PhD, Institute of Information and computational technologies, Almaty, Kazakhstan

Каз: Усатова Ольга Александрқызы - PhD, Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты, Алматы, Қазақстан

Рус: Усатова Ольга Александровна- PhD, Институт информационных и вычислительных технологий, Алматы, Казахстан

Англ: İbrahim SOĞUKPINAR- professor Computer engineering, Gebze Institute of Technology, Turkey

Каз: Ибрагим Соғукпынар-Есептеу техникасының профессоры, Технологиялық институт, Гебзе, Түркия

Рус: Ибрагим Соғукпынар – профессор вычислительной техники Технологический институт, Гебзе, Турция

Англ: Aliya Sharizatovna Barakova- doctoral student, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

Каз: Баракова Алия Шаризатқызы- докторант, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан

Рус: Баракова Алия Шаризатовна- докторант, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

## MULTIPARAMETER BIOMETRIC PERSONALITY IDENTIFICATION

M.S. Aliaskar<sup>1,2</sup>, A.T. Mazakova<sup>1,2</sup>, T.Ж. Мазакoв<sup>1,2</sup>,  
G.S. Bayrbekova<sup>2</sup>, M.T. Orynbay<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of information and computational technologies of the SC MES RK, Almaty,  
Kazakhstan,

<sup>2</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

ORCID: 0000-0002-3013-6617

87071160626@mail.ru

**Abstract** The article is devoted to the development of a system for biometric identification of a person by face, fingerprints and voice. As informative signs of biometric identification of a person by face, two-dimensional and three-dimensional characteristics of a person's face were used, taking into account the area and volume. A sophisticated identification algorithm has been developed to take into account such phenomena as portrait shift, different photo scales and the tilt of the identified person.

For biometric identification of a person by fingerprints, an FPM10A scanner and an Arduino microcontroller were used. Identification signs are based on the analysis of the structure of papillary patterns on the finger: type and type of papillary pattern; direction and steepness of streams of papillary lines; the structure of the central pattern of the pattern; delta structure; the number of papillary lines between the center and the delta and many other signs.

Each print can contain up to 70 or more minutes. For biometric identification of a person by voice, the MFCC and PLP algorithms are used for digital processing and analysis of audio recordings. Various algorithms are used for acoustic analysis of speech: hidden Markov models, a model of a mixture of Gaussian distributions. The result of determining the tone of speech and the content of speech for the purposes of identification by voice is obtained. The "Multiparameter automated system of biometric identification of a person" has been developed on the Visual FoxPro DBMS.

**Keywords:** information security, two-dimensional and three-dimensional image, identification, papillary patterns, voice characteristics, human speech, acoustic modeling.

### Introduction

The problem of information protection and information security is one of the most important aspects of the development of modern society. Currently, the solution to this problem in the field of development and operation of information systems for various purposes is associated with the development of various requirements to ensure their security and the creation of software and hardware against unauthorized access [1-3].

Automatic human recognition for identification has many applications in various fields. Problems of public security, the need for remote authentication, the development of human-machine interfaces arouse increased interest in this technology [4-5].

Biometric identification methods are increasingly being used in access control systems for workplaces, mobile devices, local and global information resources. Since the implementation of the systems does not require specialized equipment, and the biometric feature cannot be lost, forgotten, or transferred, the most promising are systems whose principle of operation is based on human face recognition [6].

Authentication methods based on the measurement of a person's biometric parameters provide 100% identification. Now, the following biometric characteristics are successfully used in biometric systems for user authentication: iris, fingerprint, palm print, vascular patterns, facial geometry, voice imprint, signature, DNA comparison [7-8].

Currently, there are no biometric parameters that combine all these properties at the same time, especially if acceptability is considered. Therefore, the use of multiparametric biometric authentication becomes relevant.

## Materials and methods

As mentioned above, the task of biometric identification of a person by face, fingerprints and voice belong to one of the tasks solved using data processing algorithms.

Discussion. Visual FoxPro DBMS was selected for the software implementation of the AS "Biometric Information Security System".

The interface part is implemented based on the Visual FoxPro 9 DBMS, which includes the following modes: 1) biological characteristics, 2) parameters of characteristics, 3) source databases, 4) database setup, 5) simple identification, 6) complex identification, 7) classification.

Now, the "video image of the face", "fingerprint" and "voice" are included as biological characteristics.

The mode is "source databases". Portraits in the following graphic formats can be used as source data for images: bmp, gif, jpeg, tiff and png. For the "face video image" mode, the main information is a three-dimensional 3d model presented as a regular height matrix.

In the IsxDan.dbf table, the fields have the following assignments:

Kodxar – code of biometric characteristics;

koddan—the code of the original face image;

namdan—the name of the file containing the face image;

kla – the number of the class to which the image belongs (calculated in the "classification" mode)

The following types are introduced for the parameters of the characteristics:

1 - the coordinate of the point; 2 - distance (number); 3 - area; 4 - volume.

### "Video image of a face"

To characterize the "video image of a face", several parameters have been defined, which are:

1) point - the coordinates of the pupils of the eyes, the bridge of the nose, the tip of the nose,

2) distance – between the eyes, between the bridge of the nose and the tip of the nose, the base of the nose,

3) perimeter - triangle (pupils of the eyes and the tip of the nose), triangle (bridge of the nose and the base of the nose),

4) area – eye socket isolines, nose isolines,

5) volume – eye sockets, nose.

A three-dimensional 3d model presented as a regular height matrix is used as the initial data for the "face video image" [9-10].

The algorithm for constructing the height matrix is based on the method of interpolation of surfaces. In it, unevenly distributed points in three-dimensional space are interpolated by a continuous function of two independent variables. To build a regular height matrix, the following steps are performed: the formation of reference nodes, the calculation of the matrix of nearest points and the distance matrix, the interpolation of nodes, the correction of the height matrix.

### "Fingerprint"

Systems based on fingerprinting compare the received memory fingerprint with other fingerprints that are stored in the system databases or with the fingerprint of a specific person, the method of comparison also depends on the scope of this technology [11-12].

The FPM10A module with the Adafruit Arduino library was used to create a block of a biometric fingerprint identification system [13].

The unit for taking a snapshot and identifying fingerprints is implemented based on the Arduino UNO controller.

The optical fingerprint scanner is a module that can be used in conjunction with Arduino and other microcontrollers. It can store fingerprints (1000 fingerprints) in memory with their further identification.

There are two main steps when using a fingerprint sensor. First, data is recorded in the sensor memory, that is, a unique ID is assigned to each fingerprint, which will be used for

comparison in the future. After recording the data, you can proceed to the "search", comparing the current image of the fingerprint with those recorded in the sensor memory.

Using the SFGDemo and ArduinoIDE program, new fingerprints are loaded, assigning each of them a new ID #. All uploaded fingerprint images are encrypted.

Several types of descriptors were used in this study: SIFT, SURF and ORB [14]. Based on the results of the analysis of the effectiveness and speed of methods and algorithms for biometric identification of persons, the following conclusions can be drawn.

Using the approach based on the allocation of key points in the image for biometric identification by fingerprints, allows you to create a software system based on it for rapid fingerprint recognition and subsequent search.

SURF/SIFT algorithms have the best classifying abilities when solving everyday search problems on textured images. Both algorithms are more demanding on the hardware and are more suitable for other computer vision tasks, also both algorithms are patented and have a ban on commercial use, without the consent of the copyright holder. For fingerprint identification tasks, they have "excess capacity".

The ORB algorithm has a higher speed of operation in comparison with the above algorithms by SIFT/SURF techniques and is more suitable for the tasks of biometric identification by fingerprints. The descriptors of the ORB algorithm are binary descriptors and a match check for such descriptors, this is the sum of the Hamming distances for each byte of the descriptor. The use of this algorithm is more suitable for the tasks of searching for an incomplete fingerprint.

### "The Voice"

One of the parameters of biometric identification of a person is the voice, but a person's voice may vary depending on age, emotional state, health, or other factors, which makes the identification process more difficult to implement. Voice identification technology is used in various fields of information security, access control systems, criminology, and other fields.

Since the human voice is the sum of many individual frequencies created by the vocal cords, it is possible to identify several features that can be observed and analyzed in the speech of each person:

- Vocality of speech (volume, tempo, stability – physical components);
- Tonality of speech (intonation – psychological components);
- The content of speech (vocabulary of a particular person).

Loudness is a subjective measure of sensation associated with the impact of sound vibrations on the hearing organs and depends on the amplitude and frequency of these vibrations.

The pace of speech is a subjective measure related to the speed of pronunciation of certain segments of speech in time. The tempo may be related to the content, usually the most important words are pronounced slower. The volume and tempo of speech are individual for each person.

The difference in the timbres of different voices is described by different frequency spectra. The mathematical apparatus for analyzing the frequency spectrum is the Fourier transform, to describe a complex sound wave with a spectrogram.

I consider the peculiarities of human hearing, namely its nonlinear nature in relation to the perception of sound frequencies. For this task, the conversion from the Hertz scale to the mel scale is used (mel is a psychophysical unit of pitch) below is the formula for the transition between frequency (Hz) and pitch in mel

$$m = 1127 * \ln(1 + f/700) \quad (1)$$

a set of M mel scale filters is superimposed on the calculated spectrum, usually M = 20 or M=24, usually the more filters, the higher the accuracy, while the filters are shifted to those frequencies in which there is most in the audio recording:

$$x_i = \sum_{k=0}^{N-1} |X_k| * H_i(f_k), i = 1..M \quad (2)$$

A variety of algorithms are also used for acoustic speech analysis, the most common are hidden Markov models (SMM or HMM in the English version), as well as a model of a mixture of Gaussian distributions (SGR or GMM in the English version), neural networks have been actively used in recent years [15].

The mode is "identification". In this mode, for the input data about a person (an image of a face, a finger, or an audio file) that needs to be identified, the degree of its correspondence with each of the data entered in the IsxDan.dbf table is calculated.

### Conclusion

ARM "Biometric information security System" has been developed. The structures of the database tables and their relationship are defined.

For the first time, the human recognition algorithm considers such parameters as the volume of the nose, the volume of the eye socket, and other three-dimensional characteristics. To speed up identification, all data in the source database is pre-classified.

A complex identification algorithm has been developed to consider such phenomena as portrait shifting, different photo scales and the tilt of the identified person. Numerical studies carried out on the model problem have shown the effectiveness of human recognition when zooming in on a photo.

Based on the Arduino microcontroller and the FPM10A scanner, a recognition system has been developed for storing data, further processing it, identifying, and displaying fingerprint images. The structure of the structure of papillary patterns on the fingers was chosen as identification features. The result of matching fingerprints with different rotation through the scanner was obtained. A promising area is the search for an incomplete fingerprint, since often in practice there is only a part of the fingerprint to search for matches.

The system has worked out three algorithms for analyzing audio recordings to solve the problem of biometric identification by voice.

### References

- [1] Buzov G.A. A practical guide to identifying special technical means of unauthorized obtaining of information. - M.: Hot line - Telecom, 2010. 240. (In Russian)
- [2] Gribunin V.G. Complex information security system at the enterprise. – M.: Publishing house "Academy", 2009. 416.
- [3] Katorin Yu.F., Razumovsky A.V., Spivak A.I. Protection of information by technical means. - St. Petersburg: NRU ITMO, 2012. 416. (In Russian)
- [4] Ball R.M., Connell J.H., Pankanti S., Ratha N.K., Senior E.U. Guide to Biometrics. – M.: Technosphere, 2007. 368.
- [5] Koleshko V.M., Sparrow E.A., Azizov P.M., Khudnitsky A.A., Snigerev S.A. Traditional methods of biometric authentication and identification. - Minsk: BNTU, 2009. 107. (In Russian)
- [6] Afanasiev A.A., Vedeniev L.T., Vorontsov A.A., Gazizova E.R. Authentication. Theory and practice of providing secure access to information resources. - M.: Hotline - Telecom, 2012. 550. (In Russian)
- [7] S. Crihalmeanu, A. Ross. Multispectral sclera patterns for ocular biometric recognition, Pattern Recognition Lett. 33. 2012. 1860–1869.
- [8] Kukharev G.A., Kamenskaya E.I., Matveev Yu.N., Shchegoleva N.L. Methods of processing and recognition of face images in biometrics problems. – M.: Politekhnik, 2013. 416.
- [9] Dzhomartova Sh.A., Isimov N.T., Bayrbekova G.S., Ziyatbekova G.Z., Abdrazak Zh. Identity identification based on 2D and 3D images. Bulletin of the National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan, 2018. 2(68). 16-20. (In Russian)
- [10] Dzhomartova Sh.A., Mazakov T.Zh., Mazakova A.T. Automated search system for ring structures. Bulletin of the National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan, 2016. 1(59). 59-64. (In Russian)

[11] Zadorozhny V.V. Identification by fingerprints. PC Magazine. Russian Edition. 2004. 1. 5.

[12] Larina E.A., Glushko A.A. Scanning methods for obtaining fingerprints. Young scientist, 2016. 27. 97-107. (In Russian)

[13] Petin V.A. Projects using the Arduino controller. - St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2016. 464.

[14] Ethan Rublee, Vincent Rabaud, Kurt Konolige, Gary Bradski: «ORB: an efficient alternative to SIFT or SURF», Computer Vision (ICCV), IEEE International Conference on. IEEE, 2011. 2564–2571.

[15] Dzmitry Bahdanau, Kyunghyun Cho, and Yoshua Bengio. Neural machine translation by jointly learning to align and translate. CoRR, abs/1409.0473. 2014.

## ТҮЛҒАНЫ КӨП ПАРАМЕТРЛІ БИОМЕТРИЯЛЫҚ СӘЙКЕСТЕНДІРУ

**М.С. Әлиасқар<sup>1,2</sup>, А.Т. Мазакова<sup>1,2</sup>, Т.Ж. Мазаков<sup>1,2</sup>, Г.С. Байрбекова<sup>2</sup>, М.Т. Орынбай<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ҚР БҒМ ҒК Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты, Алматы, Қазақстан,

<sup>2</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

ORCID: 0000-0002-3013-6617

87071160626@mail.ru

**Андатпа.** Мақала адамның бет-әлпеті, саусақ іздері және дауысы бойынша биометриялық сәйкестендіру жүйесін дамытуға арналған. Адамды тұлға бойынша биометриялық сәйкестендірудің ақпараттық белгілері ретінде ауданы мен көлемін ескеретін адам бетінің екі өлшемді және үш өлшемді сипаттамалары қолданылады. Портреттің ауысуы, фотосуреттердің әртүрлі масштабы және сәйкестендірілетін тұлғаның көлбеуі сияқты құбылыстарды есепке алу үшін күрделі сәйкестендіру алгоритмі жасалды.

Саусақ іздері арқылы адамды биометриялық сәйкестендіру үшін frm10a сканері және Arduino микроконтроллері қолданылады. Сәйкестендіру белгілері саусақтағы папиллярлық өрнектердің құрылымын талдауға негізделген: папиллярлық өрнектің түрі мен түрі; папиллярлық сызықтар ағындарының бағыты мен көлбеуі; өрнектің орталық үлгісінің құрылымы; Дельта құрылымы; орталық пен Дельта арасындағы папиллярлық сызықтардың саны және басқа да көптеген белгілер.

Адамды дауыспен биометриялық сәйкестендіру үшін аудио жазбаларды сандық өңдеу және талдау үшін MFCC және PLP алгоритмдері қолданылады. Сөйлеуді акустикалық талдау үшін әртүрлі Алгоритмдер қолданылады: жасырын Марков модельдері, Гаусс үлестірімдерінің қоспасы моделі. Дауысты сәйкестендіру мақсатында сөйлеу тоналдылығы мен сөйлеу мазмұнын анықтау нәтижесі алынды. Visual FoxPro ДҚБЖ-де "жеке тұлғаны биометриялық сәйкестендірудің көп параметрлі автоматтандырылған жүйесі" әзірленді.

**Кілттік сөздер:** ақпаратты қорғау, екі өлшемді және үш өлшемді сурет, сәйкестендіру, папиллярлық өрнектер, дауыс сипаттамасы, адамның сөйлеуі, акустикалық модельдеу.

## МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ БИОМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЛИЧНОСТИ

**М.С. Әлиасқар<sup>1,2</sup>, А.Т. Мазакова<sup>1,2</sup>, Т.Ж. Мазаков<sup>1,2</sup>, Г.С. Байрбекова<sup>2</sup>, М.Т. Орынбай<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

ORCID: 0000-0002-3013-6617

87071160626@mail.ru.

**Аннотация.** Статья посвящена разработке системы биометрической идентификации человека по лицу, отпечаткам пальца и голосу. В качестве информативных признаков биометрической идентификации человека по лицу использованы двумерные и трехмерные характеристики лица человека, учитывающие площадь и объем. Для учета таких явлений, как сдвиг портрета, разный масштаб фотографий и наклон идентифицируемого лица, разработан сложный алгоритм идентификации.

Для биометрической идентификации человека по отпечаткам пальцев использован сканер

## Multiparameter biometric personality identification

M.S. Aliaskar, A.T. Mazakova, Т.Ж. Мазаков, G.S. Bayrbekova, M.T. Orynbay

FPM10A и микроконтроллер Arduino. Идентификационные признаки основаны на анализе строения папиллярных узоров на пальце: тип и вид папиллярного узора; направление и крутизна потоков папиллярных линий; строение центрального рисунка узора; строение дельты; количество папиллярных линий между центром и дельтой и множество других признаков.

Для биометрической идентификации человека по голосу использованы алгоритмы MFCC и PLP для цифровой обработки и анализа аудиозаписей. Для акустического анализа речи применены различные алгоритмы: скрытые марковские модели, модель смеси гауссовских распределений. Получен результат определения тональности речи и содержательности речи для целей идентификации по голосу. На СУБД Visual FoxPro разработана «Многопараметрическая автоматизированная система биометрической идентификации личности».

**Ключевые слова:** защита информации, двухмерное и трехмерное изображение, идентификация, папиллярные узоры, характеристика голоса, человеческая речь, акустическое моделирование.

### Information about authors

Aliaskar Magzhan Sundetuly – doctoral student of Al-Farabi Kazakh National University, 87071160626@mail.ru

Mazakova Aigerim Talgatovna – doctoral student of Al-Farabi Kazakh National University, aigerym97@mail.ru

Mazakov Talgat Zhakupovich – Doctor of Physics and Mathematics, Professor of Al-Farabi KazNU, tmazakov@mail.ru

Bairbekova Gaziza Serikkyzy – PhD, zika\_3086@mail.ru

Orynbay Majit Temirbekuly – graduate student of Al-Farabi Kazakh National University, temirbek.majit@gmail.com

Әлиаскар Мағжан Сүндетулы-Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің докторанты, 87071160626@mail.ru

Мазакова Әйгерім Талғатқызы – Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің докторанты, aigerym97@mail.ru

Мазаков Талғат Жақыпұлы-физика-математика ғылымдарының докторы, . Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ профессоры, tmazakov@mail.ru

Байырбекова Ғазиза Серікқызы- PhD, zika\_3086@mail.ru

Орынбай Мәжит Темірбекұлы-Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің студенті, temirbek.majit@gmail.com

Алиаскар Магжан Сундетулы – докторант Казахского национального университета имени Аль-Фараби, 87071160626@mail.ru

Мазакова Айгерим Талгатовна – докторант Казахского национального университета имени Аль-Фараби, aigerym97@mail.ru

Мазаков Талгат Жакупович – доктор физико-математических наук, профессор КазНУ им. Аль-Фараби, tmazakov@mail.ru

Баирбекова Газиза Серикқызы – PhD, zika\_3086@mail.ru

Орынбай Мажит Темирбекулы – студент Казахского национального университета имени Аль-Фараби, temirbek.majit@gmail.com

МРНТИ 82.05.09  
УДК 20.15.05

## О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ ПРИ УПРАВЛЕНИИ СЛОЖНЫМИ ПРОЦЕССАМИ

М. Arici<sup>1</sup>, Ж. Такенова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Коджаэли Университет, Турция

<sup>2</sup>Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан

<sup>1</sup>muslumarici@gmail.com, <sup>2</sup>takenova@mail.ru

<sup>1</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3397-2215>

<sup>2</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8925-5808>

**Аннотация:** С появлением новых требований времени к качеству образовательных услуг, на которое влияет управление в функционирующих бизнес-процессах – изучались имеющиеся исследования в области распределения ресурсов при управлении сложными процессами. Сделан обзор основных понятий, приведена классификация задач распределения ресурсов и методов их решения. По публикациям можно сказать, что на протяжении большого времени актуальными остаются вопросы управления в организациях на основе эффективного распределения ресурсов. Применялись много подходов и методов для решения задач в этой области. В данной статье проведен анализ опубликованных статей по проблемным вопросам распределения ресурсов в организациях. Определена формулировка задачи управления распределением ресурсов при организации учебного процесса, требующая разработки новых подходов и методов – планирование оптимальной учебной нагрузки преподавателя при заданных ограничениях.

**Ключевые слова:** распределение ресурсов, сложные процессы, методы оптимизации, управление, планирование, принятие решений.

### Введение

В любой организации одной из актуальных и сложных проблем является распределение ресурсов. Несмотря на качественный скачок в информатизации вузов и перехода на новые методы управления, для менеджмента эта проблема остается актуальной, так как касается принятия решения, планирования и учета ресурсов в различных бизнес-процессах, функционирующих в организации.

Под словом «ресурс» принято понимать продолжительность использования какого-то объекта или объём работы, выполненной объектом до момента достижения им некоего предельного состояния, при котором дальнейшее использование объекта нежелательно или невозможно [1]. Существуют принятые положения по разделению ресурсов по свойствам и классификациям: по реальности существования; по возможности расширения свойств (построения некоего виртуального ресурса); по степени активности; по времени существования (относительно процессов, их использующих); по степени важности; по функциональной избыточности (при распределении ресурсов); по структуре; по восстанавливаемости; по характеру использования; по форме реализации.

Распределение ресурсов при управлении организацией – это определенный метод планирования бизнес-процессов, подразумевающий эффективное использование материальных ценностей, кадров и финансовых средств. Основная задача заключается в максимально равномерном распределении ресурсов на протяжении каждого бизнес-процесса, чтобы использование ресурсов было максимальным без больших перепадов в интенсивности их использования.

Распределение ресурсов считается одной из самых сложных и повседневных проблем при управлении организацией и в большинстве случаев представляет собой сочетание проблем планирования и принятия решений. Особенность представляет достаточно сложная и динамичная среда принятия решений, а также наличие различных ограничительных параметров (по сфере деятельности организации, временные периоды



деятельности, материальных, социальных и финансовых), возникающих при функционировании бизнес-процессов. Необходимо подчеркнуть, что это относится ко всем организациям независимо от их мощности и уровня развития. Сфера деятельности, статус, мощность и политика организации будут влиять на методы распределения ресурсов.

Постановка и решение задач распределения ресурсов являются одними из трудных вопросов в области прикладной математики.

Задачи распределения ресурсов относят к оптимизационному типу и рассматривают для различных типов проводимых работ. Известно, чрезвычайно большое число разнообразных постановок данных задач, которые можно классифицировать, разбив на три основные группы в зависимости от принимаемого критерия оптимальности и вида ограничений [2]:

- задачи распределения ресурсов, при котором обеспечивается минимизация времени осуществления проводимых работ при выполнении заданных ограничений на используемые ресурсы;

- задачи распределения ресурсов, при котором удовлетворяется наилучшее значение некоторого показателя качества использования ресурсов при заданных сроках выполнения проводимых работ, чаще всего в данной постановке производится минимизация максимальных значений потребляемых ресурсов;

- задачи распределения ресурсов в смешанных постановках, где, например, для некоторых бизнес-процессов минимизируется время выполнения проводимых работ при заданных уровнях используемых ресурсов, а для других — минимизируются уровни потребления ресурсов при заданных сроках выполнения работ.

### **Методы решения**

Принятая классификация методов решения задач распределения ресурсов. Методы решения разделяют на методы математического программирования, эвристические и комбинированные.

Методы математического программирования решаются с применением целочисленного линейного, нелинейного, динамического и статистического программирования [3]. В основе эвристических методов лежат эвристические правила, такие как метод последовательного фронтального распределения, метод последовательного растяжения, метод последовательной корректировки плана и т. п. Комбинированные методы решения задач распределения ресурсов основываются на сочетании методов математического программирования и эвристических методов и могут быть условно разделены на следующие группы:

- методы, использующие результат решения задачи эвристическими методами в качестве исходных данных для дальнейшего решения с помощью методов математического программирования;

- методы, осуществляющие предварительное эвристическое разбиение основной задачи на частные задачи, решаемые методами математического программирования;

- методы, использующие эвристические правила при формировании условий задачи, решаемой методами математического программирования;

- усеченные методы математического программирования.

Методы распределения ресурсов также можно разделить в зависимости от интенсивности потребления ресурсов. Методы распределения ресурсов с переменной интенсивностью потребления ресурсов предполагают возможность изменения интенсивности потребления ресурса в течение выполнения любой работы, что приводит в конечном итоге к сокращению продолжительности выполнения работы и к увеличению коэффициента использования ресурса. В результате решения данных задач получается зависимость оптимального значения потребного ресурса от продолжительности каждой работы в модели.

Методы распределения ресурсов с постоянной интенсивностью потребления ресурсов, используемых на работах, можно разделить на две большие группы: методы с фиксированной интенсивностью потребления ресурсов и методы с фиксированным диапазоном возможных значений интенсивностей потребления ресурсов.

При использовании методов с фиксированной интенсивностью потребления ресурсов заранее задается интенсивность потребления ресурсов и осуществляется поиск оптимальных сроков начала и окончания работ.

При использовании методов с фиксированным диапазоном возможных значений интенсивностей потребления ресурсов осуществляется поиск оптимальных интенсивностей потребления ресурсов внутри заданных диапазонов, а также сроков начала и окончания работы.

Область применения задач распределения ресурсов охватывает все сферы жизнедеятельности человека и широко распространена на практике. В прикладном плане эти задачи освещены и у многих авторов. Активно разрабатывались задачи распределения ресурсов в России с 1970-х годов путем постановки простых по формулировке задач и моделирования проверки различных механизмов.

Организации могут повысить эффективность выполнения бизнес-процессов за счет правильного распределения ресурсов, а также это позволяет увеличить доход организации, лояльность работников, повысить удовлетворенность клиентов. Одним из хорошо исследованных направлений является оптимальное распределение человеческих ресурсов в организации и использование их личных навыков для эффективного выполнения организационных обязанностей.

В исследовании [4] предложено моделирование реальных условий в организациях на основе нечеткой теории игр. Модель использует многоагентную систему, применяющую совместную игру между подразделениями организации, с целью оптимального распределения человеческих ресурсов. В игре каждое подразделение предоставляет предложение по продвижению своей и других единиц производительности. Разработана модель, которая использует фазификацию для облегчения игрового процесса и увеличения вероятности достижения соглашения в игре. Результаты исследований показали, что эффективное управление влияет на повышение производительности распределений человеческих ресурсов.

Современные организации обладают гибким и эффективным реагированием на неожиданные события. Рассматривая такой критический случай, как внезапное отсутствие человеческих ресурсов, которое не было учтено существующими подходами к распределению ресурсов, исследователи предлагают подход, который повысит эффективность динамического распределения человеческих ресурсов в исключительной ситуации [5]. Предлагается систематический подход, который анализирует журналы событий для выбора подходящих кандидатур на замену, если имеющиеся человеческие ресурсы становятся недоступными. Этот подход использует интеллектуальный анализ процессов и анализ социальных сетей для получения метрики, называемой степенью замещения, которая измеряет, насколько опыт работы человеческих ресурсов пересекается, с двух точек зрения: выполнение задач и передача работы. Наряду с метрикой также определяются подходящие кандидатуры на замену. Исследование показало, что такой подход к моделированию определяет подходящие кандидатуры на замену более эффективно и точно, чем существующие методы распределения, такие как распределение на основе ролей или случайное распределение.

Исследование [6] рассматривает задачу распределения ресурсов в бизнес-процессах, сочетающий в себе процессный майнинг, статистические методы и метаэвристические алгоритмы оптимизации. В данной работе для моделирования используют анализ процесса интеллектуального анализа и статистические методы

построения имитационной модели для получения достоверных результатов. Для нахождения оптимального распределения человеческих ресурсов в бизнес-процессах используется улучшенный алгоритм дифференциальной эволюции с адаптацией популяции. Апробация модели была проведена на трех различных наборах данных, чтобы продемонстрировать общность подхода, и проведено сравнение с ранее существовавшими стандартными подходами.

Многообразие целей и задач организаций приводит к тому, что для управления их функционированием и развитием требуются специальные знания и искусство, методы и приемы. В наше время актуальность получили вопросы распределения ресурсов при управлении сложными бизнес-процессами в организациях любого уровня. Сложный процесс представляется как объект, в котором можно выделить составляющие, согласованные и связанные между собой заданными соотношениями, объединенные в единое целое по определенным законам. Сложные процессы непрерывно изменяются под воздействие информации, получаемой из внешней среды, находятся в постоянном развитии и требуют эффективного управления.

Сложные процессы их функционирование становятся все более распространенным объектом исследования в области техники и информатики. В исследованиях конечной задачей становится разработка модели адекватной исследуемому процессу. Под адекватностью понимают верное воспроизведение в модели связей и отношений исследуемого процесса. Моделирование исследуемого процесса позволяет четко поставить задачу эксперимента и способствует анализу его результатов. Сравнение экспериментальных и модельных данных устанавливает влияние на результаты процесса новых факторов или роль ранее не учитываемых явлений.

Рассматривая проблему распределения ресурсов, которая обычно возникает в организациях с централизованной средой принятия решений, например, в сетях супермаркетов, банках и университетах, в работе [7] разработан интерактивный формальный подход, основанный на анализе оболочки данных (DEA) и многоцелевом линейном программировании (MOLP), для поиска наиболее предпочтительного плана распределения. Предполагается, что руководство заинтересовано в максимизации общего объема продукции, производимой отдельными единицами, путем выделения им имеющихся ресурсов. Единицы смогут модифицировать свое производство в соответствии с текущей производственной возможностью, установленной в рамках определенных предположений. Рассматриваются различные предположения относительно отдачи от масштаба и способности каждой единицы изменять свой производственный план. Для иллюстрации подхода используются численные примеры.

Построена математическая модель оптимизации распределения ресурсов для сокращения времени принятия управленческих решений и алгоритмов решения общей задачи распределения ресурсов в [8]. Задача является сложной трехуровневой комбинаторной задачей. В ходе решения рассматривается несколько конкретных задач: оценка длительности выполнения каждого действия в зависимости от количества исполнителей внутри группы, выполняющей данное действие; оценка общего времени выполнения всех действий в зависимости от количественного состава групп исполнителей; поиск такого распределения существующих ресурсов исполнителей по группам, чтобы минимизировать общее время выполнения всех действий.

Динамическое выделение наиболее подходящего ресурса для выполнения различных действий бизнес-процесса рассматривается в [9]. Для решения проблемы неэффективного распределения, которое может привести к неадекватному использованию ресурсов, более высоким затратам или низкой производительности процесса, использовались различные подходы: методы интеллектуального анализа данных, вероятностное распределение или даже ручное распределение. Исследователи разработали метод, поддерживающий распределение ресурсов на основе многофакторных критериев. Была предложена структура для рекомендации распределения ресурсов на

основе Process Mining, которая выполняет рекомендацию на уровне подпроцесса, а не на уровне действий. Модель – это куб процесса ресурсов, который предоставляет гибкий, расширяемый и детальный механизм для абстрагирования имеющейся информации о прошлых выполненных процессах. Вычисляется несколько метрик с учетом различных критериев для получения окончательного рекомендательного ранжирования на основе алгоритма ВРА.

В заключение обзора приводим исследования, проведенные в области управления в организациях образования, где реализуются сложные бизнес-процессы, как одной из актуальных тем, рассматриваемых настоящее время.

Исследование китайских ученых в работе [10] при оценке распределения ресурсов в системе образования в Пекине среди высших профессиональных колледжей привело к разработке и внедрению в структуру TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) метода энтропии. Метод определяет веса показателей распределения образовательных ресурсов. Результаты выявили, что может быть достигнуто неравенство в распределении ресурсов на образование в области профессиональной подготовки между различными высшими профессиональными колледжами в Пекине и результаты могут быть использованы в качестве ориентира для улучшения распределения ресурсов и увеличения инвестиций в образование в области профессиональной подготовки.

В исследовании [11] основной целью стала оптимизация распределения человеческих ресурсов в хорватской системе высшего образования в соответствии с несколькими целями, связанными с рабочей нагрузкой их преподавательского и исследовательского персонала, сводя к минимуму отклонение от поставленных целей, определенных в соответствии с хорватскими правилами высшего образования. Для решения поставленной задачи предлагается использование целочисленной целевой модели программирования с целью нахождения оптимального решения, представленного с учетом количества преподавателей и исследователей в пределах каждой кафедры выбранного факультета. Модель применена к определенному факультету, но может быть применима к любому другому хорватскому факультету. Представлены сравнения различных моделей оптимальных решений, полученные для разного количества рассматриваемых целей. Предложенная модель, по мнению исследователей, обеспечит оптимальный уровень преподавания и исследовательских позиций, учитывая множественные цели, с акцентом на эволюцию и прогрессию на индивидуальном уровне, одновременно обеспечивая наилучшее качество для студентов, а также конкурентную и прибыльную работу учебного заведения.

В сфере образования в настоящее время наблюдается большая конкуренция, и менеджмент направлен на максимизацию результатов производительности и другие положительные эффекты, полученные от их важнейшего ресурса профессорско-преподавательских кадров, и в то же время минимизировать производственные затраты и другие потери. Основные рассматриваемые задачи – это постановка целей и различных ограничений при оптимизации преподавательской и исследовательской нагрузки профессорско-преподавательского состава. Что вполне логично, так как человеческие ресурсы представляют собой важнейший ресурс и капитал для успеха любой организации, поскольку они генерируют знания, навыки, способности и опыт, которые отличают организации и подчеркивают их конкурентное преимущество.

Анализируя исследования [12] получаем взгляд на систему менеджмента качества предоставления образовательных услуг, в которой предлагается добиться закрепления принципа принятия решений, базирующегося на анализе данных и информации, исключая волюнтаризм и авторитарность. В данной работе решается задача принятия решения о распределении нагрузки между преподавателями в следующей постановке. Исследуется организация учебного процесса в ВУЗе. Преподаватели преподают дисциплины

студентам. По каждой дисциплине студенты должны пройти курс, на который в учебном плане отводится некоторое количество часов. Эти учебные часы составляют нагрузку преподавателей. Допускается, что на кафедре работают несколько преподавателей, некоторые из них могут вести несколько предметов, некоторые - только один. Требуется распределить нагрузку между преподавателями оптимальным в некотором смысле образом. Для решения задачи построена модель: сформирован разумный критерий качества распределения нагрузки; выбран метод принятия решения. За критерий распределения нагрузки принимается компетентность преподавателя в конкретной дисциплине -  $C_{ij}$ . Компетентность представляется комплексным критерием, учитывающим ряд факторов, которые поддаются непосредственному вычислению. Вводятся ограничения: нагрузка должна быть равномерно распределена между преподавателями, имеется ограничение на максимальную и минимальную нагрузку преподавателя в семестре; преподаватель не должен вести больше одной дисциплины у одной группы одновременно. Решение задачи оптимального распределения нагрузки сводится к решению задачи о распределении ресурсов при заданных ограничениях:

$$L = \sum_i \sum_j C_{ij} * x_{ij} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где  $x_{ij}$  – количество часов, отведенных на  $i$ -ую дисциплину.

Еще один подход к решению задачи распределения нагрузки между преподавателями используется в [13]. Модель базируется на представлении всех типов работ кафедры в качестве дискретного множества ресурсов, которые необходимо распределить между преподавателями кафедры в соответствии с принятыми в ВУЗе допущениями и ограничениями. В качестве решения предложена модель распределения ограниченных ресурсов между объектами системы на основе матриц персональных весовых коэффициентов каждого из объектов с заданными ограничениями. Для оптимального распределения часов кафедры моделируются различные варианты, через изменения исходных данных. Задача: варьируя распределением планируемых часов нагрузки кафедры между ее профессорско-преподавательским составом по семестрам, необходимо таким образом спланировать учебный процесс, чтобы наибольшее количество часов по приоритетным типам работ назначалось наиболее компетентным преподавателям с учетом равномерности их загрузки в учебном году. Исключая эвристический метод для решения поставленной задачи предлагается математическая модель для формализации процедур составления вариантов распределения нагрузки, как для отдельных кафедр, так и ВУЗа в целом. Вводятся ограничения: 1) передаваемая на кафедру нагрузка рассматривается как совокупность абстрактных видов работ, каждый из видов работ содержит конкретный набор типов работ с соответствующими объемами часов; 2) по каждому из типов работ для каждого из преподавателей кафедры задаются персональные весовые коэффициенты, учитывающие эффективность выполнения конкретным преподавателем этого типа работ; 3) количество выданных на кафедру часов должно быть равно количеству часов, распределенных между профессорско-преподавательским составом кафедры:  $X = R$ ; 4) объем аудиторных часов у некоторых преподавателей (например, профессоров) не должен превышать  $n\%$  от общего количества назначенных ему часов:  $X_{\text{проф, ауд}} \leq X_{\text{общ}} * n * 0,01$ ; 5) объем часов преподавателя на учебный год не должен превышать средний объем годовой индивидуальной нагрузки по ВУЗу более чем на  $n\%$ ,  $X = L = \sum_i \sum_j C_{ij} * x_{ij} \rightarrow \max, \leq X_{\text{общ}} * n * 0,01$ ; 6) желательно обеспечить равное распределение объема часов для  $i$ -го преподавателя в осеннем и весеннем семестрах  $X_{i,\text{весенний}} = X_{i,\text{осенний}}$  7) лекции по конкретной дисциплине на каждом потоке должен читать один преподаватель; 8) часы по взаимосвязанным типам работ каждого из видов работ должны отдаваться одному преподавателю; 9) необходимо стремиться к максимальной однородности распределения часов, т.е. чтобы на каждого из преподавателей приходилось как можно больше часов одного типа. Для решения задачи

оптимального распределения часов по каждому из типов работ для каждого преподавателя предлагается использовать аппарат теории игр и свести к решению модифицированной задачи распределения ресурсов, когда работы (часы по типу работ) распределяются между несколькими преподавателями, а в качестве характеристик, отражающих их деятельность, будут использоваться персональные весовые коэффициенты. В качестве основной целевой функции предлагается принять максимизацию показателя взвешенной оценки планируемого объема работ кафедры в целом за счет оптимального распределения часов между всеми преподавателями. Преподавателей упорядочивают в порядке убывания их персональных коэффициентов для каждого из типов работ и последовательно назначают им максимально возможное количество часов до тех пор, пока не будет распределен весь объем работ.

### **Заключение**

Рассмотренные задачи, и предлагаемые подходы применимы на практике для оптимального распределения нагрузки между преподавателями. Исходя из практического опыта следует отметить, что не рассмотрена такая постановка задачи, когда при распределении нагрузки между преподавателями учитывается распределение такого количества часов, которое удобно для составления расписания занятий. Например, введя нормативы по каждой дисциплине, учитывающее удобства для составления расписания занятий – объем аудиторного фонда и количество преподавателей по дисциплине. Также, учитывая современные тренды при определении качества образования, актуально рассмотреть новые модели определения персонального веса каждого преподавателя для каждой преподаваемой дисциплины.

### **Литература**

- [1] Гольдштейн Г.Я. Основы менеджмента. – М.: ИНФРА-М, 2004. 326.
- [2] Лиходедов Н.П., Товстых Л.Е. Информационные ресурсы для бизнеса – СПб «ЭЛБИ», 1998.
- [3] Сухарев А. Г. Методы оптимизации: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры – М: Издательство Юрайт, 2019. 367.
- [4] Khanizad R., Montazer G. Optimal allocation of human resources based on operational performance of organizational units using fuzzy game theory. Cogent Engineering, 2018. 5(1). DOI: [10.1080/23311916.2018.1466382](https://doi.org/10.1080/23311916.2018.1466382)
- [5] Lee J, Lee S, Kim J, Choi I. Dynamic human resource selection for business process exceptions. Knowl Process Manag, 2019. 26. 23–31. [https://doi.org/ 10.1002/kpm.1591](https://doi.org/10.1002/kpm.1591)
- [6] Almir Djedovic, Almir Karabegovic, Zikrija Avdagic, Samir Omanovic. Innovative Approach in Modeling Business Processes with a Focus on Improving the Allocation of Human Resources, Mathematical Problems in Engineering. 2018. 14. DOI:10.1155/2018/9838560
- [7] Pekka Korhonen, Mikko Syrjänen. Resource Allocation Based on Efficiency Analysis. Management Science. 2004. 50(8). 1134-1144. DOI:10.1287/mnsc.1040.0244
- [8] Menshikh V., Samorokovskiy A., Avsentev O. Models of resource allocation optimization when solving the control problems in organizational systems. Journal of Physics. 2018. DOI:10.1088/1742-6596/973/1/012040
- [9] Arias M., Rojas E., Munoz-Gama J., Sepúlveda M. A Framework for Recommending Resource Allocation Based on Process Mining. In: Reichert, M., Reijers, H. (eds) Business Process Management Workshops. BPM 2016. Lecture Notes in Business Information Processing. 2016. 256. Springer, Cham. DOI:10.1007/978-3-319-42887-1\_37
- [10] Kong X., Yan L., Wang D., Yu M., Liu X. Evaluation of Education Resources Allocation in Beijing Based on Entropy-TOPSIS Method, Journal of Physics. 2020. DOI:10.1088/1742-6596/1670/1/012042
- [11] Marasovic B., Tadic I., Kalinic T. Optimising the number of teaching and researching staff within Croatian higher education system, Open Access International Scientific Journal Croatian Operational Research Society. 2019. 10. 105-115. DOI: 10.17535/crorr.2019.0010
- [12] Варламова С.А., Белобородова Е.В., Затонский А.В. Принятие решений при

распределении учебной нагрузки, *Фундаментальные исследования*. 2019. 9. 22-31.

[13] Нестеренков С.Н., Никульшин Б.В. Математическая модель оптимального распределения часов нагрузки кафедры между профессорско-преподавательским составом, *Доклады БГУИР*. 2013. 6(76). 42-47.

14. Kubekov B., Kuandykova J., Utepbergenov I., Utegenova A. Application of the conceptual model of knowledge for formalization of concepts of educational content. 9th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT). 2015. 588-594. DOI: 10.1109/ICAICT.2015.7338629

15. Самойлов Н.Ю. Приемы внедрения эффективной системы управления организацией. *Менеджмент в России и за рубежом*. 2007. 3. 31 – 36.

16. Azimi M., Beheshti R.R., Imanzadeh M., Nazari Z. Optimal allocation of human resources by using linear programming in the beverage company, *Universal Journal of Management and Social Sciences*. 2013. 3(5). 48–54.

17. Russell N., Van der Aalst W.M.P., Hofstede A.H.M., Edmond D. Workflow resource patterns: Identification, representation and tool support. *Advanced Information Systems Engineering, Lecture Notes in Computer Science*. 2005. 3520. 216–232.

18. Van der Aalst W.M.P. *Process mining: Discovery, conformance and enhancement of business processes*, Berlin, Heidelberg: Springer. 2011. DOI:10.1007/978-3-642-19345-3.

## References

[1] Gol'dshteyn G.YA. *Osnovy menedzhmenta*. – М.: INFRA-M, 2004. 326.

[2] Likhodedov N.P., Tovstykh L.Ye. *Informatsionnyye resursy dlya biznesa* – SPB «ELBI», 1998.

[3] Sukharev A. G. *Metody optimizatsii: uchebnik i praktikum dlya bakalavriata i magi-stratury* – М: Izdatel'stvo Yurayt, 2019. 367.

[4] Khanizad R., Montazer G. Optimal allocation of human resources based on operational performance of organizational units using fuzzy game theory. *Cogent Engineering*, 2018. 5(1). DOI: [10.1080/23311916.2018.1466382](https://doi.org/10.1080/23311916.2018.1466382)

[5] Lee J, Lee S, Kim J, Choi I. Dynamic human resource selection for business process exceptions. *Knowl Process Manag*, 2019. 26. 23–31. <https://doi.org/10.1002/kpm.1591>

[6] Almir Djedovic, Almir Karabegovic, Zikrija Avdagic, Samir Omanovic. Innovative Approach in Modeling Business Processes with a Focus on Improving the Allocation of Human Resources, *Mathematical Problems in Engineering*. 2018. 14. DOI:10.1155/2018/9838560

[7] Pekka Korhonen, Mikko Syrjänen. Resource Allocation Based on Efficiency Analysis. *Management Science*. 2004. 50(8). 1134-1144. DOI:[10.1287/mnsc.1040.0244](https://doi.org/10.1287/mnsc.1040.0244)

[8] Menshikh V., Samorokovskiy A., Avsentev O. Models of resource allocation optimization when solving the control problems in organizational systems. *Journal of Physics*. 2018. DOI:10.1088/1742-6596/973/1/012040

[9] Arias M., Rojas E., Munoz-Gama J., Sepúlveda M. A Framework for Recommending Resource Allocation Based on Process Mining. In: Reichert, M., Reijers, H. (eds) *Business Process Management Workshops. BPM 2016. Lecture Notes in Business Information Processing*. 2016. 256. Springer, Cham. DOI:10.1007/978-3-319-42887-1\_37

[10] Kong X., Yan L., Wang D., Yu M., Liu X. Evaluation of Education Resources Allocation in Beijing Based on Entropy-TOPSIS Method, *Journal of Physics*. 2020. DOI:10.1088/1742-6596/1670/1/012042

[11] Marasovic B., Tadic I., Kalinic T. Optimising the number of teaching and researching staff within Croatian higher education system, *Open Access International Scientific Journal Croatian Operational Research Society*. 2019. 10. 105-115. DOI: 10.17535/corr.2019.0010

[12] Varlamova S.A., Beloborodova Ye.V., Zatonskiy A.V. Prinyatiye resheniy pri raspredelenii uchebnoy nagruzki, *Fundamental'nyye issledovaniya*. 2019. 9. 22-31.

[13] Nesterenkov S.N., Nikul'shin B.V. Matematicheskaya model' optimal'nogo raspredeleniya chasov nagruzki kafedry mezhdru professorsko-prepodavatel'skim sostavom, *Doklady BGUIR*. 2013. 6(76). 42-47.

[14] Kubekov B., Kuandykova J., Utepbergenov I., Utegenova A. Application of the conceptual model of knowledge for formalization of concepts of educational content. 9th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT). 2015. 588-594. DOI: 10.1109/ICAICT.2015.7338629

[15] Samoylov N.YU. Priyemy vnedreniya effektivnoy sistemy upravleniya organizatsiyey.

Menedzh-ment v Rossii i za rubezhom. 2007. 3. 31 – 36.

[16] Azimi M., Beheshti R.R., Imanzadeh M., Nazari Z. Optimal allocation of human resources by using linear programming in the beverage company, Universal Journal of Management and Social Sciences. 2013. 3(5). 48–54.

[17] Russell N., Van der Aalst W.M.P., Hofstede A.H.M., Edmond D. Workflow resource patterns: Identification, representation and tool support. Advanced Information Systems Engineering, Lecture Notes in Computer Science. 2005. 3520. 216–232.

[18] Van der Aalst W.M.P. Process mining: Discovery, conformance and enhancement of business processes, Berlin, Heidelberg: Springer. 2011. DOI:10.1007/978-3-642-19345-3.

## ON SOME ISSUES OF RESOURCE ALLOCATION IN THE MANAGEMENT OF COMPLEX PROCESSES

M.Arici<sup>1</sup>, Zh.Takenova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kocaeli University, Turkey

<sup>2</sup>Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK, Kazakhstan

<sup>1</sup>muslumarici@gmail.com, <sup>2</sup>takenova@mail.ru

<sup>1</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3397-2215>

<sup>2</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8925-5808>

**Annotation:** With the emergence of new requirements of the time for the quality of educational services, which is influenced by management in functioning business processes, existing studies in the field of the resources allocation in the management of complex processes were studied. An overview of the basic concepts is complete, and classification of the resources allocation problems and methods for their solution is present. According to publications seems, that for a long time the issues of management in organizations based on the effective resources allocation have remained relevant. Many approaches and methods have been applied to solve problems in this area. This article analyzes published articles on problematic issues of the resources allocation in organizations. The formulation of the task of managing the resources allocation in the organization of the educational process, which requires the development of new approaches and methods - planning the optimal teaching load of the teacher with given restrictions, has been determined.

**Keywords:** resource allocation, complex processes, optimization methods, management, planning, decision-making.

## КҮРДЕЛІ ПРОЦЕСТЕРДІ БАСҚАРУ КЕЗІНДЕ РЕСУРСТАРДЫ БӨЛҮДІҢ КЕЙБІР МӘСЕЛЕЛЕРІ ТУРАЛЫ

M.Arici<sup>1</sup>, Ж.Такенова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Коджаэли Университеті, Түркия

<sup>2</sup>ҚР БҒМ ҒК Ақпараттық-есептеу технологиялары институты, Қазақстан

<sup>1</sup>muslumarici@gmail.com, <sup>2</sup>takenova@mail.ru

<sup>1</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3397-2215>

<sup>2</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8925-5808>

**Аңдатпа:** Жұмыс жасайтын бизнес-процестерді басқару ететін білім беру қызметтерінің сапасына жаңа уақыт талаптарының пайда болуымен күрделі процестерді басқару кезінде ресурстарды бөлу саласындағы қазіргі зерттеулер көрсетіледі. Негізгі ұғымдарға шолу жасалды, ресурстарды бөлу міндеттері мен оларды шешу әдістерінің жіктелуі келтірілді. Жарияланымдар бойынша ұзақ уақыт бойы ресурстарды тиімді бөлу негізінде ұйымдардағы басқару мәселелері өзекті болып қала береді деп айтуға болады. Осы саладағы міндеттерді шешу үшін көптеген тәсілдер мен әдістер қолданылды. Бұл мақалада ұйымдарда ресурстарды бөлудің проблемалық мәселелері бойынша жарияланған мақалаларға талдау жүргізілді. Оқу процесін ұйымдастыру кезінде ресурстарды бөлуді басқару міндетінің жаңа тәсілдер мен әдістерді - берілген шектеулер кезінде оқытушының оңтайлы оқу жүктемесін жоспарлауды әзірлеуді талап ететін тұжырымы айқындалды.



**Кілттік сөздер:** ресурстарды бөлу, күрделі процестер, оңтайландыру әдістері, басқару, жоспарлау, шешімдер қабылдау.

Сведение об авторах

Рус: Müslüm Arici – PhD, профессор Коджаэли Университет, Турция, muslumarici@gmail.com

Каз: Müslüm Arici – PhD, Кожаели университетінің профессоры, Түркия, muslumarici@gmail.com

Англ: Müslüm Arici – PhD, Professor Kocaeli University, Turkey, muslumarici@gmail.com

Рус: Такенова Жанар – докторант Института информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан, takenova@mail.ru

Каз: Такенова Жанар - ҚР БҒМ ҒК Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институтының докторанты, Қазақстан, takenova@mail.ru

Англ: Takenova Zhanar - doctoral student of the Institute of Information and Computing Technologies of the CS MES RK, Kazakhstan, takenova@mail.ru

**Responsible for the release: PhD, Shayakhmetova A.S.  
Merkebaev A.**

**Deputy chief editor: PhD, Mamyrbayev O.Zh**

The editorial board of the journal " Advanced technologies and computer science " is not responsible for the content of published articles. The content of the articles belongs entirely to the authors and is posted in the journal solely under their responsibility.

Signed in print 03.03.2020  
Edition of 50 copies. Format 60x84 1/16. Paper type.  
Order No. 4.

Publication of the Institute of Information and Computational Technologies

28 Shevchenko str., Almaty, Republic of Kazakhstan  
7 (727) 272-37-11  
atcs@iict.kz