



Institute of Information and  
Computational Technologies

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

# ADVANCED TECHNOLOGIES AND **COMPUTER SCIENCE**

**2023**  
**No2**

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

---

Institute of Information and Computational Technologies

# **Advanced Technologies and computer science**

**№2**

Almaty 2023

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>On successful P versus NP within finite automata and regular expressions</b> Syzdykov M.	<b>4</b>
<b>Cubic spline interpolation analysis using Maple package</b> Yalda Qani	<b>9</b>
<b>Виртуалды шындық. білім беру саласындағы жаңа технологиялық әзірлемелерді пайдалану</b> Оразымбет М.М, Турганбаева А.Р.	<b>15</b>
<b>Анализ решений MFA с открытым исходным кодом</b> Алимжанова Ж.М., Тойбек Н.Ж., Али А.К., Ниязбек Н.М.	<b>23</b>
<b>Болашақ информатика мұғалімдерін киберқауіпсіздік бойынша кәсіби кұзыреттіліктерді қалыптастыруға дайындаудың әдістемелік негіздері</b> Мекебаев Н.О., Назкенова Б.Б., Чайко Е. В	<b>33</b>

UDC 004.02  
IRSTI 20.53.15

## ON SUCCESSFUL P VERSUS NP WITHIN FINITE AUTOMATA AND REGULAR EXPRESSIONS

Mirzakhmet Syzdykov

Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

[mspmail598@gmail.com](mailto:mspmail598@gmail.com)

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

**Abstract** In this article the final proof of the equivalence of polynomial (P) and non-polynomial classes (NP) are provided within the given Klaus Schneider's regular expression forms which tend to be exponential in size and the problem in overall is seen to be in EXPTIME and EXPSPACE and, thus, NP-complete. We provide the full history of this proof with the experimentally obtained results. Our application of the obtained singular algorithm in terms of computational complexity responds to the famous theorem like "P versus NP" which wasn't solved before and now is resolved in this work. We will also discuss the future of the question from past as the novel proof is given.

**Keywords:** P versus NP, regular expressions, finite automata, proof.

### Introduction

At first, we will give the definition of the problem for arguments like regular expressions [1] and finite automata which are constructed from these expressions using various types of algorithms like Thompson Construction [2], Berry-Sethi Method [3] and Rabin-Scott subset construction [4].

Regular expressions represent the modern tool of fast parsing and evaluation of textual data [5]. In this work they're defined as follows with respect to the  $L(r)$  function, which defines the set words in regular language:

$L(\epsilon) = \{ \}$  – empty language;

$L(a) = \{ a \mid a \text{ in } A \}$ , where  $A$  is an alphabet of the regular language;

$L(r_1 \mid r_2) = L(r_1) + L(r_2)$ , union of two languages;

$L(r_1 \cdot r_2) = L(r_1) \cdot L(r_2)$ , concatenation of two language;

$L(r^*) = L(r)^*$ , Kleene closure or star operator which defines infinite number of repeats.

In addition to the basic set which was standardized by POSIX and is supported by many regular expression flavors, we define the additional set of operators like intersection subtraction and complement [6].

Thompson's algorithm gives the broad evidence of the existence of non-deterministic finite automata (NFA) which imply the recursive construction for each type of operator. This algorithm is known to be practical in sense of the difficulty of implementation as it linearly depends on the size of the input, which is given by regular expression.

Berry-Sethi algorithm is a way of representing the derivative of the regular expression and construct DFA directly by applying necessary set of rules. There is an implementation based upon Abstract Syntax Trees (AST) [7]. In the original paper [3] the algorithm also supports extended operators.

Rabin and Scott present the subset or powerset construction to convert existing NFA to DFA [4]. This problem is NP-complete as it lies in EXPTIME and EXPSPACE class on the example given by Schneider Klaus [8].

We will further show the equivalence of contrary classes like P and NP due to the complexity – the problem by itself is stated in [9].

### Schneider's canonical forms

As it was stated before in [8] there's a definition of the subset of regular expressions which lead to the effect known as state explosion when the number of states grows exponentially. We parametrize these expressions using  $t$ -constant which defines the number of repeating subgroups in Schneider's expressions which lead to the complexity  $O(2^{t+1})$  over binary alphabet:

$$(a | b)^* \cdot b \cdot (a | b) \cdot (a | b) \dots (a | b) = (a | b)^* \cdot (a | b)^t.$$

As the size of the DFA in subset construction for the above expression grows exponentially, it's obvious that this problem is NP-hard.

In this section we give the Turing tape automaton which depends on the parameter  $t$  and function  $f(r, t)$ , this function is defined as follows:

$f(r, t) = \{ r \mid |r| - t = "b" \}$ , where  $r$  is the regular expression input and matching string and  $t$  is a free parameter.

As we can see from the above function definition, it follows that the problem is solved in time and space  $O(1)$ , rather than the proof by Schneider [8] that the overall task is exponential and thus empirically is impractical as many other NP-complete problems [10].

## Pre-history of the obtained results

As we have proved the "P versus NP" theorem that P and NP classes are equivalent due to the problem which can be reduced to the NP-complete and the fact that there's minimal polynomial solution to this problem.

We have gone through the experimentation time which is described in [11, 12]. There we go through the definition of polynomial and non-polynomial methods of evaluation in concordance to the algorithm design and structure [11] for both classes. In [12] the rigorous proof is defined; however, it still wasn't shown that there exists the reducible function as it's defined in the previous section.

## Present time fuzzy methods

The Ant Colony Optimization or, simply, ACO [13] is a well-defined heuristics method which is most known for the present time in order to solve NP-complete problems like Vertex Cover Problem (VCP) [14] or Travelling Salesman Problem (TSP).

Probably soon the quantum or alternative computing models will show more convenient methodology towards solving NP-complete problems for at least fuzzy threshold, meanwhile, ACO still remains very popular and easy to implement as its complexity converges to cubic with respect to the size of the input data.

The quantum computing still remains a modern trend in solving the algorithmic tasks, it's shown that with given amount of energy NP-complete problems can be solved in linear time [15].

## Discussion on "P versus NP"

As to the Karp's 21 NP-complete problems [16], we have developed the stable polynomial solutions to the some of them which we met practically: for example, TSP which can be approximately using ant colony optimization is of graph theory and deals with shortest paths, which, in turn, can be vital in GIS-systems.

According to our recommendation the best way to represent the function in equation following in this section for solving the NP-hard problem (NP-complete) is the usage of already developed method by Richard Bellman presented in his famous work in [17]: this method is called dynamic programming, or simply DP. We will use DP in solving our NP-complete problems.

To this moment, the solutions presented by author in this work which are known to be NP-complete are as follows:

1. TSP uses weighted graph structure to represent the routes between pairs of cities on the map; the goal is to find the shortest path visiting all the cities around the built path.
2. Back-reference problem: the problem can be represented as a satisfiability or vertex color problem which are known to be NP-complete [18]; the problem is to find the referencing string of the previously captured group in the pattern: this back-references feature is often met in the modern programming languages like Perl, Ruby, Python, etc. [19]



3. Vertex Cover Problem (VCP): the problem is to cover all edges in graph using minimum or pre-defined number of vertexes; due to the [14] it's known to be NP-complete within the almost quadratic complexity measure.

Even though the “P versus NP” theorem was presented by Stephen Cook in his work [9] and was also included as one of the Millennium Theorems by the Clay Mathematics Institute [20], we have proved the equivalence of P- and NP-classes. The main question arises of how to devise the function  $F(x)$ : to answer this question we will use Dynamic Programming as the main standard in solving the above NP-complete problems like TSP, Back-reference and VCP.

The solution of TSP is exact and can be found in the following dynamic recurrence relation:

$$F(x, n) = \min \{F(y, n - 1) + d(x, y)\}.$$

Where in the above equation the  $x$  and  $y$  are variables for cities in the graph and  $d(x, y)$  is the distance function;  $n$  is the number of cities passed before as well.

This equation holds true for specific cases when we have a non-full graph: full graphs are usually represented by matrix.

The next problem is about back-referencing in regular expressions: we solve it by applying the same dynamic programming paradigm (DPP) – it can be noted that according to OLAP data cube construction in Business Intelligence systems, the same holds true within the dimension of incoming string with the position of the searched symbol during the matching process.

Thus, the following relation holds true:

$$F(\text{backreference}, \text{position}) = F(\text{backreference}, \text{position} + 1) \cdot \text{string}[\text{position}]$$

In the VCP we build the “concordance”-network of the vertexes in graph  $G(V, E)$  ( $V$  is the set of vertexes and  $E$  is a set of edges) within the cardinality between the pairs, or set in general, when there are common edges.

The function  $F(x)$  for the two vertexes, thus, can be represented as follows due to the set intersection theory:

$$F(u, v) = \text{deg}(v) + \text{deg}(u) - \text{deg}(u, v),$$

Where in this equation the function  $\text{deg}(v)$  is the cardinality of the vertex in graph, which is usually represented by the set of adjacent edges.

### **Strict proof of P = NP**

The strict proof relies on the fact that there's a unique transformation [12] of algorithm to be EXPTIME-complete which runs in minimal possible time  $O(1)$ . This fact gives us the observation that any NP-complete problem can have a deterministic and minimal complexity solution on automata with marks. The algorithm self is defined in [11]. Thus, from all the transformations we choose one which has the minimal complexity of the source algorithm.

### **Acknowledgements**

We respect the researchers from ResearchGate™ community who contributed to this important proof in the area of Computer Science and Applied Mathematics as to know that the problem can be solved efficiently means to solve it exactly and without any obstacles.

### **Conclusion**

We have shown that there exists the solution in singular complexity  $O(1)$  for exponential or even NP-hard and NP-complete problem as it was presented by Klaus Schneider.

The notable fact is that this complexity is minimal possible and, thus, gives us the possibility not only to conclude that P equals NP, but also a knowledge of having different computational models to solve NP-complete problems.

As we have showed the equivalence of the minimal and maximal classes of complexity, we

still have to make both ends meet and propose the future of research in order to obtain efficient and polynomial algorithms to the NP-hard problems.

## References

- [1] Karttunen L., Chanod, J. P., Grefenstette, G., & Schille, A. Regular expressions for language engineering. *Natural Language Engineering*. 1996. 2(4). 305-328.
- [2] Thompson K. Programming techniques: Regular expression search algorithm. *Communications of the ACM*. 1968. 11(6). 419-422
- [3] Berry G., & Sethi, R. From regular expressions to deterministic automata. *Theoretical computer science*. 1986. 48. 117-126.
- [4] Rabin M. O., & Scott, D. Finite automata and their decision problems. *IBM journal of research and development*. 1959. 3(2). 114-125.
- [5] Friedl J. E. *Mastering regular expressions*. " O'Reilly Media, Inc.". 2006.
- [6] Syzdykov M. Deterministic automata for extended regular expressions. *Open Computer Science*. 2017. 7(1). 24-28.
- [7] Borsotti A., Breveglieri L., Crespi Reghizzi, S., Morzenti, A. A deterministic parsing algorithm for ambiguous regular expressions. *Acta Informatica*. 2021. 58. 195-229.
- [8] Schneider, K., Shabolt, J., & Taylor, J. G. *Verification of reactive systems: formal methods and algorithms*. Heidelberg: Springer. 2004. 210–212.
- [9] Cook, S. *The P versus NP problem*. Clay Mathematics Institute. 2000. 2.
- [10] Filar J. A., Haythorpe M., Taylor R. Linearly-growing reductions of Karp's 21 NP-complete problems. *arXiv preprint arXiv:1902.10349*. 2019.
- [11] Syzdykov M. Functional hypothesis of complexity classes. *Advanced technologies and computer science*. 2021. 3. 4-9.
- [12] Syzdykov M. Equivalence of Complexity Classes via Finite Automata Derivatives. *Advanced technologies and computer science*. 2022. 1(4). 9-14.
- [13] Dorigo M., Gambardella L. M. Ant colony system: a cooperative learning approach to the traveling salesman problem. *IEEE Transactions on evolutionary computation*. 1997. 1(1). 53-66.
- [14] Dinur I., Safra, S. On the hardness of approximating minimum vertex cover. *Annals of mathematics*. 2005. 439-485.
- [15] Černý V. Quantum computers and intractable (NP-complete) computing problems. *Physical Review A*. 1993. 48(1). 116.
- [16] Johnson D. S. The NP-completeness column: an ongoing guide. *Journal of algorithms*. 1985. 6(3). 434-451.
- [17] Bellman R. Dynamic programming treatment of the travelling salesman problem. *Journal of the ACM (JACM)*. 1962. 9(1). 61-63.
- [18] Dominus M. J. Perl regular expression matching is np-hard. *The Perl Journal*. 2001.
- [19] Stubblebine T. *Regular Expression Pocket Reference: Regular Expressions for Perl, Ruby, PHP, Python, C, Java and .NET*. " O'Reilly Media, Inc.". 2007.
- [20] Clay Mathematics Institute. *Millennium Problems*. <http://claymath.org/millennium-problems>. [Electronic recurs: 04.01.2023].

## АҚЫРҒЫ АВТОМАТТАР МЕН ТҰРАҚТЫ ӨРНЕКТЕР ШЕҢБЕРІНДЕ P ЖӘНЕ NP-ДІ СӘТТІ САЛЫСТЫРУ ТУРАЛЫ

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан  
[mspmail598@gmail.com](mailto:mspmail598@gmail.com)

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

**Аңдатпа.** Бұл мақалада көлемі бойынша экспоненциалды болатын Клаус Шнайдердің тұрақты өрнектерінің берілген формалары шеңберіндегі көпмүшелік (P) және көпмүшелік емес сыныптардың (NP) эквиваленттілігінің нақты дәлелі келтірілген және мәселе жалпы EXPTIME және EXPSPACE-те қарастырылады және осылайша NP-толық болады. Эксперименттік нәтижелермен осы дәлелдің толық сипаттамасы келтірілді. Алынған сингулярлық алгоритмді есептеу күрделілігі тұрғысынан қолдануымыз бұрын шешілмеген, бірақ қазір осы жұмыста шешілгені белгілі және "P NP-ға қарсы" типті теоремаға сәйкес келеді. Сондай-ақ жаңа дәлел келтірілгендіктен, мәселенің болашағы өткеннен талқыланады.

**Кілттік сөздер:** P және NP, тұрақты өрнектер, ақырлы автоматтар, дәлел.

## ОБ УСПЕШНОМ СРАВНЕНИИ P И NP В РАМКАХ КОНЕЧНЫХ АВТОМАТОВ И РЕГУЛЯРНЫХ ВЫРАЖЕНИЙ

**Мырзахмет Сыздыков**

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,  
Алматы, Казахстан

[mspmail598@gmail.com](mailto:mspmail598@gmail.com)

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

**Аннотация.** В этой статье приводится конечное доказательство эквивалентности полиномиальных (P) и неполиномиальных классов (NP) в рамках приведенных форм регулярных выражений Клауса Шнайдера, которые имеют тенденцию быть экспоненциальными по размеру, и проблема в целом рассматривается в EXPTIME и EXPSPACE и, таким образом является NP-полной. Мы приводим полную историю этого доказательства с экспериментально полученными результатами. Наше применение полученного сингулярного алгоритма с точки зрения вычислительной сложности соответствует известной теореме типа “P против NP”, которая ранее не была решена, а теперь решена в этой работе. Мы также обсудим будущее вопроса из прошлого по мере того, как будет приведено новое доказательство.

**Ключевые слова:** P против NP, регулярные выражения, конечные автоматы, доказательство.

*Сведения об авторе:*

*Анг.: Syzdykov Mirzakhmet - Satbayev University, Almaty, Kazakhstan*

*Каз.: Сыздықов Мырзахмет- Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан.*

*Рус.: Сыздыков Мырзахмет- Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан.*

UDC 519.6  
IRSTI 27.41.77

## CUBIC SPLINE INTERPOLATION ANALYSIS USING MAPLE PACKAGE

Yalda Qani

Faryab University, Maymana, Afghanistan

e-mail: [yalda.qani@gmail.com](mailto:yalda.qani@gmail.com)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3030-5783>

**Abstract.** We talk about using the Maple package for abstract cubic interpolation analysis. We review the capabilities of the package and provide an in-depth analysis of cubic spline interpolation. Our analysis shows the effectiveness of this method in solving complex problems in different fields. In this analysis, we will examine the basics of cubic spline interpolation, including how it works, its advantages and disadvantages, and how to implement it using the Maple software package. We will also discuss some real-world applications of cubic spline interpolation, such as data smoothing and curve fitting. Through this analysis, we hope to provide a comprehensive understanding of cubic spline interpolation and its importance in various contexts. Using Maple, cubic splines can be easily calculated, plotted, and even manipulated to suit specific needs. In addition, Maple allows the creation of interactive graphs, which can be used to explore the properties of cubic lines and gain a deeper understanding of their behavior.

**Keywords:** Cubic spline interpolation, maple package, Polyinterp.

### Introduction

Cubic spline is a powerful method for approximating functions. It is a mathematical technique that allows us to construct a smooth curve that passes through a set of given data points. This is useful in many applications, such as computer graphics, engineering, and finance. In cubic spline interpolation, we divide the data set into segments and fit a cubic polynomial to each segment. The polynomials are then joined together in a way that ensures that the resulting curve is continuous and has a continuous first and second derivative. Maple is a software program that provides built-in functions and tools for cubic spline interpolation. It makes the process even easier and allows for the creation of interactive plots. In this conversation, we will explore the conclusion of using cubic spline interpolation in Maple. It is useful and beneficial to express relationships in data using functions. This allows us to estimate dependent variables at values of independent variables that are not given in the data. This work is done in MAPL using the interpolation method [1, 2]. The Maple software offers the most recent numerical analysis applications in a quicker and more effective manner, which has helped to solve significant scientific and technical problems [3]. Maple is a powerful math solver and versatile math learning tool that provides 2D and 3D diagrams and even step-by-step solutions with detailed answers. Whether you're doing simple calculations or working on advanced math problems, Maple Calculator can do it all. It should be noted that a residual term is not calculated by the Cubic Spline command, so we cannot use it with the polynomial interpolation command Remainder Term or InterpolantRemainderTerm, and the remaining term is interpolated from a structure command. Because this method works numerically. That is, the inputs that are not numerical are first evaluated with floating point numbers before continuing the calculations so that they can be analyzed computationally [8]. Less spline means more distance between nodes [4]. Traditional termination conditions for cubic spline interpolation include the values of the first or second derivatives of the interpolation functions at the boundary interpolation nodes. The node-free boundary condition proposed by de Boor (1985) is a kind of cubic spline interpolation boundary condition for practical application without the requirement of derivatives at the end nodes. However, a significant disadvantage of such end conditions is that there is a sharp decrease in interpolation accuracy at boundary distances [5]. Interpolating cubic splines are popular for fitting data because they use low-order polynomials. Cubic contours are widely used to fit a smooth continuous function through discrete data. They play an important role in fields such as computer graphics and image processing, where smooth interpolation is essential in modeling, animation, and image scaling. For example, in computer graphics, interpolation cubic

lines are often used to define the smooth movement of objects and cameras that pass through user-specified positions in a key frame animation system. In image processing, splines are useful in implementing high-quality image magnification [6]. Another good feature of the Maple package is that the Maple software has many features, including converting outputs to MATLAB codes and LaTeX commands [7]. In the Maple package, it returns the linear system of equations used to solve the cubic spline interpolants. It should also be said that the Linear System command retrieves the matrix and vector in the linear system of equations that were solved when calculating the cubic spline interpolants. A POLYINTERP structure is created using the Cubic Spline command. It should be noted that the Linear System command only accepts interpolation structures created using the cubic Spline command, since the cubic spline interpolation method is the only method that has an associated linear system [[https://www.maplesoft.com/images2015/Maplesoft\\_logo2x.png](https://www.maplesoft.com/images2015/Maplesoft_logo2x.png)].

## Materials and methods

We perform cubic spline interpolation on a set of data using the Maple package. The points given by the Cubic Spline command are cubically interpolated so that all the derived data is stored in a POLYINTERP structure. so that we can transfer them to various interpolation commands under the [Numerical Analysis] student package. There we can extract and manipulate information well. In Maple, the Spline command can be used to perform cubic spline interpolation with natural boundary conditions. Natural boundary conditions assume that the second derivative of the spline function is zero at the endpoints of the interval [3,4]. This means that the spline curve will be linear outside of the interval defined by the data points, resulting in a smoother curve compared to other boundary conditions. To use natural boundary conditions in Maple, first input the data points as a set of ordered pairs. Then, use the Spline command with the option `method="natural"`. The resulting curve will be a piecewise-defined polynomial function that passes through the data points and has continuous first and second derivatives. The plot command can be used to visualize the resulting curve. Maple's Spline command can be used for cubic spline interpolation with clamped boundary conditions. Clamped boundary conditions are used when the first derivatives at the endpoints are known. This means that the curve will have a fixed slope at the endpoints, which can be useful in some applications. To use clamped boundary conditions in Maple, you can specify the first derivatives at the endpoints using the `left` and `right` options in the Spline command. Cubic spline interpolation with clamped boundary conditions can be useful in a variety of applications, such as in engineering and physics, where the slope of a curve at the endpoints may be known or constrained. One of these applications is in the field of optics, where it is used to determine the refractive index of a material as a function of wavelength [2]. In addition, cubic spline interpolation is also used in numerical simulation of physical phenomena, such as solving partial differential equations [1]. Another application of cubic spline interpolation is in the field of experimental physics, where it is used to interpolate experimental data to obtain a smooth curve that can be used for predictions or to fit a theoretical model [ 2]. In general, cubic spline interpolation is a powerful tool for physicists to analyze and interpret data and make predictions about physical systems.

## Cubic Spline Interpolation

A cubic spline is a mathematical function used to interpolate between points of data. It is a piecewise-defined function composed of cubic polynomials. Cubic splines are commonly used in engineering and scientific applications where the smoothness of a curve is important. They are particularly useful for approximating complex shapes or curves that cannot be easily represented by a simple mathematical function. In this analysis, we will explore the fundamentals of cubic spline interpolation, including how it works, its advantages and disadvantages, and how to implement it using the Maple software package. We will also discuss some real-world applications of cubic spline interpolation, such as data smoothing and curve fitting. Through this analysis, we hope to provide a comprehensive understanding of cubic spline interpolation and its significance

in various fields. In Maple, you can use the spline command to perform cubic spline interpolation. The spline command takes in two vectors,  $x$  and  $y$ , where  $x$  contains the  $x$ -coordinate data points and  $y$  contains the corresponding  $y$ -coordinate data points [8].

Here's an example of how to use the spline command in Maple:

```
x := [0, 1, 2, 3, 4];
y := [1, 3, 2, 4, 1];
s := spline(x, y);
```

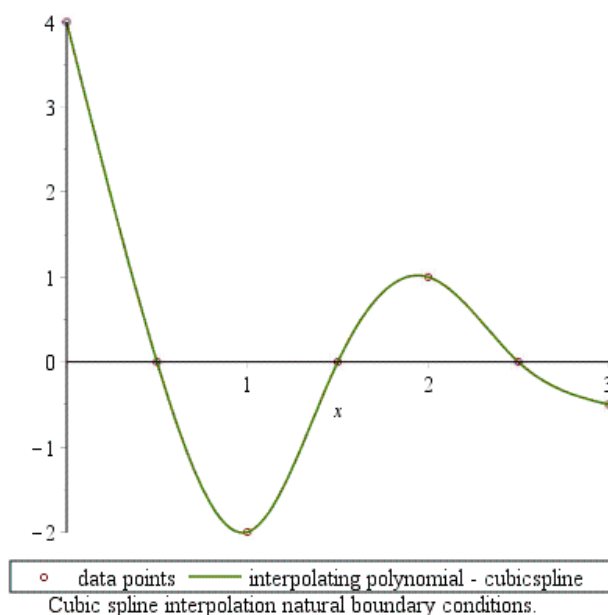
In this example,  $x$  and  $y$  represent the data points we want to interpolate. The spline command returns the function  $s$  representing the cubic spline interpolation of the data. We can use the plot command to visualize the spline. This will plot the cubic spline interpolation of the  $x$  and  $y$  data points. In general, the spline command in Maple makes it easy to perform cubic spline interpolation and gain insight into the behavior of a function [2,3].

Examples

```
> with(Student[NumericalAnalysis]) :
> xy := [[0, 4.0], [0.5, 0], [1.0, -2.0], [1.5, 0], [2.0, 1.0], [2.5, 0], [3.0, -0.5]]
      xy := [[0, 4.0], [0.5, 0], [1.0, -2.0], [1.5, 0], [2.0, 1.0], [2.5, 0], [3.0, -0.5]]
> p1 := CubicSpline(xy, independentvar = x) :
> expand(Interpolant(p1))
```

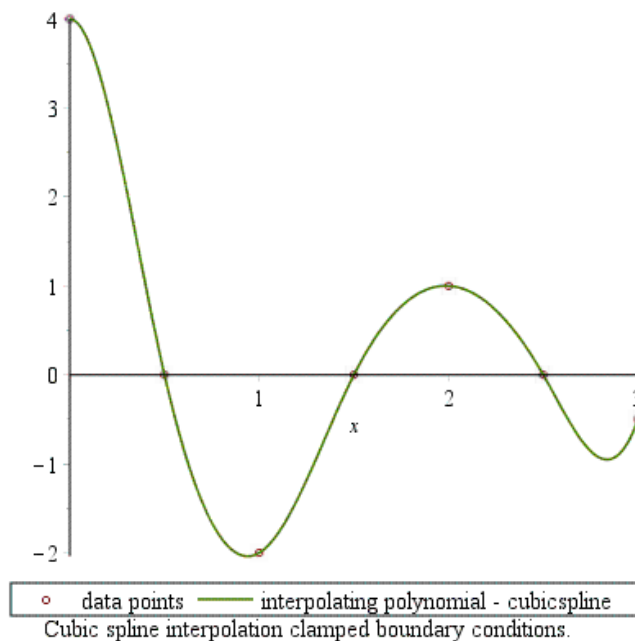
```
4. - 8.48076923076923 x + 1.92307692307692 x3
-5.13461538461539 x + 3.44230769230769 - 6.69230769230769 x2 + 6.38461538461538
21.2884615384615 - 58.6730769230769 x + 46.8461538461538 x2 - 11.4615384615385 x
15.0576923076923 x - 15.5769230769231 - 2.30769230769231 x2 - 0.538461538461538
-64.8076923076923 + 88.9038461538461 x - 39.2307692307692 x2 + 5.61538461538461
-52.4423076923077 x + 52.9807692307692 + 17.3076923076923 x2 - 1.92307692307692
```

```
> Draw(p1)
```



**Figure 1** - Cubic spline interpolation natural boundary conditions.

```
> p2 := CubicSpline(xy, independentvar = x, boundaryconditions = clamped(0, 6)) :
> Draw(p2)
```



**Figure 2-** Cubic spline interpolation clamped boundary conditions.

To conclude a cubic spline in Maple, you can use the spline command. This command requires the input data points and generates a piecewise cubic polynomial that passes through each of these points. The resulting spline function can be used to interpolate values between the input data points.

## Conclusion

Cubic spline interpolation is a powerful method for approximating functions that are not easily modeled using traditional methods. With Maple, the process of computing cubic splines is made even easier due to its built-in functions and tools. By using Maple, one can easily compute cubic splines, plot them, and even manipulate them to fit specific needs. Additionally, Maple allows for the creation of interactive plots, which can be used to explore the properties of cubic splines and gain a deeper understanding of their behavior. Overall, Maple is an excellent tool for anyone looking to utilize cubic splines in their work. Maple is a great software program that provides built-in functions and tools for cubic spline interpolation, making the process even easier. With Maple, you can create interactive plots and explore the behavior of the function in question. In conclusion, using cubic spline interpolation in Maple can be a great way to approximate functions and gain insights into their behavior. With its user-friendly interface and powerful tools, Maple makes it easy to work with cubic spline interpolation and explore the data in question. Whether you're a researcher, student, or professional, Maple can help you make sense of your data and gain a deeper understanding of your subject matter. Overall, cubic spline interpolation is a powerful tool for physicists to analyze and interpret data in a meaningful way.



## References

- [1] Dutta, S., Kaur, A. Cubic Spline Interpolation Approach to Solve Multi-Choice Programming Problem. International Journal of Applied and Computational Mathematics. 2023. 9(1). 6.
- [2] Maftunzada, S. A. L. Splines interpolation analysis using Maple package. ADVANCED TECHNOLOGIES AND COMPUTER SCIENCE. 2023. 1. 4-9.
- [3] Qani, Y. Newton–cotes formulas for numerical integration in MAPLE.
- [4] Roe D. R., Brooks, B. R. Improving the speed of volumetric density map generation via cubic spline interpolation. Journal of Molecular Graphics and Modelling. 2021. 104. 107832.
- [5] Sun M., Lan L., Zhu C. G., Lei F. Cubic spline interpolation with optimal end conditions. Journal of Computational and Applied Mathematics. 2023. 425. 115039.
- [6] Wolberg G., Alfey I. Monotonic cubic spline interpolation. In Computer Graphics International Conf 1999. 188-195.
- [7] Yalda Q. Numerical Solution of Nonlinear Equations in Maple. International Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology. 2021. 8(4). 34-37.
- [8] [https://www.maplesoft.com/images2015/Maplesoft\\_logo2x.png](https://www.maplesoft.com/images2015/Maplesoft_logo2x.png) [Electronic recurs: 04.01.2023]
- [9] Gao S., Zhang Z., Cao, C. On a Generalization of Cubic Spline Interpolation. J. Softw. 2011. 6(9). 1632-1639.

## MAPLE ПАКЕТІН ПАЙДАЛАНЫП ТЕКШЕ СПЛАЙНДАРЫНЫҢ ИНТЕРПОЛЯЦИЯСЫН ТАЛДАУ

Ялда Кани

Фараб Университеті, Майман, Ауғанстан

e-mail: yalda.qani@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3030-5783>

**Аңдатпа.** Біз текше интерполяцияны дерексіз талдау үшін Maple бумасын пайдалану туралы айтып отырмыз. Біз пакеттің мүмкіндіктерін қарастырамыз және текше сплайндармен интерполяцияға терең талдау жасаймыз. Біздің талдауымыз әр түрлі салалардағы күрделі мәселелерді шешуде осы әдістің тиімділігін көрсетеді. Бұл талдауда біз текше сплайн интерполяциясының негіздерін, оның қалай жұмыс істейтінін, оның артықшылықтары мен кемшіліктерін және оны Maple бағдарламалық жасақтамасымен қалай жүзеге асыруға болатындығын қарастырамыз. Біз сондай-ақ деректерді тегістеу және қисық сызықты сәйкестендіру сияқты текше сплайн интерполяциясының кейбір нақты қолданбаларын талқылаймыз. Осы талдау арқылы біз текше сплайн интерполяциясы және оның әртүрлі контексттердегі маңыздылығы туралы жан-жақты түсінік аламыз деп үміттенеміз. Maple көмегімен текше сплайнды нақты қажеттіліктерге сәйкес оңай есептеуге, сызуға және тіпті басқаруға болады. Сонымен қатар, Maple текше сызықтарының қасиеттерін зерттеу және олардың мінез-құлқын тереңірек түсіну үшін пайдалануға болатын интерактивті графиктерді жасауға мүмкіндік береді.

**Кілттік сөздер:** Текше сплайн интерполяциясы, maple пакеті, Polyinterp.

## АНАЛИЗ ИНТЕРПОЛЯЦИИ КУБИЧЕСКИХ СПЛАЙНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА MAPLE

Ялда Кани

Университет Фараб, Маймана, Афганистан

e-mail: yalda.qani@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3030-5783>

**Аннотация.** Мы говорим об использовании пакета Maple для абстрактного анализа кубической интерполяции. Мы рассматриваем возможности пакета и проводим углубленный анализ интерполяции кубическими сплайнами. Наш анализ показывает эффективность этого метода при решении сложных задач в различных областях. В этом анализе мы рассмотрим основы кубической сплайновой интерполяции, включая то, как она работает, ее преимущества и недостатки, а также как ее реализовать с помощью программного пакета Maple. Мы также обсудим некоторые реальные приложения кубической сплайновой интерполяции, такие как сглаживание данных и подгонка кривой. С помощью этого анализа мы надеемся получить всестороннее представление о кубической сплайновой интерполяции и ее важности



в различных контекстах. Используя Maple, кубические сплайны можно легко вычислять, строить графики и даже манипулировать ими в соответствии с конкретными потребностями. Кроме того, Maple позволяет создавать интерактивные графики, которые можно использовать для изучения свойств кубических линий и получения более глубокого понимания их поведения.

**Ключевые слова:** Кубическая сплайновая интерполяция, пакет maple, Polyinterp.

*Сведения об авторе:*

*Англ: Yalda Qani - Faryab University, Maymana, Afghanistan. e-mail: yalda.qani@gmail.com.  
<https://orcid.org/0000-0002-3030-5783>.*

*Қаз: Ялды Кани - Фараб, Университеті, Маймана, Ауғанстан. e-mail: yalda.qani@gmail.com.  
<https://orcid.org/0000-0002-3030-5783>.*

*Рус: Ялды Кани - Университет Фараб, Маймана, Афганистан, e-mail:  
yalda.qani@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-3030-5783>.*

ӘҚЖ 378.147

## ВИРТУАЛДЫ ШЫНДЫҚ. БІЛІМ БЕРУ САЛАСЫНДАҒЫ ЖАҢА ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ӘЗІРЛЕМЕЛЕРДІ ПАЙДАЛАНУ

Оразымбет М.М, Турганбаева А.Р.

Аль-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университет  
[gruch2610@gmail.com](mailto:gruch2610@gmail.com), [turalma63@gmail.com](mailto:turalma63@gmail.com)

**Аңдатпа.** Бұл басылымда виртуалды шындық технологияларының білім беру саласына таралу себептері, виртуалды шындық технологиялары және олардың функционалдық мүмкіндіктері жіктелген, болашақ сәулетшілерді оқытуда қолданылатын виртуалды шындық технологияларының қосымшалары келтірілген. Қазіргі заманның бұл атрибуттары осы уақытқа дейін қашықтықтан оқыту, электронды технологияларды, мобильді қосымшаларды және электронды оқулықтарды қолдану арқылы оқытуды қамтитын білім берудегі технологияны түсінуді кеңейтеді. Жаңа технологиялық шындықтарды ескере отырып, білім беру мазмұнындағы қажетті өзгерістерді қарастыру қажет, оқу процесін басқару онлайн өзара әрекеттесу көрсеткіштеріне де жақындауы керек.

**Кілттік сөздер:** виртуалды шындық, толықтырылған шындық, білім берудегі иммерсивті технологиялар, сәулетшілерді даярлау, интерактивті оқыту орталары.

### Кіріспе

Бүгінгі таңда білім беру виртуалды және Толықтырылған шындық технологияларын дамыту мен енгізудің ең перспективті бағыттарының бірі болып саналады. Технологияның қарқынды дамуы білім беру процесіне әсер ете алмады. Алғашқы виртуалды шындық жүйелерінің арасында (виртуалды шындық, VR, жасанды шындық) ұшқыштарды дайындауға арналған машиналар болды. Соңғы жылдары виртуалды шындық компьютерлік ойындарда кеңінен қолданыла бастады. Бүгінгі таңда цифрлық технологиялардың ұрпақтарының ауысуы виртуалды шындық саласында сапалы жаңа әзірлемелердің пайда болуына әкелді, бұл технологияны жаппай және қызықты ойындар үшін де, өндіріс пен білім беру саласындағы мәселелерді шешу үшін де қолайлы етуге уәде береді.

Виртуалды шындық технологияларының білім беру саласына таралуының бірнеше себептері бар:

Техникалық жабдықтау бағасының төмендеуі. Соңғы бірнеше жылда үйде және кәсіби пайдалануға арналған заманауи VR құрылғыларының бағасы айтарлықтай төмендеп, оларды қолжетімді етті.

VR астында бағдарламалық жасақтама санының тез өсуі. Бүгінгі таңда VR-де бірнеше мың түрлі қосымшалар бар және олардың саны күн сайын артып келеді.

VR саласында жұмыс істейтін ірі компаниялардың көбеюі Oculus, HTC, Sony, Microsoft, Samsung және басқалары сияқты алыптар осы салада өз технологияларын бұрыннан енгізіп келеді.

VR-технологияларды бірқатар салаларға енгізу: мұнай-газ өнеркәсібі, машина жасау, энергетика, металлургия, телекоммуникация, жарнама және тағы басқалар. Виртуалды шындық ұзақ уақыт бойы тек ойын тарихы болуды тоқтатты және адам қызметінің барлық салаларына белсенді түрде енгізілуде.

Көптеген адамдар үшін академиялық мансап құндылығының бір бөлігі студенттерге осы саланың болашақ мамандары болуға көмектесу және олардың ынта-жігерін басқалармен бөлісу мүмкіндігі болып табылады; осы себепті сыныптан тыс уақытта оқушыларды қарау және бақылау оларды тітіркендіруі мүмкін. Бұл белсенділік пен мотивацияның болмауы негізінен студенттерге білгендерін қолда бар біліммен байланыстыру қиын болған кезде пайда болады; олар пассивті және жеке оқыған кезде; егер

ақпарат тек бір рет немесе бір жолмен түсіндірілсе, бұл оның өзектілігін түсінуді қиындатады, ал егер материал эмоцияны тудырмаса, онда ол әрекет - реакция тәжірибесін тудырады. Студенттердің өздері ұсынған ұғымдарды түсіну үшін белсенді болуы өте маңызды.

### Зерттеу әдістері

Жұмыста келесі зерттеу әдістері қолданылды: ақпараттық-аналитикалық, салыстырмалы талдау, жіктеу әдістері. Талдау үшін отандық және шетелдегі әртүрлі білім беру объектілерінде виртуалды шындық технологиясын қолдану туралы материал қолданылды.

### Зерттеу нәтижелері

Виртуалды шындық технологиялары оқытуды көрнекі етеді, оқушыларды белсенді болуға, оларды оқу процесіне толық тартуға мүмкіндік береді (1-кесте).

Кесте-1 Виртуалды шындық технологиялары және олардың функционалдығы

№	Технологияның атауы	Функционалдық мүмкіндіктері
1	Виртуалды шындық шлемі	Кәдімгі веб-конференцияларға қарағанда шынайы, телефонмен сөйлесуге ұқсас бейнеконференциялар өткізуге мүмкіндік береді
2	MR технологиясы (Аралас шындық, MR, аралас немесе гибриді шындық)	Қатысушыларға бір-бірін шынымен жақын сезінуге мүмкіндік береді. Мұндай "виртуалды кездесулерді" виртуалды саяхаттау, басқа мәдениеттермен танысу, шет тілін үйрену және т. б. үшін кеңінен қолдануға болады.
3	Виртуалды шындық көзілдірігі	Жаратылыстану пәндерін оқу кезінде виртуалды шындық көзілдірігі студенттерге ғылыми зертханаларда болуға, шынайы виртуалды эксперименттерді байқауға және жүргізуге, макро және микро объектілермен өзара әрекеттесуге, математикалық объектілер әлеміне саяхат жасауға және т. б. Гуманитарлық пәндерді оқу. Студенттер тарихи оқиғалардың мұражайлары мен орындарына баруға, тарихи тұлғалардың виртуалды үлгілерімен байланысуға, өткен оқиғаларды қайта құруға және т. б. мүмкіндік алады.
4	Сабақ оқуға көмек болатын ойындар	Виртуалды шындық ойындары студенттерге әртүрлі объектілермен өзара әрекеттесуге ғана емес, сонымен қатар оларды құруға,

		өздері жасаған ережелерге сәйкес өмір сүретін виртуалды әлемді құруға мүмкіндік береді.
5	Үш өлшемді дизайн	Виртуалды шындық үш өлшемді нысандарды жобалаудың табиғи құралдарын ұсынады.
6	Дағдыларды қалыптастыру	Виртуалды шындықтағы модельдер студенттерге қауіпсіз және мүмкін қателіктерден қорықпай, нақты жағдайда дамуы қауіп төндіретін немесе басқа шектеулерге тап болатын дағдыларды қалыптастыруға мүмкіндік береді (жабдықтың болуы, жұмыстың қымбаттығы, басқа адамдар үшін қауіп және т.б.). Мысалы, MR қосымшалары медицина саласында оқытуда қолданылады.

Қазіргі таңда келесі қосымшалар әзірленді:

MR Builder - Құрылыс, сәулет, жобалау компанияларына объектілердің ЭЭ модельдерін (өнеркәсіптік және Азаматтық ғимараттар, ландшафттар, интерьерлер және т. б.) тиімді түрде ұсынуға және талқылауға көмектесетін виртуалды шындық;

MR Guide - Мұражайларда, көрме стендтерінде және т. б. голографиялық экскурсиялар жасауға мүмкіндік беретін виртуалды шындық;

Holostudy, Microsoft HoloLens-ке арналған білім беру қосымшасы, оған MR сабақтары кіреді, онда зерттелетін объектілер мен құбылыстар оқушының жанындағы кеңістікте ЭЭ - голограммалары түрінде ұсынылған.

Бұл технологиялар алыстағы адамдардың ынтымақтастығын оңайлатады және жеңілдетеді. Біздің байланыс тәсілдеріміз, үйлесімділік және ұтқырлық сияқты мүмкіндіктерді қосу үшін үнемі реттеледі. Бірнеше зерттеулерді талдау осы жаңа технологиялар ұсынатын мүмкіндікті көрсетті, өйткені олар физикалық және цифрлық орта, медиа және өзара әрекеттесу біздің күнделікті өмірімізде араласатын шындықтың жаңа түрін жасайды.

Қарастырып жіберсек. Өздеріңіз білетіндей, қалалық дизайн-бұл эстетика, масштаб және жалпы жер мен қаланы салуға мүмкіндік беретін құрылыс стратегиялары арасындағы диалог. Бұл сәулетшіден урбанистиканы оқытуды талап етеді [1]. Академиялық тұрғыдан алғанда, акт қалалық немесе архитектуралық жобалардың визуалды әсерін зерттеу үшін кеңістіктік құзыреттіліктерді игеруді жақсартады. Атап айтқанда, сәулет және қала құрылысы курстары құрылысты бастамас бұрын жобаның жарамдылығын бағалауды талап етеді, бұл оқытушыларды студенттердің дизайнды қалай ұсынатынын қайта қарастыруға және осы бағалауды жүргізуді үйренуге итермелейді.

Осылайша, білім алушылардың әртүрлі бейнелеу технологияларымен жұмыс істеу дағдыларын дамытуы және өз ұсыныстарын жақсырақ жеткізу және олар жобалайтын кеңістіктер туралы аналитикалық ойлауды дамыту үшін соңғы технологияларды жобалау процесіне біріктіруі маңызды [2]. Архитектуралық білім берудің бүкіл тарихында үш өлшемді кеңістіктерді түсіну және визуализациялау әдетте үш өлшемді модельдер мен виртуалды визуализациялардан гөрі сызбалар мен физикалық модельдер арқылы жүзеге асырылды [3]. Бұл жаңа әдістерді қолдану ұрпақтардың өзгеруіне, технологияның үнемі дамуы мен жетілдірілуіне байланысты пайда болады.

Жаңа технологиялар бұл процестерді жүзеге асыру тәсілін өзгертеді. Біздің айналамыздағы әлем қазіргі уақытта Цифрлық сипатқа ие болуда, әсіресе технологияны жақсы білетін және мобильді құрылғылар мен бұлтты есептеу қызметтерімен таныс жаңа

ұрпақтар үшін және бұл жаңа перспектива мен парадигманы урбанистік білім мен кәсіби тәжірибенің нақты контекстіне біріктіру маңызды. Білім беруде аралас шындық-бұл білім алушылардың ақпаратпен өзара әрекеттесу тәсілін өзгертетін жаңа тәсіл. Мг технологиялары, атап айтқанда виртуалды шындықты (VR) және кеңейтілген шындықты (augmented reality, AR) біріктіру, сәулет және қала құрылысын зерттеу мен тәжірибеде жобалау процесін қолдау, қолданыстағы салынған орталарда орнатылған дизайн баламаларын визуализациялау және адамдардың тірі ортаға реакциясын бағалау үшін қолданылады.

Виртуалды шындық-бұл виртуалды ортаны визуализациялау және өзара әрекеттесу үшін қолданылатын технологиялар жиынтығы. VR-ді көрсету үшін қолдануға болатын параметрлердің әртүрлілігі оны білім берудің көптеген салаларына қатысты етеді. Виртуалды шындықтың маңызды сипаттамасы-бұл визуализацияланған кеңістікпен мультисенсорлық өзара әрекеттесуді қамтамасыз етеді. Мультисенсорлық интерактивтіліктің үйлесімі виртуалды шындықты тиімді оқыту үшін өте қолайлы етеді, өйткені ол белсенді эксперименттік оқытудың артықшылықтарын пайдаланады. Виртуалды шындық өнеркәсіпте кеңінен қолданылады және пайдаланушылар үшін қол жетімді бола бастады.

Толықтырылған шындық пен виртуалды шындық өзара әрекеттесу, навигация және батыру сияқты ортақ мүмкіндіктерге ие. Толықтырылған шындықты виртуалды шындықтың нұсқасы ретінде анықтауға болады, онда пайдаланушы виртуалды объектілерді нақты әлеммен араласқан немесе қабаттасқан түрде көре алады. Виртуалды шындықтан айырмашылығы, толықтырылған шындық нақты ортаны алмастырмайды; керісінше, ол нақты ортаны Фон ретінде пайдаланады.

Университет студенттерінің негізгі мотивацияларының бірі-олардың кәсіби өміріне жақсы дайындық, сондықтан олар оқу кезінде практикалық қосымшаларды қамтитын көбірек курстар күтеді. Көрнекі коммуникация дағдылары кәсіби қызметке қажетті құзыреттіліктермен байланысты. Сәулетшілер бағдарламалау мен жобалау процесінің әр кезеңінде негізгі формальды элементтерді беру үшін дәстүрлі графика және цифрлық технологиялар құралдары сияқты тиісті визуалды құралдарды таңдай білуі керек. Қалалық дизайн жобаларын оқытуда виртуалды ойындарды қолдану кеңістікті қабылдау мен қалалық құзыреттілікті жақсартатынын растау иммерсивті визуалды технологиялар болып табылады. Иммерсивтілік (иммерсивті - "қатысудың, ортаға кіру әсерін жасау") әдетте белгілі, жасанды түрде қалыптасқан жағдайларға ортасына ену ретінде анықталады. Оған Ар кеңейтілген шындық, VR виртуалды шындық, mg аралас шындық және AI жасанды интеллект кіреді.

Иммерсивті технологиялар негізінде бастамаларды екі бағытта да алға жылжытуға көмектесетін және маңызды элементтерді анықтауға көмектесетін төрт негізгі тапсырманы анықтауға болады: қалалық трансформациялар және дизайн процестері [4]:

- Оқу процесіне иммерсивті акт пен геймификацияны енгізуді бағалау (әсіресе қалалық жобада).

- Геймификация платформасының мотивациясы мен ыңғайлылығын пайдаланушылардың бағалауын алыңыз.

- Пайдаланушы профильдері мен сауалнама нәтижелері арасындағы байланысты зерттеп, орнатыңыз.

- Қанағаттану, мотивация және пайдаланушы тәжірибесі арасындағы байланысты анықтау.

- Нәтижелердің арқасында қалалық орта дизайнында VR қолдану кеңістікті қабылдау мен урбанистік құзыреттілікті жақсартатыны расталады және дизайн процесіне және оны ұсынуға көмектесу үшін білім беру әдісі ретінде пайдаланылуы мүмкін. Осы зерттеудің арқасында оқыту әдістемесін білім алушының бейініне сәйкес әдіснамалар мен кәсіби салада қолданылатынға сәйкес келетін тиісті әдіснамалар арқылы сәтті жүзеге асыруға болатындығы көрсетілді.

Қала құрылысы курстарында оқу процесінде виртуалды шындықты пайдалану қала

дизайнының құзыреттілігін алуға көмектесетіні көрсетілді. Бұл жүйенің практикалық мүмкіндіктерін ғана емес, сонымен қатар студенттің академиялық жетілу әлеуетін де анықтады. Алайда, болашақта бағаланған ерекшелік-қатысушылар оны болашақта қайтадан қолданатындығы туралы мәлімдемені төмен бағалады. Бүгінгі білім алушылар коммуникация және идеяларды жеткізу үшін технологияларды қолданумен таныс пайдаланушылар болғанымен, білім беру жүйесіне АКТ енгізу әлеуеті мен оларды жұмыс ортасына нақты енгізу арасында әлі де алшақтық бар. Білім беру секторы мен кәсіптік сектор арасындағы алшақтықты жою үшін білім беру мекемелерінде осы құралдарды енгізу және түсіндіру тәсілдерін өзгерту қажет.

Академиялық тұрғыдан алғанда, акт қалалық немесе архитектуралық жобалардың визуалды әсерін зерттеу үшін кеңістіктік құзыреттіліктерді игеруді жақсартады. Атап айтқанда, сәулет және қала құрылысы курстары құрылысты бастамас бұрын жобаның жарамдылығын бағалауды талап етеді, бұл оқытушыларды студенттердің дизайнды қалай ұсынатынын қайта қарастыруға және осы бағалауды жүргізуді үйренуге итермелейді. Осылайша, білім алушылардың әртүрлі бейнелеу технологияларымен жұмыс істеу дағдыларын дамыту және өз ұсыныстарын жақсырақ жеткізу және олар жобалайтын кеңістіктер туралы аналитикалық ойлауды дамыту үшін соңғы технологияларды жобалау процесіне біріктіруі маңызды [5].

Архитектуралық білім берудің бүкіл тарихында үш өлшемді кеңістіктерді түсіну және визуализациялау әдетте үш өлшемді модельдер мен виртуалды визуализациялардан гөрі сызбалар мен физикалық модельдер арқылы жүзеге асырылды [6]. Бұл жаңа әдістерді қолдану ұрпақтардың өзгеруіне, технологияның үздіксіз дамуы мен жетілдірілуіне байланысты пайда болады [7]. Жаңа технологиялар бұл процестерді жүзеге асыру тәсілін өзгертеді.

Мысал үшін, сол жақтағы 1-суретте виртуалды шындық технологияларын қолдана отырып, кеңістік жобасы бейнеленген, оң жақта архитектуралық жобаның жүзеге асырылуы көрсетілген.



**Сурет-1.** а) виртуалды шындық технологиялары арқылы кеңістік жобасы;  
б) сәулет жобасын іс жүзінде іске асыру.

Біздің айналамыздағы әлем қазіргі уақытта Цифрлық сипатқа ие болуда, әсіресе технологияны жақсы білетін және мобильді құрылғылар мен бұлтты есептеу қызметтерімен таныс жаңа ұрпақтар үшін және бұл жаңа перспектива мен парадигманы урбанистік білім мен кәсіби тәжірибенің нақты контекстіне біріктіру маңызды. Білім беруде аралас шындық MR-бұл білім алушылардың ақпаратпен өзара әрекеттесу тәсілін өзгертетін жаңа тәсіл. MR технологиялары, атап айтқанда виртуалды шындық (VR) және кеңейтілген шындық (AR), сәулет және қала құрылысы зерттеулері мен тәжірибелерінде жобалау процесін қолдау, қолданыстағы салынған ортада орнатылған дизайн баламаларын визуализациялау және адамдардың тірі ортаға реакциясын бағалау үшін қолданылады. Виртуалды шындық (VR)

— бұл виртуалды ортаны визуализациялау және өзара әрекеттесу үшін қолданылатын технологиялар жиынтығы. VR-ді көрсету үшін қолдануға болатын параметрлердің әртүрлілігі оны білім берудің көптеген салаларына қатысты етеді. Виртуалды шындықтың маңызды сипаттамасы-бұл визуализацияланған кеңістікпен мультисенсорлық өзара әрекеттесуді қамтамасыз етеді. Мультисенсорлық интерактивтіліктің үйлесімі виртуалды шындықты тиімді оқыту үшін өте қолайлы етеді, өйткені ол белсенді эксперименттік оқытудың артықшылықтарын пайдаланады.

### **Қорытынды**

Виртуалды шындықта білім алушылар химиялық эксперименттер жүргізе алады, көрнекті тарихи оқиғаларды көре алады және күрделі мәселелерді неғұрлым қызықты және түсінікті түрде шеше алады. Ағымдағы тенденцияларды бақылай отырып, уақыт өте келе VR жабдықтары қол жетімді болады деп айтуға болады. Технологияны таратудың негізгі факторларының бірі қол жетімді VR мазмұнын арттыру болады. Тек мектептер үшін ғана емес, сонымен қатар университеттер мен басқа да мекемелер үшін. Сонымен қатар, виртуалды шындықты кез – келген жаста қолдануға болады-бастауыш сынып оқушылары үшін де, жаңа мамандықты игеруге немесе бар дағдыларды жетілдіруге шешім қабылдаған адамдар үшін де. Білім алушы кез-келген ыңғайлы уақытта және кез-келген жерде аудиторияда немесе кәсіпорында өткендей оқуға толықтай енуге мүмкіндік алады. Жаңа технологиялық шындықты ескере отырып, білім беру мазмұнындағы қажетті өзгерістерді қазір қарастыру қажет [8]. Заманауи әзірлемелермен қамтамасыз етілген кең мүмкіндіктерді дұрыс пайдалану керек. Атап айтқанда, материалда интерактивті компоненттердің көп саны болуы керек [9], материалды әдеттегіден гөрі бөлшек үзінділерге бөлуге мүмкіндік береді. Ақпаратты алу және игеру процесін жеделдету аясында оқу процесін басқару онлайн өзара әрекеттесу көрсеткіштеріне де жақындауы керек. Егер классикалық білім беру мекемелері сәйкес келмесе, олардың орнын жаңалары алады.

### **Әдебиеттер тізімі:**

- [1] Джон Уайли Оқыту қалай жұмыс істейді. Нью-Йорк, АҚШ, 2010.
- [2] Nilson L.B. Teaching at Its Best. Нью-Йорк, АҚШ, 2010.
- [3] Davis B.G. Tools for Teaching Jossey-Bass Publishers. Сан-Франциско, АҚШ, 2009.
- [4] Брэнсфорд ДжД, Браун А.L. Cocking. Вашингтон, АҚШ, 1999. 374.
- [5] Спенс Л.Д. Оқытуға қарсы іс. 2001. 33. 10–19.
- [6] Фельдман К. А. Үлгілі мұғалімдер мен оқытуды анықтау: Оқушылардың бағалауынан алынған дәлелдер. Springer: Дордрехт, Нидерланды, 2007. 368–395.
- [7] Hake R.R. Интерактивті қатысу дәстүрлі әдістерге қарсы: физиканың кіріспе курстарына арналған механика тесті деректеріне алты мың студенттің сауалнамасы. 1998. 66. 64–74.
- [8] Джонс-Уилсон, МТ Курстың мазмұны: Органикалық химия сабағында дәстүрлі дәріс пен белсенді оқытуды үйлестіру. 2005. 35. 42.
- [9] МакКичи, Хофер W.J. Маккичидің оқыту бойынша кеңестері: колледж және университет мұғалімдеріне арналған стратегиялар, зерттеулер және теориялар. Бостон, АҚШ, 2002.

### **References**

- [1] Djon Wayli Oqıtw qalay jumıs isteydi. Nyu-York, USA, 2010.
- [2] Nilson L.B. Teaching at Its Best. Nyu-York, USA, 2010.
- [3] Davis B.G. Tools for Teaching Jossey-Bass Publishers. San-Francisko, USA, 2009.
- [4] Brénsford DjD, Brawn A.L. Cocking. Vaşington, AQŞ, 1999. 374.
- [5] Spens L.D. Oqıtwğa qarısı is. 2001. 33. 10–19.

- [6] Feldman K. A. Ülgili muğalimder men oqıtwdı anıqtaw: Oqwşılardıñ bağalawınan alınğan дәlelder. Springer: Dordrext, Niderlandı, 2007. 368–395.
- [7] Hake R.R. İnteraktivti qatısw дәstürli әdisterge qarsı: fizikaniñ kirispe kwrstarına arnalğan mexanika testi derekterine altı mñ stwdenttiñ sawalnaması. 1998. 66. 64–74.
- [8] Djons-Wilson, MT Kwrstiñ mazmunı: Organikalıq ximiya sabağında дәstürli дәris pen belsendi oqıtwdı üylestirw. 2005. 35. 42.
- [9] MakKiči, Хоfer W.J. Makkičidiñ oqıtw boynşa keñesteri: kolledj және wniversitet muğalimderine arnalğan strategiyalar, zerttewler және teoriyalar. Boston, USA, 2002.

## ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Оразымбет М. М., Турганбаева А. Р.

Казахский национальный университет им. Аль-Фараби

gruch2610@gmail.com, turalma63@gmail.com

**Аннотация.** В этом издании перечислены причины распространения технологий виртуальной реальности в сфере образования, классифицированы технологии виртуальной реальности и их функциональные возможности, приведены приложения технологий виртуальной реальности, используемые для обучения будущих архитекторов. Эти атрибуты современности до сих пор расширяют понимание технологий в образовании, которое включает дистанционное обучение, Обучение с использованием электронных технологий, мобильных приложений и электронных учебников. Учитывая новые технологические реалии, необходимо учитывать необходимые изменения в содержании образования, управление процессом обучения также должно приближаться к показателям онлайн-взаимодействия.

**Ключевые слова:** виртуальная реальность, дополненная реальность, иммерсивные технологии в образовании, подготовка архитекторов, интерактивные учебные среды.

## VIRTUAL REALITY. THE USE OF NEW TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS IN THE FIELD OF EDUCATION

Orazymbet M. M., Turganbayeva A. R.

Al-Farabi Kazakh National University

gruch2610@gmail.com, turalma63@gmail.com

**Abstract.** This publication lists the reasons for the spread of virtual reality technologies in the field of education, classifies virtual reality technologies and their functionality, and provides applications of virtual reality technologies used to train future architects. These attributes of modernity are still expanding the understanding of technology in education, which includes distance learning, learning using electronic technologies, mobile applications and electronic textbooks. Given the new technological realities, it is necessary to take into account the necessary changes in the content of education, the management of the learning process should also approach the indicators of online interaction.

**Keywords:** virtual reality, augmented reality, immersive technologies in education, training of architects, interactive learning environments.

Авторлар жайында мәлімет:

Қаз: Оразымбет Мүслим – Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университетінің студенті,  
gruch2610@gmail.com

Рус: Оразымбет Муслим – студент Казахского национального университета имени Аль-Фараби, gruch2610@gmail.com

Англ: Orazymbet Muslim - student of Al-Farabi Kazakh National University,  
gruch2610@gmail.com.

Қаз: Тұрғанбаева Алма Рымбекқызы – Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университетінің аға оқушысы, физика-математика ғылымдарының кандидаты,  
turalma63@gmail.com

Рус: Турганбаева Алма Рымбековна – старший преподаватель Казахского национального



Виртуалды шындық. білім беру саласындағы жаңа технологиялық әзірлемелерді пайдалану  
Оразымбет М.М, Турганбаева А.Р.

*университета имени Аль-Фараби, кандидат педагогических наук, turalma63@gmail.com*

*Англ: Turganbayeva Alma Rymbekovna – Senior lecturer of Al-Farabi Kazakh National University,  
Candidate of Pedagogical Sciences, turalma63@gmail.com.*

УДК 004.056.5  
ГРНТИ 81.93.29

## АНАЛИЗ РЕШЕНИЙ MFA С ОТКРЫТЫМ ИСХОДНЫМ КОДОМ

Ж.М. Алимжанова<sup>1</sup>, Н.Ж. Тойбек<sup>2</sup>, А.К. Али<sup>3</sup>, Н.М. Ниязбек<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

e-mail: [nurtas.toibek@gmail.com](mailto:nurtas.toibek@gmail.com)

<sup>2</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-2180-0317>

<sup>3</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-2165-0960>

<sup>4</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-6105-6229>

**Аннотация.** Эта статья посвящен 5 лучшим решениям MFA с открытым исходным кодом. Технологии быстро меняются, поэтому нам потребуется адаптировать решения MFA с открытым исходным кодом. Многофакторная аутентификация (MFA) — это метод и технология, которые будут использоваться для проверки личности пользователя. Чтобы пользователи могли войти в систему или совершить транзакцию, требуется как минимум два или более типов категорий учетных данных. Успешная комбинация как минимум двух независимых учетных данных является обязательным требованием метода MFA. Обычно он сочетает в себе одну из трех следующих категорий учетных данных:

1. Что знает пользователь: пароль или кодовую фразу
2. Что у человека есть: жетон безопасности, брелок или SIM-карта
3. Что представляет собой пользователь: биометрические данные, такие как отпечатки пальцев, сетчатка или радужная оболочка глаза, голос или распознавание лиц.

MFA требует, чтобы пользователь предоставил два или более фактора проверки, чтобы получить доступ к ресурсу, например к приложению или учетной записи в Интернете. MFA требуется один или несколько дополнительных критериев проверки в дополнение к логину и паролю, что снижает вероятность успешной кибератаки. Общедоступный код считается «открытым исходным кодом». Кроме того, инструменты и решения с открытым исходным кодом более безопасны, поскольку код может быть проверен и проверен кем угодно.

**Ключевые слова:** MFA, 2FA, LDAP, AAA, RADIUS, система аутентификации авторизации и учета событий, многофакторная аутентификация, решение с открытым исходным кодом.

### Введение

Эта статья посвящен 5 лучшим решениям MFA с открытым исходным кодом:

1. Gluu Casa



Рисунок 1 - Значок Gluu Casa

Gluu Casa — это многофакторная аутентификация с открытым исходным кодом и самообслуживанием для повышения вашей цифровой личности. Это революционно. Casa предоставляет единую точку управления для конечных пользователей, которая позволяет им просматривать, регистрировать и удалять учетные данные MFA. Он также поставляется с аппаратными токенами, программными токенами, коммерческими услугами (такими как Duo), входом в социальные сети, биометрическими данными и мобильными устройствами. Он также является расширяемым. Когда появятся какие-либо новые технологии аутентификации, вы можете загрузить плагины, чтобы использовать их в своей организации с помощью Casa.[1]

Gluu Casa обеспечивает современную многофакторную аутентификацию, такую как адаптивная аутентификация, аутентификация на основе местоположения, а также доверенный браузер.

#### Преимущества Gluu Casa:

1. Развертывание облачных технологий
2. Casa — правильный выбор для вас, если вы любите Kubernetes или такие сервисы, как Amazon EKS, Google GKS или SUSE Rancher. Casa поддерживает облачные развертывания с использованием стандартных инструментов, таких как Helm. Он также поддерживает несколько серверных баз данных, включая LDAP, Couchbase, RDBMS, Amazon Aurora и Google Spanner.
3. Применять строгую аутентификацию
4. Только нужный человек на правильном устройстве может иметь доступ к приложениям. Заперев входную дверь, вы можете повысить уровень безопасности своего бизнеса. Casa предлагает OpenID Connect API в качестве интерфейса, а также стандартный JWT «id\_token». Его также можно использовать для обеспечения соблюдения политики.
5. Больше никаких сбросов пароля
6. Даже не обращаясь в службу поддержки и не нарушая безопасность учетных данных, пользователи могут беспрепятственно регистрировать, управлять и удалять учетные данные без пароля на всех своих устройствах. MFA организации так же надежна, как и самый слабый рабочий процесс восстановления учетной записи!

#### 2. Ory



Рисунок 2 - Значок Ory

Ory — крупнейшее сообщество решений MFA с открытым исходным кодом в мире безопасности облачных программных приложений. Он будет управлять пользователями и аутентифицировать их, устанавливать и проверять разрешения, защищать ваши API, приложения, данные и многое другое. Он имеет экосистему сервисов с четкими границами, которые решают вопросы аутентификации и авторизации.

#### Преимущества Ory:

1. Надежная защита
2. Ory предлагает надежную защиту от попыток взлома, таких как кейлоггеры и атаки грубой силы. Если злоумышленнику удастся скомпрометировать учетные данные, этой информации будет недостаточно, чтобы получить доступ к учетной записи.
3. Удобное управление пользователями
4. Он обеспечивает беспрепятственное управление пользователями, предоставляя идентификаторы, сохраняя информацию о пользователе, настраивая методы аутентификации и используя безголовый API.
5. Полностью гибкий
6. Он достаточно гибок с точки зрения аутентификации, авторизации, контроля доступа и делегирования, чтобы соответствовать изменяющимся потребностям вашего бизнеса.[2]

#### 3. ForgeRock



Рисунок 3 - Значок ForgeRock

ForgeRock — это поставщик решений для идентификации с открытым исходным кодом, который предлагает возможности MFA. Это платформа цифровой идентификации, разработанная для любой облачной среды, которая предоставляет пользователям свободу самостоятельно выполнять действия, связанные с идентификацией и доступом. Это

решение улучшает взаимодействие с пользователем и повышает производительность, обеспечивая при этом результаты без ущерба для угроз кибербезопасности. Это решение может снизить затраты организации, предоставляя соответствующий уровень доступа ко всем системам и пользователям в нужное время, позволяя пользователям контролировать свой профиль, пароль и настройки конфиденциальности.

Преимущества ForgeRock:

1. Реализация широкого спектра мер аутентификации
2. Различные меры аутентификации, такие как безопасная многофакторная аутентификация (MFA) или методы двухфакторной аутентификации (2FA), реализуются ForgeRock Access Management.

3. Решения варьируются от простых и беспарольных вариантов до входа через социальные сети, до самых безопасных биометрических данных и требований уровня гарантии NIST 800-63.

4. Одна платформа, любое облако

5. ForgeRock предлагает различные гибкие варианты, такие как локальное, облачное или гибридное развертывание. Он также предоставляет различные инструменты DevOps, чтобы разработчики не тратили усилия на создание собственных инструментов для перемещения конфигураций между средами.[3]

6. API Security для защиты от вредоносной активности

7. Киберпреступники также нацелены на незащищенные API. Его Identity Gateway используется для мониторинга трафика API, ограничения объема трафика и обнаружения аномалий, чтобы поддерживать работоспособность сервисов и защищать от взломов и распределенных атак типа «отказ в обслуживании» (DDoS).

4. PrivacyIDEA



**Рисунок 4 - Значок PrivacyIDEA**

PrivacyIDEA — это решение с открытым исходным кодом, предоставляющее широкий спектр различных технологий аутентификации, включая MFA. Он поставляется с мощной и гибкой структурой политик, которая позволяет вам адаптировать PrivacyIDEA к вашим потребностям. Уникальные модули обработчиков событий позволяют встроить PrivacyIDEA в существующие рабочие процессы или создать новые рабочие процессы, которые лучше всего подходят для вашего сценария. Он также хорошо сочетается с другими и интегрируется с решениями для идентификации и аутентификации, такими как FreeRADIUS, simpleSAML, Keycloak или Shibboleth. Эта гибкость может быть причиной того, что такие организации, как World Wide Web Consortium и такие компании, как Axiad, используют PrivacyIDEA.[4]

Преимущества PrivacyIDEA:

1. Облачная защита

2. PrivacyIDEA предлагает различные гибкие варианты, такие как локальное, облачное или гибридное развертывание. Он защищает данные организации, предотвращая доступ неправильных пользователей. Только нужный человек к правильному устройству может предоставить доступ.

3. Ускорьте окупаемость времени

4. PrivacyIDEA поддерживает несколько географических регионов по всему миру. Увеличьте скорость и упростите реакцию вашей организации на глобальные потребности в услугах с помощью автоматизированного развертывания. Это уменьшит сложности, связанные с соблюдением географических требований. Чтобы достичь производительности и операционных целей для разработки, тестирования или производства, вы можете

настраивать и масштабировать развертывания по мере необходимости. Он даже имеет региональные параметры конфигурации, которые помогут вам соблюдать географические или нормативные ограничения.

5. Простота использования и эксплуатации[5]

6. PrivacyIDEA осознает, что первоначальные затраты на закупку являются лишь частью общих затрат при внедрении решения. Таким образом, они разработали архитектуру развертывания для масштабируемости и простоты обслуживания. Обновления не должны останавливать вас на достигнутом и требовать операционных бюджетов, значительно превышающих ваши первоначальные инвестиции. Вопросов возникнуть не должно, технические специалисты всегда доступны и гарантируют своевременный ответ.

## 5. Authentik



**Рисунок 5 - Значок Authentik**

Authentik — это поставщик решений для идентификации с открытым исходным кодом, который предлагает возможности MFA. Особое внимание уделяется гибкости и универсальности. Даже в существующей среде вы можете использовать authentik для добавления поддержки новых протоколов, реализации регистрации/восстановления и т.д. в вашем приложении, чтобы избежать проблемы с ним и многое другое.

У него есть несколько полезных функций, таких как прокси-сервер, который вы можете использовать в кластере для добавления аутентификации к службам, или такие вещи, как панели мониторинга без пароля (Longhorn и т. д.).[6]

Преимущества Authentik:

1. Подходит для меняющихся потребностей бизнеса
2. Authentik обладает высокой гибкостью, что означает, что вы можете легко адаптироваться к изменяющимся потребностям вашего бизнеса. Его можно настроить для всех пользователей, включая сотрудников, клиентов и партнеров. Это устраняет необходимость в нескольких паролях, упрощает процесс входа в систему и улучшает взаимодействие с пользователем.
3. Повышает безопасность - Многофакторная аутентификация Authentik с открытым исходным кодом является наиболее эффективным средством обеспечения безопасности для защиты локальных и общедоступных облачных данных.
4. Легко использовать - Authentik упростила процесс аутентификации, предоставив простой контроль доступа.[7]

### **Результаты исследования**

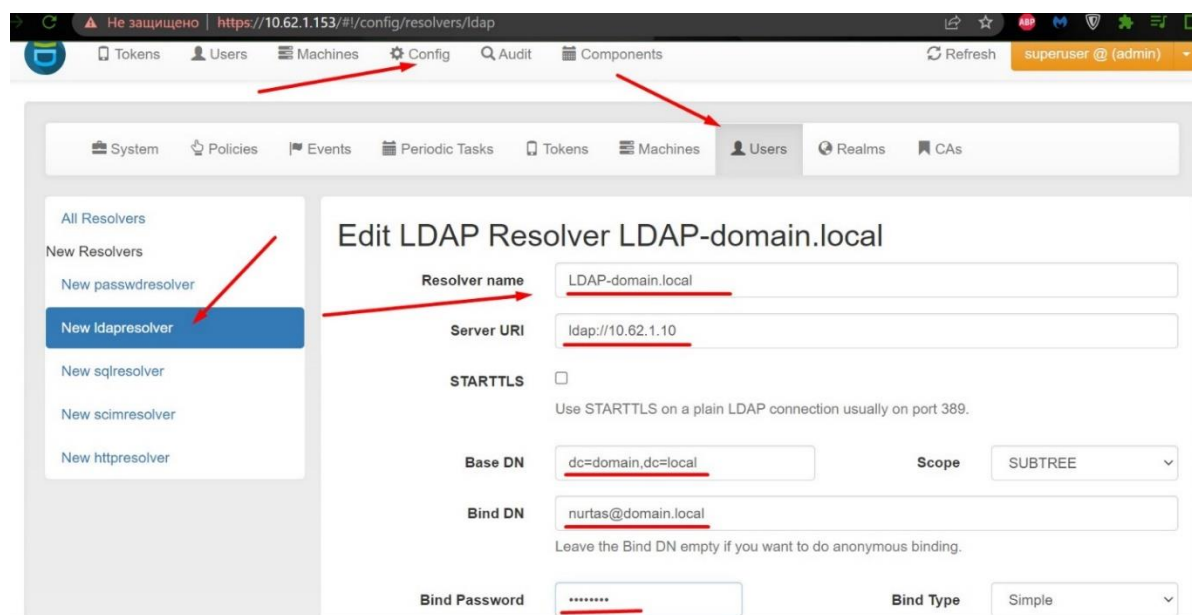
После краткого обзора, давайте углубимся в архитектуру одной из них, точнее детальнее про PrivacyIDEA

PrivacyIDEA — это система, которая используется для управления устройствами для двухфакторной аутентификации. Используя PrivacyIDEA, вы можете улучшить свои существующие приложения, такие как локальный вход, VPN, удаленный доступ, SSH-соединения, доступ к веб-сайтам или веб-порталам, с помощью второго фактора во время аутентификации. Таким образом, повышается безопасность ваших существующих приложений. Вначале были токены OTP, но добавлены другие средства аутентификации, такие как SSH-ключи. Появляются другие концепции, такие как обработка машин или регистрация сертификатов. PrivacyIDEA - это веб-приложение, написанное на Python на основе flask micro framework. Вы можете использовать любой веб-сервер с интерфейсом wsgi для запуска PrivacyIDEA. Например, это может быть Apache, Nginx или даже werkzeug. Устройство или элемент, используемые для аутентификации, по-прежнему называются

“токеном”. Вся информация о токенах хранится в базе данных SQL, при этом вы можете выбрать, какую базу данных вы хотите использовать. PrivacyIDEA использует SQLAlchemy для сопоставления базы данных с внутренними объектами. Таким образом, вы можете выбрать запуск PrivacyIDEA с SQLite, MySQL, PostgreSQL, Oracle, DB2 или другой базой данных. [8]

PrivacyIDEA предоставляет чистый REST API. Администраторы могут использовать веб-интерфейс или клиент командной строки для управления устройствами аутентификации. Пользователи могут войти в веб-интерфейс, чтобы управлять своими собственными токенами. Аутентификация выполняется через API или определенные плагины для FreeRADIUS, SimpleSAMLphp, Wordpress, Contao, Dokuwiki. . . либо предоставлять протоколы по умолчанию, такие как RADIUS или SAML, либо напрямую интегрироваться в приложения. Благодаря такой гибкости существует также множество различных способов установки и настройки PrivacyIDEA.

Как уже говорилось PrivacyIDEA можно интегрировать с Доменом Каталогов, с помощью протокола LDAP, чтобы он мог добавлять пользователей прямо с AD(Active Directory). В рисунке 6 показан пример добавление LDAP Resolver. Здесь использован протокол LDAP, но можно и использовать защищенную версию LDAPS. Тогда нужно импортировать сертификаты. Здесь нужен учетная запись пользователя с привилегией чтение доменных пользователей. Внизу можно бывать целый домен или же фильтровать их по группе.[9]



**Рисунок 6 -** Добавление удаленных пользователей

На рисунке 7, показаны все доступные методы аутентификации, и здесь обычно в продакшне используют методы TOTP и HOTP. Больше всего используется метод TOTP, который на основе времени выдает OTP(One Time Password). И меняется по умолчанию каждые 60 секунд. Сейчас этот метод считается относительно безопасным.



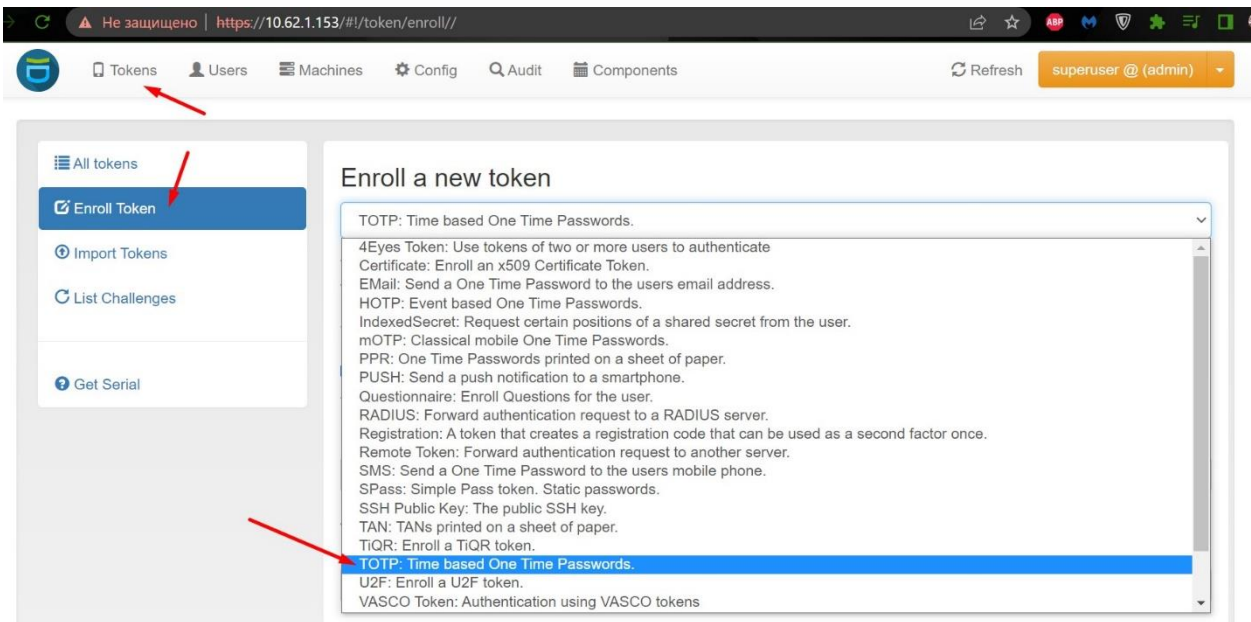


Рисунок 7 - Доступные методы в PrivacyIDEA

В PrivacyIDEA есть модуль FreeRADIUS, и с помощью него он может интегрироваться разными сетевыми устройствами и NAD(Network Access Device). На рисунке 8 показано добавление RADIUS клиента в FreeRADIUS. Только после добавление PrivacyIDEA будет работать с ним, это как добавление в доверенные устройства.

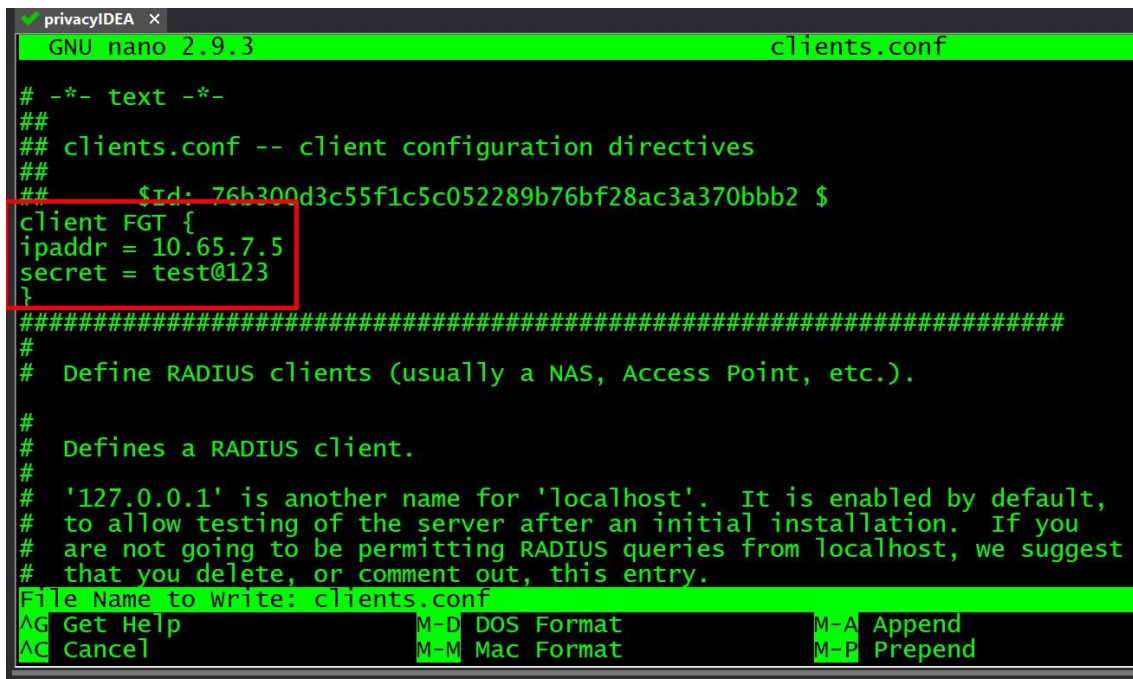


Рисунок 8 - Добавление RADIUS клиента

Как пример RADIUS клиента, мы взяли межсетевой экран нового поколения(NGFW) FortiGate, и рисунке 9, показан добавление RADIUS сервера FreeRADIUS в FortiGate. FortiGate может дальнейшим использовать этот RADIUS сервер в настройках Remote Access VPN или же в политиках и т.д.

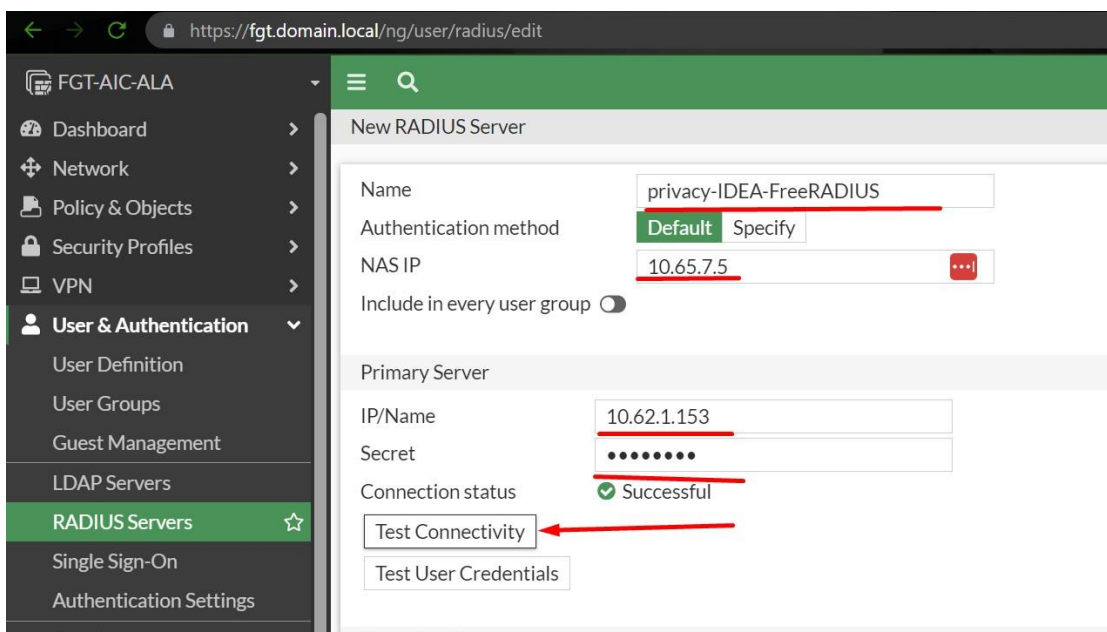


Рисунок 9 - Добавление RADIUS сервера

После добавление RADIUS сервера, можно используя разные встроенные утилиты, проверить связь между RADIUS сервером и клиентом. В рисунке 10, видно что статус связи установлен, а в нижнем поле показывает неправильные учетные данные. Он так показывает потому что, после первой аутентификации логин и пароль, наш RADIUS сервер спрашивает для этого пользователя второй фактор, потому что для этого пользователя уже настроен многофакторная аутентификация.

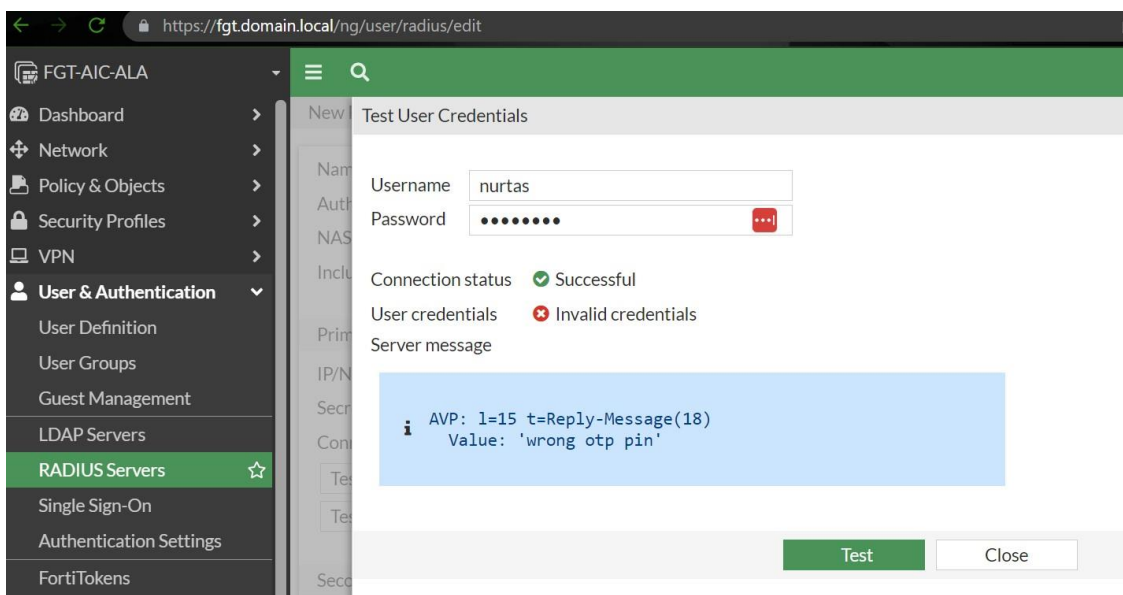


Рисунок 10 - Проверка связи с AAA сервер

Поэтому ответ неправильный OTP нормально, потому что, это графическая утилита позволяет только отправить первый фактор логин и пароль.

## Подведение итогов

Все упомянутые выше решения MFA с открытым исходным кодом являются наиболее популярными решениями MFA, доступными на рынке, и широко используются, а также популярны.

## Список литературы



- [1] Ussatova O., Nyssanbayeva S., Wojcik W. Development of an authentication model based on the second factor in an automated control system. Вестник КБТУ. Алматы, 2019. 16. 115-118.
- [2] Nyssanbayeva S., Wojcik W., Ussatova O. Algorithm for generating temporary password based on the two factor authentication model. Przegląd Elektrotechniczny. Polan, 2019. 5. 101-106.
- [3] VPN vulnerability and Risk Report, 2021. Holger Schulze.
- [4] Ussatova O., Nyssanbayeva S., Wojcik W. Software implementation of two-factor authentication to ensure security when accessing an information system. Вестник КазНУ им. аль-Фараби. Алматы, 2019. 87-95.
- [5] Ussatova O., Nyssanbayeva S. Generators of one-time two-factor authentication passwords. Informatyka, Automatyka, Pomiarы w Gospodarcei Ochronie Środowiska. Poland, 2019. 2. 60-64.
- [6] Усатова О.А., Нысанбаева С. Е. Обеспечение защиты информационной системы с помощью двухфакторной аутентификации. Сборник науч.конф. «Современные проблемы информатики и вычислительных технологий». Алматы, 2019. 337-343.
- [7] Siadati, H. Mind your SMSes: Mitigating social engineering in second factor authentication [Text] / H. Siadati, T. Nguyen, P. Gupta, M. Jakobsson, N. Memon. Computers & Security. 2017. 65. 14–28. DOI: 10.1016/j.cose.2016.09.009
- [8] Harini, N. 2CAuth: A New Two Factor Authentication Scheme Using QR-Code [Text] / N. Harini, T. R. Padmanabhan. International Journal of Engineering and Technology. 2013. 5(2). 1087–1094.
- [9] D’Mello, D. P. An Alternative Approach in Generation and Possession of Backup Codes in MultiFactor Authentication Scheme [Text] / D. P. D’Mello // BIJIT - BVICAM’s International Journal of Information Technology. 2015. 7(2). 883–885.

## References

- [1] Ussatova O., Nyssanbayeva S., Wojcik W. Development of an authentication model based on the second factor in an automated control system. Vestnik KBTU. Almaty, 2019. 16. 115-118.
- [2] Nyssanbayeva S., Wojcik W., Ussatova O. Algorithm for generating temporary password based on the two factor authentication model. Przegląd Elektrotechniczny. Polan, 2019. 5. 101-106.
- [3] VPN vulnerability and Risk Report, 2021. Holger Schulze.
- [4] Ussatova O., Nyssanbayeva S., Wojcik W. Software implementation of two-factor authentication to ensure security when accessing an information system. Vestnik KazNU im. al'-Farabi. Almaty, 2019. 87-95.
- [5] Ussatova O., Nyssanbayeva S. Generators of one-time two-factor authentication passwords. Informatyka, Automatyka, Pomiarы w Gospodarcei Ochronie Środowiska. Poland, 2019. 2. 60-64.
- [6] Usatova O.A., Nysanbayeva C. E. Obespecheniye zashchity informatsionnoy sistemy s pomoshch'yu dvukhfaktornoy autentifikatsii. Sbornik nauch.konf. «Sovremennyye problemy informatiki i vychislitel'nykh tekhnologiy». Almaty, 2019. 337-343.
- [7] Siadati, H. Mind your SMSes: Mitigating social engineering in second factor authentication [Text] / H. Siadati, T. Nguyen, P. Gupta, M. Jakobsson, N. Memon. Computers & Security. 2017. 65. 14–28. DOI: 10.1016/j.cose.2016.09.009
- [8] Harini, N. 2CAuth: A New Two Factor Authentication Scheme Using QR-Code [Text] / N. Harini, T. R. Padmanabhan. International Journal of Engineering and Technology. 2013. 5(2). 1087–1094.
- [9] D’Mello, D. P. An Alternative Approach in Generation and Possession of Backup Codes in MultiFactor Authentication Scheme [Text] / D. P. D’Mello // BIJIT - BVICAM’s International Journal of Information Technology. 2015. 7(2). 883–885.

## КОДТЫҢ ТҮПНҮСҚАСЫ АШЫҚ ТҮРДЕГІ MFA ШЕШІМДЕРІНЕ АНАЛИЗ ЖАСАУ

Ж.М. Алимжанова<sup>1</sup>, Н.Ж. Тойбек<sup>2</sup>, А.К. Али<sup>3</sup>,  
Н.М. Ниязбек<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан  
e-mail: [nurtas.toibek@gmail.com](mailto:nurtas.toibek@gmail.com)

<sup>2</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-2180-0317>

<sup>3</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-2165-0960>

<sup>4</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-6105-6229>

**Андатпа.** Бұл мақала ең жақсы 5 ашық бастапқы MFA шешімдеріне арналған. Технология тез өзгеруде, сондықтан бізге ашық бастапқы MFA шешімдерін бейімдеу қажет болады. Көп факторлы аутентификация (MFA) — бұл пайдаланушының жеке басын тексеру үшін қолданылатын Әдіс пен технология. Пайдаланушыларға кіру немесе транзакция жасау үшін тіркелгі деректері санаттарының кем дегенде екі немесе одан да көп түрі қажет. Кем дегенде екі тәуелсіз тіркелгі деректерінің сәтті үйлесімі MFA әдісінің міндетті талабы болып табылады. Ол Әдетте тіркелгі деректерінің келесі үш санатының бірін біріктіреді:

1. Пайдаланушы не біледі: құпия сөз немесе Код фразасы
2. Адамда не бар: қауіпсіздік белгісі, салпыншақ немесе SIM картасы
3. Пайдаланушы нені білдіреді: саусақ іздері, торлы қабық немесе ирис, дауыс немесе бетті тану сияқты биометриялық деректер.

MFA пайдаланушыдан ресурсқа қол жеткізу үшін екі немесе одан да көп тексеру факторларын ұсынуды талап етеді, мысалы, қолданба немесе онлайн тіркелгі. MFA логин мен парольге қосымша бір немесе бірнеше қосымша тексеру критерийлерін қажет етеді, бұл сәтті кибершабуылдың ықтималдығын азайтады. Жалпыға қол жетімді код "ашық бастапқы код" болып саналады. Сонымен қатар, ашық бастапқы құралдар мен шешімдер қауіпсіз, өйткені кодты кез-келген адам тексеріп, тексере алады.

**Кілттік сөздер:** MFA, 2FA, LDAP, AAA, RADIUS, оқиғаларды аутентификациялау және есепке алу жүйесі, көп факторлы аутентификация, ашық бастапқы шешім.

## ANALYSIS OF OPEN SOURCE MFA SOLUTIONS

J.M. Alimjanova<sup>1</sup>, N.J. Toibek<sup>2</sup>, A.K. Ali<sup>3</sup>, N.M. Nuzzbek<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан  
e-mail: [nurtas.toibek@gmail.com](mailto:nurtas.toibek@gmail.com)

<sup>2</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-2180-0317>

<sup>3</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-2165-0960>

<sup>4</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-6105-6229>

**Abstract.** This article is devoted to the top 5 open source MFA solutions. Technology is changing rapidly, so we will need to adapt open source MFA solutions. Multi-factor authentication (MFA) is a method and technology used to verify the identity of a user. Users need at least two or more types of credential categories to log in or make transactions. A successful combination of at least two independent credentials is a mandatory requirement for the MFA method. It usually combines one of the following three categories of credentials:

1. What the user knows: password or code phrase
2. What does a person have: security badge, keychain or SIM card
3. What the user means: biometric data such as fingerprints, retina or iris, voice or face recognition.

MFA requires the user to provide two or more verification factors to access a resource, such as an app or an online account. MFA requires one or more additional verification criteria in addition to the login and password, which reduces the likelihood of a successful cyber attack. Public code is considered "open source". In addition, open source tools and solutions are safe because the code can be tested and verified by anyone.

**Keywords:** MFA, 2FA, LDAP, AAA, RADIUS, event authentication and accounting system, multi-factor authentication, open source solution.

*Авторлар жайында мәлімет:*

*Қаз: Алимжанова Жанна Муратбековна – Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университетінің аға оқушысы, физика-математика ғылымдарының кандидаты*

*Рус: Алимжанова Жанна Муратбековна – старший преподаватель Казахского национального университета имени Аль-Фараби, кандидат физико-математических наук*

*Англ: Alimzhanova Zhanna Muratbekovna - Senior Lecturer of Al-Farabi Kazakh National University, Candidate of Physical and Mathematical Sciences*

*Қаз: Тойбек Нұртас Жәнібекұлы - Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің магистранты, [nurtas.toibek@gmail.com](mailto:nurtas.toibek@gmail.com)*

*Рус: Тойбек Нуртас Жанибекулы – магистрант Казахского национального университета имени аль-Фараби, [nurtas.toibek@gmail.com](mailto:nurtas.toibek@gmail.com)*

*Англ: Toibek Nurtas Zhanibekuly – graduate student of Al-Farabi Kazakh National University, [nurtas.toibek@gmail.com](mailto:nurtas.toibek@gmail.com)*

*Қаз: Әли Алтынай Қуанышқызы - Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің магистранты, [alievaaaltynai28@gmail.com](mailto:alievaaaltynai28@gmail.com)*

*Рус: Али Алтынай Куанышқызы– магистрант Казахского национального университета имени аль-Фараби, [alievaaaltynai28@gmail.com](mailto:alievaaaltynai28@gmail.com)*

*Англ: Ali Altynai Kuanysheva – graduate student of Al-Farabi Kazakh National University, [alievaaaltynai28@gmail.com](mailto:alievaaaltynai28@gmail.com)*

*Қаз: Ниязбек Нұрай Мейірханқызы - Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің магистранты, [nurayniyazbek@gmail.com](mailto:nurayniyazbek@gmail.com)*

*Рус: Ниязбек Нурай Меирханқызы – магистрант Казахского национального университета имени аль-Фараби, [nurayniyazbek@gmail.com](mailto:nurayniyazbek@gmail.com)*

*Англ: Niyazbek Nurai Meirkhanqyzy – graduate student of Al-Farabi Kazakh National University, [nurayniyazbek@gmail.com](mailto:nurayniyazbek@gmail.com)*

## БОЛАШАҚ ИНФОРМАТИКА МҰҒАЛІМДЕРІН КИБЕРҚАУІПСІЗДІК БОЙЫНША КӘСІБИ ҚҰЗЫРЕТТІЛІКТЕРДІ ҚАЛЫПТАСТЫРУҒА ДАЙЫНДАУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛІК НЕГІЗДЕРІ

Мекебаев Н.О.<sup>1</sup>, Назкенова Б.Б.<sup>1</sup>, Чайко Е.В.<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.** Ақпараттық қауіпсіздік қоғамның ғаламдық Интернет желісіне тәуелділігінің артуына байланысты жаһандық проблема болып табылады, ал киберқауіптер экономика мен ұлттық қауіпсіздік үшін ең маңызды сын-қатерлердің бірі. Ақпараттық қауіпсіздік ұлттық басымдыққа айналды. Барлық ұйымдарға, соның ішінде Цифрлық компьютерлік технологиялармен жұмыс істейтін білім беру мекемелеріне киберқауіптердің динамикалық ортасында кибершабуылдармен күресу үшін мінез-құлық, басқару және техникалық білімді қамтитын құзыреттері мен дағдылары бар мамандар қажет. Осыған байланысты білікті мамандарға ғана емес, сонымен қатар мектеп орындығынан киберқауіпсіздік негіздерін үйрете алатын ақпараттық қауіпсіздік құзыреті бар мұғалімдерге де сұраныс артып келеді.

Кибершабуылдарға осал цифрлық технологияларды кеңінен қолдану мен ақпараттық қауіпсіздікті оқыту үшін білім беру процесін пайдаланудың жеткіліксіздігі, сондай-ақ ақпараттық қауіпсіздік бойынша информатика мұғалімдерін даярлауға сұраныстың артуы мен университеттің профессорлық-педагогикалық құрамының тиісті мамандарды даярлауға жеткіліксіз дайындығы арасындағы қайшылықтар ғылыми зерттеудің өзекті мәселесін тұжырымдауға мүмкіндік береді, бұл болашақ информатика мұғалімдерін даярлауды жүйелі түрде қамтамасыз ету және олардың ақпараттық қоғамды дамытудың қазіргі жағдайында ақпараттық қауіпсіздік бойынша кәсіби құзыреттерін қалыптастыру қажеттілігінен тұрады. Зерттеудің жаңалығы болашақ информатика мұғалімдеріне киберқауіпсіздік негіздерін үйрету және білім беруді цифрландыру жағдайында олардың ақпараттық қауіпсіздік құзыреттерін қалыптастыру тәсілін әзірлеуден тұрады.

**Кілттік сөздер:** информатика мұғалімі, ақпараттық қауіпсіздік, киберқауіпсіздік, кәсіби дайындық, құзыреттілік.

### Кіріспе

Цифрлық білім беру жүйелерінде болашақ информатика мұғалімдерін даярлау заманауи технологияларды игеруді қамтиды [3; 4], бірақ мұғалімдерді даярлау бағдарламалары әдетте информатика мұғалімдерінің құзыреттілігін ақпараттық-коммуникациялық технологияларды игеру тұрғысынан қарастырады және ақпараттық қауіпсіздік бойынша мұғалімдерді даярлауға қатысты. Киберқауіпсіздік мүлдем қарастырылмайды, өйткені киберқауіпсіздік пен ақпараттық қауіпсіздік толығымен бірдей және синоним болып табылады [8]. Шетелде Еуропа елдерінде киберқауіпсіздік ақпараттық қауіпсіздіктен [21] бөлек салаға бөлініп, Қазақстанда біртіндеп енгізілуде.

Киберқауіпсіздік жаңа нәрсе емес және жиырма жылға жуық уақыт бойы Үкіметте, өнеркәсіпте және ғылыми ортада маңызды пікірталастардың тақырыбы болды [22]. Дегенмен, киберқауіпсіздікті анықтау мен қолдану саласында әртүрлі авторлар арасындағы келіспеушіліктердің себебі болған кейбір айырмашылықтар бар [7; 10]. Кейбір сарапшылар бұл тақырып қорқыныштың күшеюіне байланысты шамадан тыс және жасанды түрде ісінген деп мәлімдейді, ал «кибер соғыс» сияқты термин ұтымды емес, эмоционалды

Болашақ информатика мұғалімдерін киберқауіпсіздік бойынша кәсіби құзыреттіліктерді қалыптастыруға дайындаудың әдістемелік негіздері

Мекебаев Н.О., Назкенова Б.Б., Чайко Е.В.

реакцияны тудыруға арналған [11].

Электрондық құпиялылыққа қатысты алаңдаушылық шын мәнінде негізді болуы мүмкін, көптеген киберкылмыстар қауіпсіздікті бұзудың тікелей нәтижесі болып табылады [12; 13].

Халықаралық стандарттау ұйымы қазіргі уақытта киберқауіпсіздікті киберкеңістіктегі ақпараттың құпиялылығын, тұтастығын және қол жетімділігін сақтау ретінде анықтайды [26], киберкеңістікті технологиялық құрылғылар мен оған қосылған желілер арқылы адамдардың, бағдарламалық жасақтаманың және қызметтердің өзара әрекеттесуінен туындайтын күрделі орта ретінде байланыстыра отырып, ешқандай физикалық тұрғыдан жоқ нысаны [15].

## Материалдар мен әдістер

Зерттеу барысында шетелдік дереккөздерге талдау жүргізілді, олардан Еуропа мен Азия елдерінде киберқауіпсіздік саласында оқыту және кәсіптік даярлау бойынша белсенді жұмыс жүргізіліп жатыр деген қорытынды жасауға болады; зерттеудің теориялық-әдіснамалық негіздері айқындалды және киберқауіпсіздік бойынша информатика мұғалімдерін даярлаудың ерекшелігі ашылды.

## Әдебиетке шолу

Информатика мұғалімдерінің кәсіби құзыреттілігін қалыптастыру көптеген авторлардың ғылыми еңбектерінде қарастырылады. Сонымен, А.И. Блинкин ХХІ ғасырдағы информатика мұғалімінің кәсіби құзыреттілігін қарастырады және мұғалімдердің үздіксіз өзін-өзі тәрбиелеу және олардың заманауи ақпараттық технологиялар саласындағы құзыреттілігін арттыру қажеттілігі туралы қорытынды жасайды [2].

Цифрлық білім беру жағдайында болашақ информатика мұғалімдерін даярлауды Е.В. Баранова мен И.В. Смирнова қарастырды, олар информатика мұғалімінің кәсіби құзыреттілігін қалыптастыруды қамтамасыз ететін педагогикалық білім бакалаврларын даярлау моделін ұсынды. Өз зерттеулерінде авторлар дайындықтың құрылымы мен мазмұны қоғамның жеке үміттері мен білім беру талаптарына және еңбек нарығының қажеттіліктеріне сәйкес келуі керек деген қорытынды жасайды [1].

Информатика мұғалімдерінің кәсіби құзыреттілігін қалыптастыруда пәнаралық әдістемелік жүйені қолдануды П.В. Никитин ұсынады. Педагогикалық жоғары оқу орындарында оқу барысында кәсіби құзыреттілікті қалыптастыру проблемаларын сипаттай отырып, болашақ информатика мұғалімдерінің кәсіби дайындығын жетілдіру қажеттілігін көрсетеді [14].

Қашықтықтан оқыту форматында ақпараттық қауіпсіздік мәдениетін қалыптастыруға А.В. Наумова мен Е.Г. Топоркованың ғылыми зерттеулері бағытталды. Авторлар қашықтықтан білім беруді, сондай-ақ оқытудың тиімділігіне әсер ететін мұғалімнің қажетті дағдылары мен құзыреттерін қарастырды [5].

Ақпараттық қауіпсіздікті және ақпаратты қорғауды қамтамасыз ету, әлемдік ақпараттық қоғамдастықта жеке тұлғаның қауіпсіздігін қамтамасыз ету проблемасының маңыздылығы туралы идеяны әзірлеуді Е.В. Чернова қарастырады және ақпараттық мәдениеттің негізгі элементтерін қалыптастыру жеке тұлғаның табысты дамуы мен кәсіби өсуі үшін маңызды ақпараттық және жалпы мәдени құзыреттерді дамытуға мүмкіндік береді деген қорытынды жасайды [18].

Болашақ мұғалімдердің киберқауіпсіздікті қамтамасыз ету бойынша кәсіби құзыреттіліктерін қалыптастыру кезінде оқытудың интерактивті әдістерін қолдану мәселесі Т. В. Рихтердің ғылыми жұмысында қарастырылған. Ғалым Киберқауіпсіздіктің құрамдас бөліктерін, киберқауіпсіздікті қамтамасыз ету саласындағы педагогтердің кәсіби

Болашақ информатика мұғалімдерін киберқауіпсіздік бойынша кәсіби құзыреттіліктерді қалыптастыруға дайындаудың әдістемелік негіздері

Мекебаев Н.О., Назкенова Б.Б., Чайко Е.В.

құзыреттілігінің жекелеген элементтерін қалыптастыруға ықпал ететін интерактивті әдістер топтарын бөліп көрсетеді [17].

Киберқауіпсіздік бойынша болашақ информатика мұғалімдерінің кәсіби құзыреттіліктерін қалыптастыру А.А. Нечай мен С.А. Красновтың ғылыми басылымдарында қарастырылған, бұл болашақ информатика мұғалімдерін даярлау бағдарламаларына киберқауіпсіздік негіздерін енгізу қажеттілігін көрсетеді [6; 9].

## Нәтижелер

Киберқауіпсіздік көптеген пікірталастардың, қызығушылықтың және назар аударудың саласы екені анық.

Сондай-ақ, «киберқауіпсіздік» ұғымын айтарлықтай жеңілдетуге болады. Киберқауіпсіздікті бірнеше негізгі терминдерге және олардың қарым-қатынастарына жеңілдету икемді құрылымды қамтамасыз етеді. Бұл икемділік деңгейі оқу бағдарламаларына киберқауіпсіздік анықтамаларында, стандарттарында және құрылымдарында мәселелерді шешуге көмектесетін салыстырмалы түрде ашық академиялық құрылымды сақтауға көмектеседі. Киберқауіпсіздікке баса назар аударуды ақпараттық қауіпсіздік пен Ақпарат қауіпсіздігінің жалпы алғышарттарын ұстанатын үш санат бойынша шектеуге болады [16]: бұл «дайындық», «қорғау» және «әрекет» категориялары. Бастапқыда киберқауіпсіздік киберқауіпсіздікке реакцияны білдіретін «реакция» санаттарымен белгіленді. Аксиоманы ескере отырып, бұл орынсыз болып көрінді: «әрекет еткеннен гөрі әрекет ету жақсы». «Реакция» санаты жақсы орындалған әрекет жоспарынан гөрі абайсыз реакцияны тудыруы мүмкін. Осы санаттардың әрқайсысы келесі сұрақтар арқылы жақсы контексттелген болуы мүмкін:

1. Қандай киберқауіптер бар, біз оларға қалай дайындалып, ықтимал шабуылдарды азайта аламыз? (Дайындық).

2. Ақпараттық жүйелерді қалай жобалауға және қауіпсіз ұстауға болады? (Қорғау).

3. Кибершабуыл болған жағдайда не істеу керек және қолда бар қорғаныс құралдарын қалай қолдануға болады? (Әрекет).

Киберқауіпсіздікке дайындық тәуекелдердің түсінікті екенін білдіреді [27]. Бұл қауіп пен оның салдарын терең түсінуді талап етеді. Маңыздысы, олар тек техникалық емес. Дайындықтың көп бөлігі киберкеңістік пен нақты әлем арасындағы байланысты түсіну болып табылады. Негізгі техникалық тақырыптар-ену сынағы, этикалық бұзу және жетілдірілген тұрақты қауіптер [28].

Киберқорғау компьютерлік жүйелерді қорғау бойынша алдын алу шараларын қабылдауды қамтиды және қайтадан техникалық және техникалық емес элементтерді қамтиды. Бұл санат жүйені басқару үшін жақсы жұмыс істейді деп санаймыз. Жүйе әкімшілері жүйелер мен желілерге техникалық қызмет көрсетуге, сондай-ақ қауіпсіздік саясатын жүзеге асыруға жауапты [29]. Басқа тиісті тақырыптар қауіпсіздік контекстінде желілер мен жүйелерді жобалауды қамтиды. Пайдаланушыларды даярлау, аудит, аккредиттеу және оқыту-мұның бәрі профилактикалық қорғау санатына жатады [30].

Әрекет категориясы – бұл кибершабуыл болған жағдайда жасалуы керек нәрсе. Белсенді шабуылдың белгілері қандай, ықтимал әсерді бағалау, атрибуция алу, жауап беру және қызметті қалпына келтіру үшін қандай қадамдар жасау керек? Техникалық тақырыптарға сандық сот сараптамасы (нақты және офлайн) және оқиғаларға жауап беру кіреді. Басқа салаларға мәдени және жаһандық стандарттау, құқықтық мәселелер, қарсы сараптама, компьютерлік криминалистика және оқиғаларға жауап беру теориясы және әртүрлі ұйымдардың әртүрлі әдістемелер мен басымдықтарға ие екенін түсіну кіреді [19].

Киберқауіпсіздік-бұл жаңа тақырып емес, керісінше, біртұтас талдау, түсіну, киберқауіптерден қорғау және оларға жауап беру үшін бар білімді қарау және корреляциялау әдісі.

Оқытуда дәйекті тәсілмен болашақ информатика мұғалімдерін бастапқы оқыту

Болашақ информатика мұғалімдерін киберқауіпсіздік бойынша кәсіби құзыреттіліктерді қалыптастыруға дайындаудың әдістемелік негіздері

Мекебаев Н.О., Назкенова Б.Б., Чайко Е.В.

ақпараттық және киберқауіпсіздік білім беру саласындағы жоғары басымдық мәселесі ретінде, әсіресе мұғалімдерді даярлаудың жалпы жүйесі шеңберінде оқу бағдарламалары ішінде және оларда киберқауіпсіздік саласында кәсіби құзыреттіліктерді қалыптастыру мәселесі ретінде оқытылуы тиіс жерде қажет [31].

Мұғалімге цифрлық қауіпсіздік туралы Білім және оған жету жолдары қажет екеніне күмән жоқ. Мұғалімдер цифрлық қауіпсіздікті оқытуды өз мойнына алады және оқушыларын интернеттегі мінез-құлық ережелеріне бағыттайды деп күтілуде, бірақ мұғалімдер көбінесе этикалық емес мінез-құлықпен байланысты тәуекелдерді түсіну үшін жеткілікті дайындықтан өтпейді. Оқытушы ақпараттық технологияларды қолдану кезінде студенттердің мінез-құлқын жақсартуға, тәуекелдер мен зиян туралы әңгімелер жүргізуге және студенттерге өз іс-әрекеттерімен айтарлықтай әсер етуге көмектесетін модель бола алады.

Осылайша, киберқауіпсіздікті алғашқы оқыту болашақ мұғалімдердің инновациялық процестерге бейімделуі және заманауи ақпараттық технологияларды пайдалану үшін еңбек нарығында бәсекеге түсуі үшін Қоғамның қазіргі қажеттіліктеріне сезімтал болуы керек. Жаңа цифрлық мәдениет мұғалімдерден цифрлық қоғамда пайдалы және сұранысқа ие болуды талап етеді.

Әр түрлі зерттеулер білім беру саласындағы басым мәселелер ретінде қауіпсіздікті арттыру үшін Киберқауіпсіздік бойынша дайындыққа кепілдік беретін білім беру мекемелері үшін орталықтар құру қажеттілігін көрсетеді, әсіресе бұл болашақ мұғалімдерді даярлау бағдарламаларына қатысты.

Халықаралық деңгейде, Еуропа және Азия елдерінде киберқауіпсіздік саласында оқыту және кәсіптік даярлау жолымен қауіпсіздікті арттыру бойынша жұмыстар жүргізілуде.

Мысалы, Тайваньда «Таис» бағдарламасы білікті мұғалімдерді даярлаудың төрт аспектісін анықтады:

- байланыс қауіпсіздігі және қорғау;
- ақпараттың жарамдылығы;
- Интернеттегі қауіпсіздік;
- технологиялық құрылғыларды өз бетінше пайдалану.

ЕО елдерінде Британдық Білім беру коммуникациялары және технологиялар агенттігі «ВЕСТА» сияқты ұйымдар, Скандинавия елдері мен Чехиядағы әртүрлі зерттеулер мұғалімдерді даярлаудың маңыздылығын атап көрсетеді және алдыңғы тәжірибе, білім, тәжірибе, пікірлер мен қабылдау мұғалімдердің киберқауіпсіздік мәселелерін қалай үйрету, шешу және шешу керектігін анықтайды деген қорытындыға келеді [20]. деңгейде

Жаһандық «ЮНИСЕФ» (Біріккен Ұлттар Ұйымының Халықаралық Балалар қоры) білім беру мекемелері үшін іс – қимылдар мен білім беру шараларын шоғырландырудың маңыздылығын және олардан ата-аналар мен мұғалімдердің бірлескен жауапкершілігін, сондай-ақ қауіптерді болдырмауға және цифрлық әлемнің қауіптерінен қорғауға көмектесетін білім беру және алдын алу бағдарламаларына білім беру ресурстарын бөлу қажеттілігін ұсынады.

### **Талқылаулар мен қорытындылар**

Білім беру қажеттіліктерін анықтау мақсатында Киберқауіпсіздік бағыты бойынша болашақ мұғалімдерді даярлауға байланысты шет елдердің озық тәжірибесіне және тақырыпқа сәйкес ғылыми жарияланымдарға зерттеулер жүргізе отырып, болашақ маманды даярлау үшін шешуші маңызы бар бірқатар тақырыптар ұсынылды:

- онлайн байланыс және мінез-құлық ережелері (желілік этикет);
- интернеттегі тәуекелдердің алдын алу және физикалық және психикалық денсаулыққа қамқорлық жасау шаралары мен құралдары;

Болашақ информатика мұғалімдерін киберқауіпсіздік бойынша кәсіби құзыреттіліктерді қалыптастыруға дайындаудың әдістемелік негіздері

Мекебаев Н.О., Назкенова Б.Б., Чайко Е.В.

- цифрлық қауіпсіздікке байланысты тұжырымдамалар (бедел, сәйкестілік, цифрлық алшақтық және саусақ ізі);
- білім беру саласындағы дербес деректерді қорғау;
- құрылғыларды қауіпсіз қорғау және парольдер жасау.

Киберқауіпсіздік туралы арнайы зерттеулер аз болғанымен, тақырыптың өзектілігі оның ақпараттық технологиялармен байланысты жетекші компаниялар мен ұйымдардың күн тәртібіндегі тұрақты талқылауымен расталады. Нәтижесінде, бұл киберқауіпсіздікті оқыту, сондай-ақ осы тақырыпты ілгерілету және оны білім берудің әртүрлі кезеңдеріндегі қолданыстағы оқу жоспарлары мен бағдарламаларына енгізу бойынша тереңдетілген зерттеулердің қажеттілігін көрсетеді.

## References

- [1] Baranova, E.V., Simonova, I.V. Razvitiye professional'nyh kompetencij bakalavrov po napravleniyu pedagogicheskogo obrazovaniya v oblasti informatiki v usloviyah cifrovogo obrazovaniya Izvestiya Rossijskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A.I. Gercena. 2018. 190. 116–124. (In Russian).
- [2] Blikin, A.I. Professional'nye kompetencii uchitelya informatiki XXI veka V sbornike: Innovacionnye tekhnologii XXI veka. materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Kazanskiy gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet im. A.N. Tupoleva. 2015. 81–82. (In Russian).
- [3] Borisov, A.A., Krasnov, S.A., Nechaj, A.A. Tekhnologiya blokchejn i problemy eyo primeneniya v razlichnyh informacionnyh sistemah. Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya: Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie. 2018. 2. 63–67. (In Russian).
- [4] Kalinichenko, S.V., Kotikov, P.E., Nechaj, A.A. Reshenie replikacionnyh problem v bazah dannyh dlya povysheniya ustojchivosti programmogo obespecheniya avtomatizirovannyh system. Bulletin of the Russian New University. Series: Complex Systems: Models, analysis and management. 2017. 4. 18–21. (In Russian).
- [5] Naumova, A.V., Toporkova, E.G. Formirovanie kul'tury informacionnoj bezopasnosti v formate distancionnogo obucheniya. V sbornike: Informacionnye problemy i drajvery social'no-ekonomicheskogo razvitiya obshchestva v usloviyah globalizacii. Sbornik nauchnyh statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Stavropol'skij gosudarstvennyj Agrarnyj universitet. 2020. 479–481. (In Russian).
- [6] Nechaj, A.A. Formirovanie professional'noj kompetencii v oblasti kiberbezopasnosti u budushchih uchitelej informatiki. Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta im. A.S. Pushkina. 2020. 4. 114–124. (In Russian).
- [7] Nechaj, A.A. Gejmifikaciya kak sposob organizacii obucheniya kiberbezopasnosti. V knige: Fundamental'nye problemy obucheniya matematike, informatike i informatizacii obrazovaniya. Sbornik tezisov dokladov mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, posvyashchennoj 180letiyu pedagogicheskogo obrazovaniya v g. El'ce. 2020. 93–94. (In Russian).
- [8] Nechaj, A.A. Kiberbezopasnost' i informacionnaya bezopasnost', sushchnost', sodержanie i otlichie ponyatij. V sbornike: XXIV Carskosel'skie chteniya. 75letie Pobedy v Velikoj Otechestvennoj vojne. Materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. Pod obshchej redakciej S.G. Eremeeva. 2020. 229–232. (In Russian).
- [9] Nechaj, A.A., Krasnov, S.A. 2020. Formirovanie kompetencii uchitelya informatiki v oblasti kiberbezopasnosti. Azimut nauchnyh issledovanij: pedagogika i psihologiya. T.9. Vol. 4(3). pp. 188–190. (In Russian).
- [10] Nechaj, A.A. Ispol'zovanie innovacionnyh metodov i sovremennyh tekhnologij dlya povysheniya kvalifikacii v oblasti kiberbezopasnosti. Azimut nauchnyh issledovanij: pedagogika i psihologiya. 2020. 3(32). 193–196. (In Russian).
- [11] Nechaj, A.A. Formirovanie bezopasnoj informacionnoj sredy. Aktual'nye problemy sovremennosti: nauka i obshchestvo. 2019. 4(25). 43–44. (In Russian).
- [12] Nechaj, A.A., Krasnov, S.A., Svinarchuk, A.A. Analiticheskaya model' obespecheniya informacionnoj bezopasnosti obrazovatel'nyh organizacij sistemy obshchego i srednego obrazovaniya. Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya: Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie. 2020. 4. 77–84. (In Russian).



- [13] Nechaj, A.A., Kotikov, P.E. Aktual'nye problemy zashchity informacii v sovremennyh avtomaticheskikh telefonnyh stanciyah. Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya: Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie. 2015. 2. 65–69. (In Russian).
- [14] Nikitin, P.V. Mezhdisciplinarnaya metodicheskaya sistema formirovaniya professional'noj kompetentnosti u budushchih uchitelej informatiki. Vestnik CHuvashskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. I.YA. YAkovleva. 2015. 3-2(67). 135–140. (In Russian).
- [15] Novikov, A.N., Nechaj, A.A., Malahov, A.V. O podhode k obosnovaniyu racional'noj nomenklatury etalonnoj bazy izmeritel'nyh kompleksov na osnove nechetkih modelej. Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya: Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie. 2017. 1. 72–79. (In Russian).
- [16] Novikov, A.N., Nechaj, A.A., Malahov, A.V. Matematicheskaya model' obosnovaniya variantov rekonfiguracii raspredelennoj avtomatizirovannoj kontrol'no-izmeritel'noj sistemy Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya: Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie. 2016. 1-2. 56–59. (In Russian).
- [17] Rihter, T.V. Ispol'zovanie interaktivnyh metodov obucheniya pri formirovanii professional'nyh kompetencij pedagogov po obespecheniyu kiberbezopasnosti podrastayushchego pokoleniya. V knige: Aktivnye i interaktivnye metody obucheniya v estestvenno-matematicheskom obrazovanii. Kollektivnaya monografiya. Solikamskij gosudarstvennyj pedagogicheskij institut (filial) FGBOU VO «Permskij gosudarstvennyj nacional'nyj issledovatel'skij universitet». Solikamsk. 2018. 13–21. (In Russian).
- [18] Chernova, E.V. Informacionnaya bezopasnost' cheloveka. Uchebnoe posobie / Moskva. Vysshee obrazovanie (2-e izd., ispr. i dop). 2020. 76. 24. (In Russian).
- [19] SHirobokov, V.V., Nechaj, A.A. Algoritm planirovaniya energosberegayushchej parallel'noj obrabotki informacii s uchetom informacionnoj vazhnosti i vremeni postupleniya zadach. Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya: Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie 2017. 1. 88–93. (In Russian).
- [20] Esaulov, K.A., YAhvarov, E.K., Nechaj, A.A., Berezin, A.S. Metodika integracii sistemy upravleniya kiberriskami v predprinimatel'skikh strukturah. Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya: Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie. Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya: Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie 2020. 2. 80–86. (In Russian).
- [21] Bentle M., Stephenson A., Toscas P., Zhu Z. A multivariate model to quantify and mitigate cybersecurity risk. 2020. 8. 1-21.
- [22] Jeyaraj A., Zadeh A., Sethi V. Cybersecurity threats and organisational response: textual analysis and panel regression. Journal of Business Analytics. 2020.
- [23] Kavallieratos G., Katsikas S., Gkioulos V. Cybersecurity and safety co-engineering of cyberphysical systems – a comprehensive survey. Future Internet. 2020. 12. 65.
- [24] Li, Y., Xu, L. Cybersecurity investments in a two-echelon supply chain with third-party risk propagation. International Journal of Production Research. 2021. 4. 1216–1238.
- [25] Panigrahi, R., Borah, S. A statistical analysis of lazy classifiers using canadian institute of cybersecurity datasets. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies. 2020. 37. 215–222.
- [26] Pohasii, S.S., Milevskiy, S.V., Milevskiy, S. Cybersecurity issues in the internet of things. Black Sea Scientific Journal of Academic Research. 2020. 48. 135–137.
- [27] Toapanta, S.M.T., Jaramillo, J.M.E., Gallegos, L.E.M. Cybersecurity analysis to determine the impact on the social area in latin america and the Caribbean. ACM International Conference Proceeding Series. 2. Cep. "ICETM 2019. 73–78.
- [28] Toapanta, S.M.T., Armijos, M.A.A., Gallegos, L.E.M. Analysis of cybersecurity models suitable to apply in an electoral process in ecuador ACM International Conference Proceeding Series. 2. Cep. "ICETM 2019. 84–90.
- [29] Fernández-Caramés, T.M., Fraga-Lamas, P. Teaching and learning iot cybersecurity and vulnerability assessment with shodan through practical use cases. Sensors. 2020. 20. 30–48.
- [30] Xu S. Cybersecurity dynamics: a foundation for the science of cybersecurity Advances in Information Security. 2019. 74. 1–31.
- [31] Nechaj, A. A. Orientirovannost' podgotovki budushchikh uchitelej informatiki na formirovanie professional'nykh kompetencij po informacionnoj bezopasnosti. Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta imeni A.S. Pushkina – Pushkin Leningrad State University Journal. 2021. 2.

Болашақ информатика мұғалімдерін киберқауіпсіздік бойынша кәсіби құзыреттіліктерді қалыптастыруға дайындаудың әдістемелік негіздері  
Мекебаев Н.О., Назкенова Б.Б., Чайко Е.В.

### **КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ**

**Мекебаев Н.О.<sup>1</sup>, Назкенова Б.Б.<sup>1</sup>, Чайко Е.В.<sup>2</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.** Информационная безопасность является глобальной проблемой из-за растущей зависимости общества от глобальной сети Интернет, а киберугрозы – один из самых серьезных вызовов для экономики и национальной безопасности. Информационная безопасность стала главным национальным приоритетом. Все организации, включая образовательные учреждения, работающие с применением цифровых компьютерных технологий, нуждаются в специалистах, обладающих компетенциями и навыками, которые включают поведенческие, управленческие и технические знания для борьбы с кибератаками в динамичной среде киберугроз. В связи с этим растет спрос не только на квалифицированных специалистов, но и на учителей, обладающих компетенциями по информационной безопасности, которые способны учить основам кибербезопасности со школьной скамьи.

Существующие противоречия между повсеместным применением цифровых технологий, уязвимых к кибератакам, и недостаточностью использования образовательного процесса для обучения информационной безопасности, а также между увеличением спроса на подготовку учителей информатики по информационной безопасности и недостаточной готовностью профессорско-педагогического состава вуза к подготовке соответствующих специалистов позволяют сформулировать актуальную проблему научного исследования, которая заключается в необходимости системного обеспечения подготовки будущих учителей информатики и формирования у них профессиональных компетенций по информационной безопасности в современных условиях развития информационного общества. Новизна исследования состоит в разработке подхода к обучению будущих учителей информатики основам кибербезопасности и формированию у них компетенций по информационной безопасности в условиях цифровизации образования.

**Ключевые слова:** учитель информатики, информационная безопасность, кибербезопасность, профессиональная подготовка, компетенция.

### **METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF THE TRAINING OF FUTURE COMPUTER SCIENCE TEACHERS FOR THE FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCIES IN CYBERSECURITY**

**Mekebayev N<sup>1</sup>, Nazkenova B<sup>1</sup>, Chaiko E.<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.** Information security is a global problem due to the growing dependence of society on the global Internet, and cyber threats are one of the most serious challenges to the economy and national security. Information security has become a top national priority. All organizations, including educational institutions, working with the use of digital computer technologies, need specialists with competencies and skills that include behavioral, managerial and technical knowledge to combat cyber attacks in a dynamic environment of cyber threats. In this regard, there is a growing demand not only for qualified specialists, but also for teachers with information security competencies who are able to teach the basics of cybersecurity from the school bench.

The existing contradictions between the widespread use of digital technologies that are vulnerable to cyber attacks, and the lack of use of the educational process for teaching information security, as well as between the increasing demand for training computer science teachers in information security and the lack of readiness of the university's teaching staff to train relevant specialists, allow us to formulate an urgent problem of scientific research. The problem lies in the need for systematic training of future teachers of computer science and the formation of their professional competencies in information security in the modern conditions of the development

Болашақ информатика мұғалімдерін киберқауіпсіздік бойынша кәсіби құзыреттіліктерді қалыптастыруға дайындаудың әдістемелік негіздері

Мекебаев Н.О., Назкенова Б.Б., Чайко Е.В.

of the information society. The novelty of the research is the development of an approach to teaching future computer science teachers the basics of cybersecurity and the formation of their competencies in information security in the context of digitalization of education.

**Keywords:** computer science teacher, information security, cybersecurity, professional training, competence.

*Авторлар жайында мәлімет:*

*Қаз: Мекебаев Нұрбана Отанұлы – Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің PhD, [nurbara@mail.ru](mailto:nurbara@mail.ru)*

*Рус: Мекебаев Нурбана Отанович – PhD, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, [nurbara@mail.ru](mailto:nurbara@mail.ru)*

*Англ: Nurbana Otanovich Mekebayev – PhD, Al-Farabi Kazakh National University, [nurbara@mail.ru](mailto:nurbara@mail.ru)*

*Қаз: Назкенова Баян- Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің докторанты, [nazkenova\\_bayan@mail.ru](mailto:nazkenova_bayan@mail.ru)*

*Рус: Назкенова Баян- докторант Казахского национального университета имени Аль-Фараби, [nazkenova\\_bayan@mail.ru](mailto:nazkenova_bayan@mail.ru)*

*Англ: Naskenova Bayan is a doctoral student at Al-Farabi Kazakh National University, [nazkenova\\_bayan@mail.ru](mailto:nazkenova_bayan@mail.ru)*

*Қаз: Чайко Елена Валерьевна - PhD, Рига техникалық университетінің профессоры, [jelena.caiko@gmail.com](mailto:jelena.caiko@gmail.com)*

*Рус: Чайко Елена Валерьевна – PhD, профессор Рижского технического университета, [jelena.caiko@gmail.com](mailto:jelena.caiko@gmail.com)*

*Англ: Elena V. Chaiko – PhD, Professor of Riga Technical University, [jelena.caiko@gmail.com](mailto:jelena.caiko@gmail.com)*

**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