



NJD-iScience

№146

The Norwegian Journal of Development of
the International Science





№146/2024

Norwegian Journal of development of the International Science

ISSN 3453-9875

It was established in November 2016 with support from the Norwegian Academy of Science.

DESCRIPTION

The Norwegian Journal of Development of the International Science, established in 2016 with support from the Norwegian Academy of Science, offers a platform for global researchers, academics, and students. Publishing 24 times annually, it covers current science topics. Submitting your article provides exposure to a diverse audience, enhancing your career. Our commitment to research and SEO ensures timely visibility. Submit to the Norwegian Journal of Development of the International Science today and join esteemed authors.

Editor in chief – Karin Kristiansen (University of Oslo, Norway)

The assistant of the editor in chief – Olof Hansen

- James Smith (University of Birmingham, UK)
- Kristian Nilsen (University Centre in Svalbard, Norway)
- Arne Jensen (Norwegian University of Science and Technology, Norway)
- Sander Svein (University of Tromsø, Norway)
- Lena Meyer (University of Gothenburg, Sweden)
- Hans Rasmussen (University of Southern Denmark, Denmark)
- Chantal Girard (ESC Rennes School of Business, France)
- Ann Claes (University of Groningen, Netherlands)
- Ingrid Karlsen (University of Oslo, Norway)
- Terje Gruterson (Norwegian Institute of Public Health, Norway)
- Sander Langfjord (University Hospital, Norway)
- Fredrik Mardosas (Oslo and Akershus University College, Norway)
- Emil Berger (Ministry of Agriculture and Food, Norway)
- Sofie Olsen (BioFokus, Norway)
- Rolf Ulrich Becker (University of Duisburg-Essen, Germany)
- Lutz Jäncke (University of Zürich, Switzerland)
- Elizabeth Davies (University of Glasgow, UK)
- Chan Jiang (Peking University, China) and other independent experts

1000 copies

Norwegian Journal of development of the International Science

Iduns gate 4A, 0178, Oslo, Norway

email: publish@nor-ijournal.com

site: <https://nor-ijournal.com>

CONTENT

AGRICULTURAL SCIENCES

Kartashova A. EFFECTIVENESS OF CARBOHYDRATE NUTRITION SYSTEM FOR HIGH PRODUCTIVE COWS FEEDING.....4	Gurbanov F., Ashrafova Kh., Babayeva K., Musayeva S., Orujova R. CORN PLANT DISEASES AND THEIR CONTROL.....13
Tolordava D., Mamardashvili N., Makhashvili K., Shengelia N. DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY OF WILD AND CULTIVATED BLACKBERRY JUICES COMMON IN GEORGIA 8	Gozalov Y., Abdulazimov Y. STUDY OF THE ADAPTATION CHARACTERISTICS OF YAKS AND CALVES RAISED IN LACHIN AND KALBAJAR REGIONS OF THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN.....15

ARTS

Tokov N., Saitova G. CHARACTERISTIC FEATURES OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THROAT SINGING AND DANCE IN THE TRADITIONAL CULTURE OF THE ALTAI PEOPLE.....19

ECONOMIC SCIENCES

Bekimbetova G. EXPERTISE OF INVESTMENT PROJECTS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE 22	Sagyndykova A. INNOVATIVE FINANCIAL RISK HEDGING TOOLS: PROSPECTS FOR ENTERPRISES 37
Dosmambetova G. INTERNATIONAL PRACTICES OF SUPPORTING SMALL AND MEDIUM-SIZED BUSINESSES.....25	Selimov A. THE ROLE OF INTERNATIONAL ORGANIZATIONS IN THE STANDARDIZATION OF CORPORATE LAW AND INTERNATIONAL RELATIONS NORMS.....40
Iskakov O. HISTORICAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF THE IMAGE OF A CIVIL SERVANT IN KAZAKHSTAN AND THE CIS COUNTRIES.....30	Shi Zhichao, Korotkevich A. ASSESSING THE ECONOMIC RISKS OF A TRADE WAR ON THE EXAMPLE OF SPECIFIC SECTORS OF THE CHINESE AND USA ECONOMY.....44
Fidanyan L., Arakelyan R. ANALYSIS OF INFANT MORTALITY IN THE REPUBLIC OF ARMENIA USING MULTIVARIATE STATISTICAL METHODS.....33	

JURISPRUDENCE

Ozturk A., Behbudov G., Abishov S., Bayramova V. DIFFERENT VIEWS ON THE HURUF MOVEMENT.....52

MATHEMATICAL SCIENCES

Guliyev H., Nasibzadeh V. ON OPTIMIZATION METHOD FOR WAVE EQUATION IN A PARALLELEPIPED.....54
--

MEDICAL SCIENCES

Dr. Abdulhamid Ali Kahtan INFLUENZA. CLINICAL COURSE, DIAGNOSTICS, TREATMENT AND PREVENTION 61	Shkiryak A., Khanenko S. ASSOCIATION OF METABOLIC SYNDROME WITH VITAMIN D.....76
Daniyar A., Suleimenov B., Artykbaev A., Nurgisin N., Usmagambetov D., Bakhytjanov S., Iztleuov E., Mutigullina G. PERFUSION COMPUTER TOMOGRAPHY IN THE DIAGNOSIS OF ACUTE CEREBRAL CIRCULATION ACCIDENT 66	Shamsiev A., Shamsiev J., Makhmudov Z., Danilyarov E. ANALYSIS OF THE RESULTS OF DIFFERENT METHODS OF SURGICAL TREATMENT OF VARICOCELE.....82
Shkiryak A., Khanenko S. ASSOCIATION OF METABOLIC SYNDROME WITH OSTEOPOROSIS 70	Simonik M. BALNEOTHERAPY AND HORMESIS FOR OSTEOARTHRITIS PAIN HEALING 88
	Reshetnyk L., Savchuk I. STATUS OF OXIDANT-ANTIOXIDANT HOMEOSTASIS OF ORAL FLUID IN PATIENTS WITH GENERALIZED PARODONTAL DISEASES IN EATING DISORDERS 95

PEDAGOGICAL SCIENCES

Nurekenova A., Akparova A.

EFFECTIVE METHODS OF TEACHING CHEMISTRY IN
CONDITIONS OF REDUCED WORKLOAD OF THE
CURRICULUM 100

Sapakova A., Zhumakanova N.

THE USE OF DIGITAL TOOLS IN TEACHING CHEMISTRY
IN VOCATIONAL AND TECHNICAL EDUCATION 103

PHILOLOGICAL SCIENCES

Orazbek M., Baitanasova K.

ARTISTIC SYSTEM OF CHILDREN'S PROSE 108

PHILOSOPHICAL SCIENCES

Malchenko V.

THE QUESTION IS ABOUT A NEW IDEA OF THE
PSYCHOMETRICS OF A PERSON AS A NON-LINEAR
WHOLE/INTEGRITY IN THE CONTEXT OF THE
PHENOMENON OF CHAOS (HISTORICAL, CULTURAL
AND PHILOSOPHICAL ASPECTS. CHINA) 112

PHYSICAL SCIENCES

Bashirov M., Abbasov V.

SPACE DEFECT: INTERSPACE MATTER
TRANSITIONS 117

Kulikov V.

PRE-BREAKDOWN PHENOMENA IN DIELECTRICS
MATERIALS 126

Abbasov V., Bayramova T.

A SHORTCUT TO SPACE TRAVEL: THE SPACE
TUNNEL 121

SOCIAL SCIENCES

Zheleva-Terzieva D.

PROFESSIONAL PROFILE OF THE PHYSICAL
EDUCATION AND SPORTS TEACHER 134

TECHNICAL SCIENCES

Kaldybayeva A., Abuova J., Mukeyeva G.

ORGANIZATION OF DEPARTMENT MANAGEMENT
USING THE YOUNGIVE PROGRAM 137

Kazanina I., Dokdyrkhan A.

MODELING OF TRANSIENT PROCESSES IN POWER
TRANSFORMERS AND CURRENT TRANSFORMERS .. 140

Nabiyeva G., Nurzhanov G.

MODERN TEXT RECOGNITION MODELS AND
METHODS: TECHNOLOGIES, CHALLENGES, AND
PERSPECTIVES 144

Galeev R., Manusov V., Ivanov G.

ANALYSIS OF A SUPERCONDUCTING TRANSFORMER
WITH AN AMORPHOUS MAGNETIC CIRCUIT IN
MOBILE POWER SUPPLY FACILITIES 151

Kuznetsov I.

TIME SERIES ANALYSIS METHODS IN TRACKING USER
ACTIVITY: FROM EVENT COLLECTION TO BEHAVIOR
MODELING 157

Tussupova B., Nabiyeva G., Zhangaziyev Y.

ON THE CONCEPT OF DEVELOPING AN AUTOMATED
SYSTEM FOR GENERATING ETHICAL CODES FOR
ORGANIZATIONS BASED ON EXPERT SYSTEMS 160

Mukharyamov I., Insafuddinov S.,

**Manzarkhanova E., Ilyasov B., Mardariev V.,
Edikhanov A.**
INVESTIGATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE USE
OF CARMABID-EXPANDED POLYSTYRENE PRODUCTS
IN THERMAL INSULATION 166

AGRICULTURAL SCIENCES

EFFECTIVENESS OF CARBOHYDRATE NUTRITION SYSTEM FOR HIGH PRODUCTIVE COWS FEEDING

Kartashova A.

*Candidate of agricultural sciences, director
Murmansk SARS – branch VIR
Russia, Murmansk*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499224>

Abstract

It was necessary to develop a carbohydrate nutrition system for full realization of the genetic potential of high productive cows and optimization of feed intake. Balance experiments were conducted in 2017-2023 on cows at different stages of the physiological cycle. Based on the research results, a carbohydrate nutrition system for high productive cows was developed, taking into account neutral and acid-detergent fiber (NDF and ADF). The use of this system will increase the milk productivity of animals by 7.13% per year, reduce the cost of feeding by 3.6-11.5% and receive an additional 10,279,200 rubles of net profit for a herd of 499 heads.

Keywords: cattle, carbohydrate nutrition system, NDF, ADF

Bulk feed forms the basis of the cattle diet. They determine the type of feeding, the quantity and quality of concentrates and feed additives, premixes included in the diet, and determine the level of productivity and profitability of production. At the same time bulk feeds have the most variable chemical composition and nutritional value.

The production of roughage is the most important branch of agricultural production. The economic efficiency of dairy cattle breeding and the agricultural enterprise depends on the level of its development. High productive cattle breeding can develop successfully when the quality of feed, and primarily roughage, is significantly improved. World experience confirms that when the qualitative composition of roughage decreases, the achievements of breeding progress are not used [1].

Fiber is of great importance in providing energy needs of ruminants. Numerous studies have established that 40 to 75% of crude fiber of feed is digested in the gastrointestinal tract of cattle. Many studies have been devoted to studying the patterns of conversion of feed carbohydrates in ruminants [2, 3].

The level of carbohydrate conversion in the digestive tract of ruminants depends on the consumption of carbohydrate fractions, their chemical and physical structure, and the adaptability of the microflora to environmental conditions. The carbohydrate nutritional value of feed can vary significantly depending on the presence and ratio of carbohydrate fractions, as well as on the content of other nutrients.

The existence of symbiotic microflora in the forestomachs of ruminants makes it possible to break down fiber and use as energy. Monosaccharides received with feed and formed after the break down of polysaccharides are mostly fermented under anaerobic conditions to volatile fatty acids, methane, and carbon dioxide. Volatile fatty acids, after resorption into the blood, are the main source of energy for the ruminant organism and used in various biosynthetic processes [4, 5].

Along with nutritional value, roughage is of great importance as a voluminous and slowly digestible substrate necessary to ensure normal motility.

The level and quality of roughage in the ration have a significant impact on the digestibility of nutrients. Thus, according to Nehring, with a fiber level of 15-20%, its digestibility is about 73% and decreases to 61% with a fiber content of 30-35% [6]. Similar data were obtained by A. D. Dmitrochenko and T. D. Pshenichny [3].

Van Soest et al. [7] proposed an analysis scheme that most clearly presents the nutritional characteristics of the feed. According to this scheme (Table 1), the feed is divided into cellular contents and cell walls, and the latter - by other constituent elements. When the feed is treated with a neutral detergent, the cell contents dissolve in this detergent. The remaining fibrous fraction, which contains cell walls, is neutral detergent fiber (NDF). Then, when the sediment undissolved in the neutral detergent is treated with an acid detergent, the hemicelluloses are dissolved. The resulting sediment is acid detergent fiber (ADF).

Table 1.

Fractions of plant carbohydrates and their characteristics

Fraction	Components
Cell contents – soluble in neutral detergent	Starch, sugar, lipids, organic acids, soluble protein, non-protein nitrogen, pectin
Cell wall components – insoluble in neutral detergent – NDF	Cellulose, hemicelluloses, lignin
Soluble in acid detergent	Hemicelluloses
Insoluble in acid detergent – ADF	Cellulose, lignin

The level of neutral detergent and acid detergent fiber (NDF and ADF) affects the palatability and digestibility of feed. Neutral detergent fiber plays an important role in regulating the amount of feed that an animal can consume. Each feed has its own degree of NDF break down in the rumen. Difficult to break down NDF remains in the rumen longer, which maintains a high level of rumen filling after feed intake, thus reducing overall feed intake with a simultaneous decrease in animal productivity. Based on this, the lower the NDF level (but not less than 28%), the higher the dry matter intake. The NDF indicator can be used to predict the dry matter intake of feed by ruminants. Easy broken down fiber quickly passes through the gastrointestinal tract, the amount of volatile fatty acids is reduced, the energy level decreases, and the feed does not have time to fully undergo microbial fermentation.

The aim of the research is to develop a system of complete carbohydrate nutrition for high productive cows taking into account the NDF and ADF.

To obtain data balance experiments were conducted in 2017-2022 on Holstein cows at different stages of the physiological cycle (I, II, III lactation phases, dry period) at the farm "Polar Star" in the Murmansk Region.

The diets of the experimental cows included: mixed grass hay, perennial grass silage, alfalfa haylage, sunflower cake, beet pulp, standard mixed fodder, a mixture of ground corn and barley, and a premix. Different levels of NDF and ADF in the rations were created by selecting feeds taking into account their digestibility.

All feeds were tested for a complete zootechnical analysis: dry matter, crude protein, sugar, Ca, P, crude fiber, neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF).

Monitoring of the clinical condition of animals was determined by taking blood for biochemical analysis, as well as by examining urine. In the blood were determined pH, sugar, acid capacity, total protein, calcium, phosphorus, carotene. In urine - pH, total nitrogen.

In milk were determined protein and fat.

Cellulolytic activity of forestomach microflora was determined using the method of Henderson, Horvath and Block as modified by Churlisa.

NDF and ADF were determined using the method of Van Soest and Southgate as modified by N.N. Semina.

The research results were processed using the method of variation statistics.

The study showed that during the first phase of lactation (1-100 days of lactation) and the second phase of lactation (100-201 days), animals with the recommended level of NDF and ADF (experimental group) had a higher microbiological activity in the rumen. The digestibility of dry matter and crude fiber increased significantly. There was also a tendency for other nutrients to increase in digestibility. Animals used feed nitrogen better. The average daily milk yield of cows in the experimental group in the first phase of lactation was 10.1% higher than in the control, and 7.0% higher in the second phase of lactation. Feed costs per 1 kg of 4% milk were lower in the experimental group (Table 2).

In cows in the period of the third phase of lactation (201-300 days), which were on the recommended diet, the digestibility of crude fiber was significantly higher. The cows' diet turned out to be more balanced, which made it possible to increase the overall level of energy nutrition of animals. Better utilization of the diet nutrients by the animals of the experimental group was reflected in both live weight gain and milk productivity. The diet with the recommended level of NDF and ADF contributed to a slower decline in cow productivity. The experimental group additionally received 0.5 kg per 1 head per day. The cost of 1 kg of 4% milk was 0.96 feed units in the experimental group, in the control - 1.0.

In the cows of the experimental group, the digestibility of dry matter, NDF, and crude fiber was higher during the dry period. The diet of the cows of the experimental group turned out to be more balanced. Enzymatic processes in the rumen were more intense. A higher content of protozoa and protein nitrogen was observed. The animals used feed nitrogen better. With the same amount of nitrogen consumed, the animals of the experimental group lost less of it with urine and feces, more was used for deposition in the body and fetal development.

The biochemical blood parameters of the studied animals were within the physiological norm.

As a result of the obtained data [8, 9] during research conducted in 2017-2022 in the chemical-analytical laboratory of the experimental station and "Polar Star" on Holstein cows with a productivity of 7.0-9.0 thousand kg of milk during the first, second, third phase of lactation and dry period, a system of complete carbohydrate nutrition for high productive Holstein cows was developed ensuring the maximum manifestation of the genetic potential of animal productivity during the periods of the physiological cycle in the conditions of the European North.

Table 2

Productivity of experimental cows		
Indicators	Control group (farm ration)	Experimental group (recommended ration)
I phase of lactation		
Milk yield, kg	46,80 ± 0,78	49,70 ± 0,96*
% fat	3,37 ± 0,05	3,49 ± 0,04
4% milk	39,40 ± 0,75	43,40 ± 0,81**
Feed units per 1 kg 4% milk	0,73	0,67
II phase of lactation		
Milk yield, kg	36,80 ± 0,78	38,90 ± 0,96
% fat	3,59 ± 0,05	3,67 ± 0,04
4% milk	34,53 ± 0,41	36,97 ± 0,59*
Feed units per 1 kg 4% milk	0,71	0,66
III phase of lactation		
Milk yield, kg	12,30±0,31	12,71±0,29
% fat	3,57±0,06	3,63±0,05
4% milk	11,50±0,21	12,00±0,14
Feed units per 1 kg 4% milk	1,00	0,96

*- P < 0,05 **- P < 0,01

Based on the established cost of feed over the past three years in the “Polar Star”, it was determined the economic efficiency of the carbohydrate nutrition system for high productive cows for its implementation in production.

Table 3 shows that the feed costs of the experimental group cows for the production of 1 kg of milk

are less than in the control group for all lactation phases.

The average selling price of milk on the farm is 30 rubles (Table 4). Productivity per 1 forage cow in 2019 was 10 024 kg of milk. The farm produced 13 709.6 kg of milk per day. Annual milk production is 50 040 c.

Table 3

Cost of feed for production of 1 kg of milk				
Lactation phase	Cost of feed per 1 kg of milk in the control group, rubles	Cost of feed per 1 kg of milk in the experimental group, rubles	Experiment ± control	Reduction in cost of feeding, %
I	13,22	12,74	– 0,48	3,6
II	12,54	12,11	– 0,43	3,6
III	14,21	12,59	– 1,62	11,5

Table 4

Economic efficiency from implementation of carbohydrate feeding system		
Indicators	Production indicators at the “Polar Star”	Indicators with the condition of implementation of carbohydrate feeding system
Dairy herd, head	499	499
Average selling price of 1 kg of milk, RUB	30	30
Milk productivity per 1 forage cow, kg	10024	10714,7
Milk received per day, kg	13709,6	14686,9
Milk received per year, centners	50040	53466,4
Received from milk sales, RUB	150 120 000	160 399 200
Profit (per year) from implementation of carbohydrate feeding system, RUB		+ 10 279 200

With the introduction of the carbohydrate feeding system for cows, milk productivity per forage cow will increase by 7.13% and will amount to 10,714.7 kg. Annual milk production will reach 53,466.4 centners. Consequently, the farm will additionally receive 10,279,200 rubles of net profit.

The conducted studies have shown that the recommended diet for cows, depending on their physiological

state, is optimal, providing better digestibility of nutrients, more efficient use of nitrogen, greater use of protein for deposition in the body and development of the fetus. This contributes to an increase in milk productivity of animals by 7.13% per year, a decrease in the cost of feeding animals by 3.6-11.5% and an additional 10,279,200 rubles of net profit.

References:

1. Харитонов Е.Л., Агафонов В. И., Харитонов Л.В. Методические рекомендации по совершенствованию и использованию кормовой базы в молочном скотоводстве Калужской области. – Калуга, 2008. – 55 с.
2. Гельман Н.С. Использование питательных веществ жвачными животными // Пер. с нем. Н.С. Гельман; под ред. А.М. Холманова. – М.: Колос, 1978. – 424 с.
3. Дмитроченко А.П., Пшеничный П.Д. Кормление сельскохозяйственных животных. – М.: Колос, 1965. – 448 с.
4. Курилов Н.В. Рубцовая ферментация и образование предшественников молока у жвачных животных // Пищеварение и биосинтез молока у сельскохозяйственных животных. - Боровск, 1982. - С.3-15.
5. Лазаренко В.П. Переваримость структурных и неструктурных углеводов кормов у коров // Зоотехния. – 1996. – № 9. – С. 3-5.
6. Неринг, цит. по Томме М.Ф. // Животноводство. – 1974. – №11. – С. 8-11.
7. Van Soest P. J., Robertson J. B., Lewis B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition // Journal of Dairy Science. – 1991. - №74(10). - Pp.3583-3597. - DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).
8. Роль структурных углеводов в питании коров в условиях Европейского Севера / Кузьмина Л.Н., Карташова А.П., Корбут О.В., Кузьмин С.С. // Ветеринария и кормление. - 2022. - №6. - С. 44-46. - DOI: 10.30917/АТТ-VK-1814-9588-2022-6-11.
9. Кузьмина Л.Н. Углеводное питание высокопродуктивных голштин-холмогорских коров с учетом качества кормов и их доступности // АгроЗооТехника. - 2019. - Т. 2. - № 2. - С. 5. - DOI: 10.15838/alt.2019.2.2.5.

DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY OF WILD AND CULTIVATED BLACKBERRY JUICES COMMON IN GEORGIA

Tolordava D.

*Master of Food Technology Department of Food Technology,
Georgian Technical University, Georgia*

Mamardashvili N.

*Doctor of Technical Sciences, Assistant Professor, Department of Food Technology,
Georgian Technical University, Georgia*

Makhashvili K.

*Doctor of Chemistry, Professor, Department of Food Technology,
Georgian Technical University, Georgia*

Shengelia N.

*Academic Doctor of Chemistry, Laboratory assistant, Department of Food Technology,
Georgian technical university, Georgia*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499226>

Abstract

Juices are made from cultivated and wild blackberries, Their physico-chemical indicators have been studied. Blackberry sauce is made from pressed blackberry using traditional Georgian spices. Biologically active substances, antioxidant activity, anthocyanins, pectin substances, titrated acidity, phenols, vitamin C are determined in the produced juices. The samples made by us were analyzed according to the standard. It was determined that the received products meet the requirements stipulated by the standard. Therefore, we can say that if blackberry cultivation increases in Georgia, making juice from it is more profitable than selling it raw, because the transportation, storage and sale of raw blackberries is less effective.

Keywords: blackberry, berry, technology, cultivated.

Current processes in the world, such as sharp population growth, global climate changes and others, have created additional challenges in terms of providing quality food to the population. One of the main and active directions of agricultural activity in Georgia is the cultivation of berry crops and the development of their production industry, because Georgia, as a part of the global economy, cannot remain outside the existing processes.

Taking into account the biological features of berry plants, it is necessary to develop the traditional priority for the country: cultivation and production of ecologically clean, standard raw materials and products of berry plants, processing.

One such plant among berries is blackberry, from the rose family - *Rubus fruticosus*. Blackberry is known as one of the best berries and due to its chemical composition, it occupies a prominent place in berries. It is rich in a number of biologically active substances

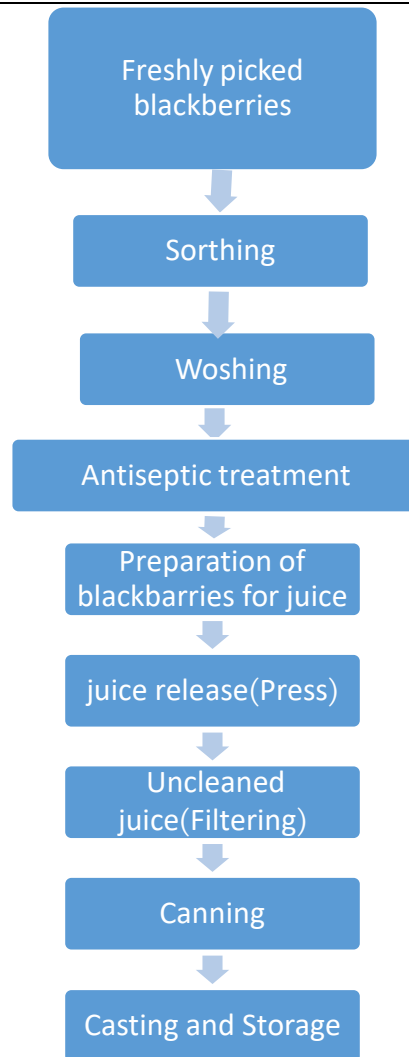
such as: minerals, vitamins and phenolic compounds, proteins and so on.

Due to the beneficial properties of blackberry, it plays a special role in folk traditional medicine. Its fruit, stem, leaves and roots are used for treatment.

Blackberries have a complex healing effect on the human body, contain a sufficient amount of vitamin C, beta-carotene and vitamin E, have strong antioxidant properties.

The content of dry matter in blackberry fruit ranges from 12-15%. Blackberry fruit contains more than 5% sugars: glucose, fructose, and is also rich in xylitol containing low-calorie sugar, which the body absorbs more slowly than ordinary sugar.

The main chemical composition of the mentioned object has been studied: extractive substances, pectin substances, anthocyanins, titration acidity, phenols, antioxidant activity.



Technological scheme

Natural pigments of plant origin, phenolic compounds, which the human body cannot produce, are characterized by a strong antioxidant effect, so it is necessary to use products that contain these compounds in significant quantities as food.

For the experiment, during the period of technical maturity, 5 kg of wild and 5 kg of cultivated blackberries were harvested. We selected the research raw materials, washed them, placed them on the grill and pressed them, took the juice. We got 2.375 ml of wild blackberry juice and there is more juice solution made from cultivated blackberries.

Because cultivated blackberries are large in volume and contain more juice, 2.625 ml from cultivated blackberry juice.

In research objects: wild, cultivated and mixed 1:1 juices, we determined antioxidant activity. Antioxidant activity is high in all three types of juice, which determines their useful properties, and their consumption has a positive effect on the prevention of various diseases.

In the research samples, we determined the content of pectin substances. The obtained results are given in diagram 1.

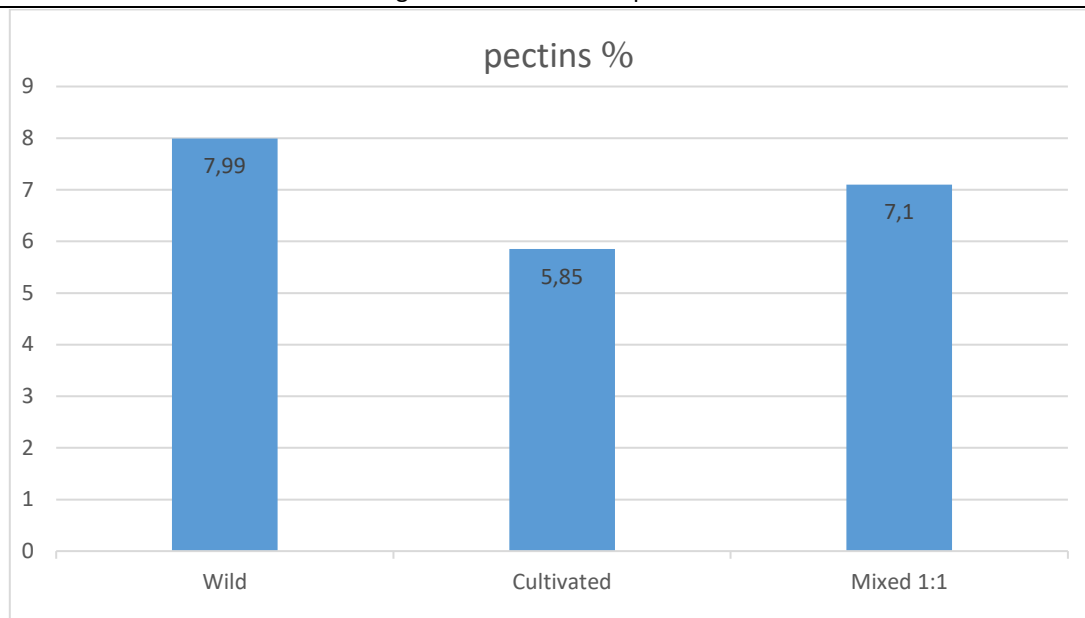


Diagram 1. Content of pectin substances in blackberry juices

The experiment revealed that the amount of these valuable and important substances in blackberry juice is almost identical and quite high, which determines the commodity value of this product.

We determined the total phenolic compounds, the samples were measured at 650 nm on a spectrophotometer with respect to the control solution (diagram 2).

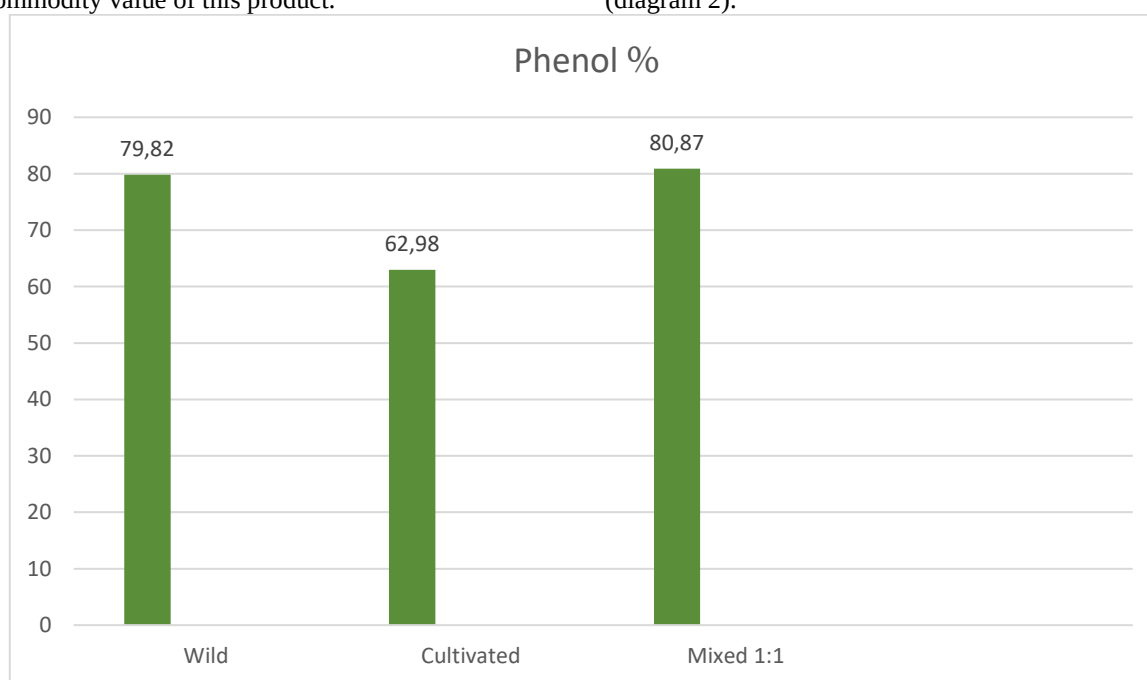


Diagram 2. Phenol content in blackberry juices

In all three samples, a high content of phenolic compounds was revealed, which indicates a fairly high level of beneficial properties of blackberries.

According to the experiment, the content of carotenoid in wild blackberries is 0.227 mg per 100 g, and in cultivated blackberries it is 0.206 mg.

It became clear that the content of pectin substances is quite high, which indicates the commodity value of this product.

The number of anthocyanins in the samples was determined by the spectrophotometric method. Studies have shown that the content of anthocyanins in wild blackberry juice was higher than in the rest, which is explained by the higher content of phenolic compounds (diagram3).

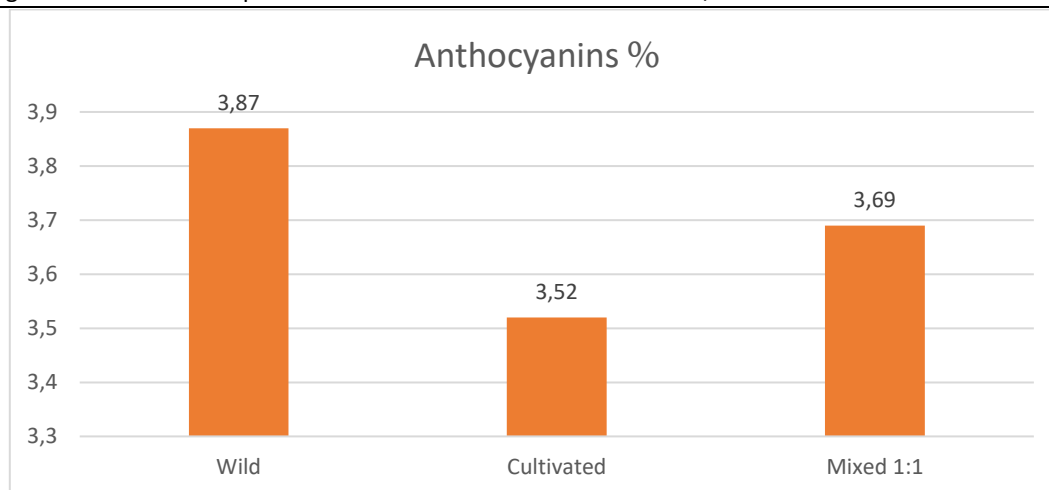


Diagram 3. Anthocyanin content in blackberry juices

Soluble dry matter, titration acidity was determined in the research objects. It was revealed that there were minor differences in the study samples (diagram 4).



Diagram 4. Dry matter content and titration acidity in blackberry juices

Color, smell, taste were organoleptically evaluated. Wild blackberries had a more aromatic smell and a darker color compared to cultivated ones.

For food technologists, it is necessary to process raw materials and create such a product that we get less waste as a result. In our case, we are left with processing waste or pressed blackberries, which is rich in a number of biological active substances. That's why we decided to use it as raw material and make a food product, blackberry sauce, with the addition of traditional Georgian spices.

Ingredients used: a certain amount of blackberry juice: salt, ground coriander, garlic, dry spices, pepper.

All analyzes stipulated by the standard norm were performed on the received product. It was determined that the product meets the requirements stipulated by the standard.

Therefore, we can say that if blackberry cultivation increases in Georgia, making juice from it will be more profitable than selling it raw, because the

transportation, storage and sale of raw blackberries is less effective.

References:

1. A.E., Finn, L.E. and Dossett, M. (2017) Luther Burbank's or best berries. *HortScience*, 60(2), 204–210.
2. H., Mattivi, J., Johnson, G. and Stockley, C.S. (2012) The case for anthocyanin consumption to promote humaner healthy: a review. *Comprehensive Reviews in the Food Science and Food Safety* 14(5), 383–508
3. G., Bonilla, D., Algar, E. Garcia-Villaraco, K., Manero, J.G. and RamosSolano, B. (2014) Enhanced blackberry production using *Pseudomonas fluorescens* as elicitor. *Agronomy for Sustainable Development* 23(2), 365–392.
4. Kaume, L., Koward, H.B. and Devareddi, L. (2010) The blackberry fruit: a review on its composition and biology, metabolism and bioavailability, and

health the benefits. *Journal of Agricultural, and Food Chemistry* 61(21), 5453–6785

5. S., Vaillant, F., Perez, H.K. and Dornier, M. (2012) Potential of ultrafiltration for Gseparation and hpurification ellagitannins in blackberry juice. *Separation and, Purification Technology* 205, 121–124.

6. <https://agrokavkaz.ge/samkurnalo-mcenareebi/maqhvali-samkurnalo-mtsenare-retseptebi.html>- Last verified 01.06.2024

7. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf00123a041>- Last verified 15.05.2024

8. https://www.files.techinformi.ge/Marina/GEN/GEN_2017/18.pdf Last verified 26.04.2024

9. <https://www.elegantexperiments.net/en/post/blackberry-sauce-recipe/>- Last verified 27.05.2024

10. Alberdi. Antioxidant Capacity, Anthocyanins, and Total Phenols of Wild and Cultivated Berries in Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research* 70(4):537-544. 2010.

11. Diasamidze M., Vanidze M., Kamadadze E., Kalandia A. “Blackberry (*Rubus caucasicus*) fruit anthocyanins.” International scientific-practical internet conference “innovative processes and technologies”, Kutaisi, 2011.

CORN PLANT DISEASES AND THEIR CONTROL**Gurbanov F.***Phd in biological sciences, Assistant professor, head of the laboratory "Cereals and legumes" Azerbaijan State Agricultural University***Ashrafova Kh.***Senior researcher of the laboratory "Cereals and legumes" Azerbaijan State Agricultural University***Babayeva K.***Associate Professor of the Department of General Agriculture, Genetics and Breeding***Musayeva S.***Assistant of the Department of General Agriculture, Genetics and Breeding***Orujova R.***Assistant of the Department of General Agriculture, Genetics and Breeding***БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ И БОРЬБА С НИМИ****Гурбанов Ф.***Кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией «Зерновые и бобовые» Азербайджанский Государственный Аграрный Университет***Ашрафова Х.***Старший научный сотрудник лаборатории «Зерновые и бобовые» Азербайджанский Государственный Аграрный Университет***Бабаева К.***Доцент кафедры общего земледелия, генетики и селекции***Мусаева С.***Ассистент кафедры общего земледелия, генетики и селекции***Оруджева Р.***Ассистент кафедры общего земледелия, генетики и селекции*<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499230>**Abstract**

Corn is the most widely cultivated cereal crop in our country and ranks second globally after winter cereals. Like other agricultural crops, corn is susceptible to various diseases, with blast and powdery mildew being the most prevalent. In addition to implementing all recommended agronomic practices, chemical treatments are also employed to manage these diseases. These include Tanoshans SDQ, Shansil EK, and Strobishans PRO SK.

Аннотация

Кукуруза-самая распространенная зерновая культура в нашей стране, а также во всем мире. Как и в случае с другими сельскохозяйственными культурами, существуют и болезни кукурузы. Наиболее часто наблюдаемыми заболеваниями кукурузы являются пузырчатая и пыльная головня. Для борьбы с этими заболеваниями, помимо соблюдения всех агротехнических мероприятий, применяют химические препараты. К таким препаратам относятся Tanoshans sdq, chansil EK, strobishans Pro SK.

Keywords: corn, heat-loving, blast, powdery mildew, fungicides, fungal diseases.

Ключевые слова: кукуруза, теплолюбивый, пузырчатая головня, пыльная головня, фунгициды, грибковые заболевания.

Кукуруза относится к группе однолетних зерновых растений, является наиболее распространенной зерновой культурой в нашей республике. Хотя кукуруза чаще всего выращивается и в Мексике, ее родиной считается Южная Америка.

Кукуруза-теплолюбивое растение. Именно поэтому это растение чаще всего высаживают в теплых и высокогорных зонах нашей страны. Практически во всех отраслях народного хозяйства используется урожай кукурузы.

20% урожая кукурузы, выращиваемой во всем мире, используется в качестве продовольствия, 20%-в технических целях, а 60%-в других отраслях народного хозяйства, в том числе для кормления сельскохозяйственных животных. Поэтому

кукуруза играет особую роль в развитии животноводства в сельском хозяйстве.

Условия в нашей стране благоприятные для выращивания кукурузы, и можно получить урожай с этого растения два раза в год. Как и другие сельскохозяйственные культуры, кукуруза имеет бактериальные и грибковые заболевания. Эти заболевания приводят к тому, что кукуруза не развивается и, как следствие, к снижению урожайности. Наиболее часто наблюдаемыми у кукурузы являются болезни пузырчатая и мучная головня, которые наносят наибольший ущерб. [1, с. 56]

При пузырчатой головне на растении кукурузы образуются опухоли, болезнь называется пузырчатая головня, потому что эти опухоли имеют форму пузыря. Эти опухоли образуются на стеблях

и шишках. Когда на стебле образуются опухоли, стебель ломается, и поэтому стеблевая форма болезни мочевого пузыря более опасна. Опухоли сначала твердые, покрываются слоем серовато-белого цвета, а по мере развития на них образуются трещины. Внутри этих трещин в виде черной пыли созревают хламидоспоры, созревшие хламидоспоры распространяются по окружающей среде и заражают здоровые растения. Эти хламидоспоры устойчивы к зимним холодам, способны сохранять жизнеспособность в течение 7-8 лет. Возбудители болезни заражают и полностью уничтожают урожай зерновых.

Пузырчатая головня является возбудителем болезни *Ustilago zae* Under. это гриб. [2, с. 29] Возбудители этого заболевания не заражают корневую систему кукурузы

Пузырчатая головня кукурузы наносит большой ущерб густым насаждениям. Первые ростки кукурузы становятся устойчивыми к этому заболеванию, болезнетворные хламидоспоры заражают растение кукурузы только при образовании 3-4 листьев, развитие которых ускоряется при нормальной температуре 18-20 градусов и при выпадении дождя.

Пузырчатая головня широко распространена в Шеки - Загатайской и Губа - Хачмазской зонах Азербайджана

Пыльная головня-одно из распространенных заболеваний кукурузы в початках. В отличие от болезни мочевого пузыря, болезнь мучнистой росы возникает только на коротких стеблях и метелках кукурузы. Зараженные клещи превращаются в черную массу овально-конической формы. С другой стороны, из-за этих болезнетворных микроорганизмов венки темнеют, высыхают и опадают.

Возбудителем пыльной головни является грибок *Sorosporium reilianum*. Споры созревают в виде черной пыли на венках и кукурузный початок, созревшие споры распространяются по окружающей среде и заражают здоровые растения. Урожайность зараженных этим заболеванием растений падает до 20%. Будь то возбудители болезни пылевого споры или возбудители болезни пузырчатого споры, зимуют в почве на растительных остатках. Перезимовавшие хламидоспоры (пузырчатая головня) и телиоспоры (пыльная головня) начинают действовать при повышении температуры воздуха. Эти болезнетворные микроорганизмы не заражают корневую систему кукурузы.[2, с. 31]

В целях борьбы с этими болезнями в первую очередь следует убрать с участка растительные

остатки. На участках, очищенных от растительных остатков, следует проводить глубокую морозостойкую вспашку.

Следует использовать систему севооборота.

Участок должен быть очищен от сорняков

Удобрения и их нормы должны быть подобраны правильно

Семена перед посадкой необходимо обработать препаратом

В качестве посадочного материала следует использовать устойчивые сорта [3, с. 36]

В соответствии с почвенно-климатическими условиями каждой зоны следует соблюдать сроки посева и глубину посева семян, так, на глинистых почвах семена следует сеять на глубину 4-5 см, а на легких-6-8 см.[4, с. 41]

В период вегетации на участках, зараженных пузырчатой и пыльной головней, следует проводить химическую борьбу, с этой целью следует использовать фунгициды. [5, с. 22] Фунгициды оказывают разрушительное действие на грибы и споры гриба. С целью борьбы с этими болезнями кукурузы в основном используются профилактические, то есть встречные фунгициды. К таким привлекательным фунгицидам можно отнести следующие.

1. Tanoshans sdq-2-х компонентные фунгициды, обладающие профилактическим лечебным и противоспорообразующим действием.

2. Фунгициды, обладающие системным действием для защиты зерновых культур Chansil EK, в том числе кукурузы, от болезней мочевого пузыря и мучнистой росы

3. Strobishans PRO SK-при заболеваниях зерновых культур

Опрыскивание одним из этих фунгицидов целесообразно проводить в том случае, если у одного растения наблюдаются болезни мочевого пузыря и пылевой бури у растения кукурузы.

Список литературы:

1. Джафаров И. Н. Болезни растений и их лечение. Баку, 2024
2. Джафаров И. Н. Сельскохозяйственная фитопатология. Баку, 2001
3. Гурбанов Ф. Н. Сортоведение, учебник. Баку, 2019
4. Гусейнов Н. V. Полевые культуры, учебник . Баку, 2024
5. Халилова З. Н., Исмаилзаде Н. N. Прогноз вредителей и болезней сельскохозяйственных культур. Баку, 2016

UOT 636.32/38.082

STUDY OF THE ADAPTATION CHARACTERISTICS OF YAKS AND CALVES RAISED IN LACHIN AND KALBAJAR REGIONS OF THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN

Gozalov Y.*Head of the Science Department,**Scientific Research Institute of Animal Husbandry**Goygol, Azerbaijan***Abdulazimov Y.***Researcher,**Scientific Research Institute of Animal Husbandry**Goygol, Azerbaijan*<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499232>**Abstract**

Yaks possess a range of anatomical and physiological adaptations that enable them to thrive in high-altitude environments with low oxygen levels. Key features include a high metabolic rate, acute senses, and increased heart and lung capacities, which facilitate efficient respiration and extended foraging distances. This study examines the adaptation characteristics of yaks and calves in the Lachin and Kalbajar regions of Azerbaijan.

Keywords: yak, adaptation, biological features, body size, live mass.

INTRODUCTION

Animal husbandry, one of the primary sectors of agriculture, plays a vital role in meeting the population's demand for livestock products. A significant global challenge that has emerged in recent years, exacerbated by international tensions, is food security. It is increasingly recognized as a strategic priority for nation-states. To feed the world's growing population, which is projected to reach 9.3 billion by 2050, food production must increase by 70% compared to current levels.

In Azerbaijan, to address the population's demand for livestock products, various laws and regulations have been enacted. Currently, the country is 86% self-sufficient in meat and meat products. The annual meat demand per person is 78 kg, while in 2023, local production met only 43.5 kg per capita. Including imported meat, this figure rises to 48 kg, indicating that the demand for meat is still unmet.

To close this gap, it is essential to explore alternative breeding areas that suit the country's natural climatic conditions. One promising approach is the introduction of animal species capable of utilizing grasslands in mountainous areas, which have long been underused. In many other countries, yaks have been successfully introduced for this purpose.

In December 2022, 100 yaks were brought to Azerbaijan and placed in the mountainous regions of the Kalbajar-Lachin economic district. In 2024, additional 117 yaks were introduced, including 101 females with their offspring and 16 calves. These yaks are expected to contribute significantly to local livestock production, utilizing previously untapped mountain pastures.

The reason why the yaks brought to our republic are grown in the mountainous areas of the Kalbajar-Lachin economic district is that the mountainous terrain of Kyrgyzstan, the homeland of the yaks, is suitable for the climatic conditions (table 1; photo 1).

Table 1**Structure of the vessel**

Gender composition and age groups	Current status by 2022
	Head count
Producing yaks	5
Mothers	95
Total:	100

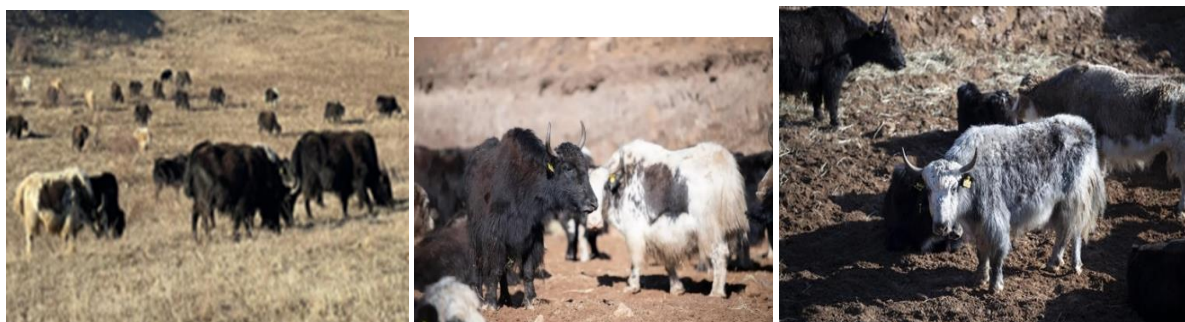


Photo 1. Yaks brought to Azerbaijan (<https://report.az/ask/azerbaycana-qirgizistandan-damazliq-meqsedile-100-bas-yak-getirilib/>)

The yak (*Bos grunniens*), a type of cattle, is well adapted to harsh environments and is less demanding in terms of food. Yaks primarily graze on pasture plants and possess a highly developed sense of smell, superior to that of other animals. Their flexible, thin lips allow them to forage effectively, even during the coldest winters, enabling them to find plants buried beneath 10-20 cm of snow.

In the wild, yaks inhabit the Tibetan mountains, thriving at altitudes of 4,000-5,000 meters above sea level. Domesticated yaks, however, are more widely distributed, found in India, China, Altai, Buryat-Mongolia, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Uzbekistan, and Tajikistan. Yaks can live up to 25 years and are capable of adapting to climates at altitudes as low as 1,500 meters above sea level.

Yaks have a distinctive body structure, characterized by a large, heavy head that hangs low, a short neck, a broad, deep chest, and straight, flat, well-hooved feet. Their lower body is covered in dense, long hair that forms a fringe, which protects them from the cold when lying on snow or frozen ground during winter [1; 2; 3].

Yaks are late bloomers, reaching sexual maturity at 1.5-2 years of age, with growth stopping around 6-7 years. Their coats come in various colors, with black yaks featuring a light stripe along the back being common, along with shades of brown. Whitish and completely white yaks are less frequent. Female yaks typically weigh between 350-400 kg, while males weigh 400-500 kg. The meat yield is 45-48% for both males and females, and up to 48-52% for fattened animals, depending on the level of fatness.

Each year, 3-4 kg of wool can be obtained from adult yaks, with more than half consisting of mohair. This wool is used to produce fabrics and other valuable products. Compared to cattle, yak skin is thicker and heavier but tends to be looser.

The quality indicators of yak meat surpass those of beef. For instance, yak meat contains 20 g of protein per 100 g, compared to 18.6 g in beef (see Table 1). Additionally, yak milk has a fat content ranging from 5.0% to 9%, which is on average 1.2-4.7% higher than cow's milk (table 2).

Table 2

Quality indicators of beef and yak meat, per 100 g

Meat quality indicators	Beef	Yak meat
Energy value, kcal	218	112
Protein, g	18,6	20
Oil, g	16	3,5
Water, g	64,5	75,3

Yak meat is richer in macro and micro elements than beef (table 3).

Table 3

The amount of mineral substances in beef and yak meat, per 100 g

Minerals	Beef	Yak meat
Potassium, mg	326	339
Calcium, mg	9	12
Phosphorus, mg	188	216
Iron, mg	2,7	3
Iodine, mcg	7	7

The amount of calcium and phosphorus in yak meat exceeds that in beef by 3 mg and 28 mg per 100 g of meat, respectively.

Each year, 3-4 kg of wool is harvested from adult yaks, with more than half consisting of mohair. This wool is used to create fabrics and other valuable products. Yak skin, in comparison to cattle, is heavier, thicker, and looser.

Courtship among yaks begins early in the fall, with the Bosphorus cycle lasting 257 days, or approximately 8.5 months. Calving occurs in the spring. Newborn yaks can stand shortly after birth and have until the cold weather arrives to gain strength and grow. During their first year, calves stay warm under their dam's long fur. At birth, a yak weighs between 13-15 kg, and by the end of its first year, its weight increases tenfold. The young yak is exclusively fed with its mother's milk for the first month, after which it gradually starts grazing.

Yak milk yield is generally low, averaging 500-600 kg annually. However, with optimal feeding and care, yields can reach 700-800 kg or more. The fat content of yak milk is around 9% [4; 5; 6; 7]

MATERIAL AND METHODOLOGY OF SCIENTIFIC RESEARCH WORK

The research was conducted following the methodology outlined by R. Sh. Ipgit and A. E. Lushenko in "Yak Breeding" (2021) [8]. The study took place at the Farm of the Northern Regional Office of "Azeragrar State Production and Processing Union" LLC. The research focused on three yak breed female animals kept in the Lachin and Kalbajar districts.

The objective of this scientific research was to investigate the distribution of yaks in the mountainous areas of the Lachin and Kalbajar regions, their adaptation characteristics, phenotypic indicators of their offspring, and to monitor their developmental dynamics. The aim is to increase the yak population and meet the demand for meat. Additionally, the research seeks to explore the potential for developing new hybrids in the future [9; 10].

RESULTS AND ANALYSIS

Scientific research began in early 2023. The yaks and their offspring were weighed, and body measure-

ments were recorded (see Table 2; Photo 2). Hair samples were collected from various parts of their bodies to analyze the oiliness and composition of their fur coats in the laboratory. Additionally, the grasses available in the yaks' feeding areas were identified.

Two male cubs were born from the yaks. Both cubs are in excellent health, with their colors meeting the species' standards: their bodies are black, and their heads are also black.

- Dam yak No. KG 00045/2627 gave birth to calves weighing 15 kg on May 11, 2023.

- Dam yak No. KG 00045/2638 gave birth to calves weighing 12 kg on May 15, 2023.

At one month of age, the calves were weighed and measured (table 4; photo 2). The calf that weighed 15 kg at birth now weighs 28 kg, while the calf that weighed 12 kg at birth now weighs 17 kg.

Table 4

Characteristics of yaks						
Indicators						
Inventory number KG 00045/2601, gender female, age 2.5, color black						
Live weight, kg	Straight length of the body, cm	Left length of the body, cm	chest, cm	Chest width, cm	Withers height, cm	The height of the ear, cm
150	124	122	143	26	104	103,5
Inventory number KG 00045/2627, gender female, age 3.5, color black						
190	148	145	160	34	105	109
Inventory number KG 00045/2638, gender female, age 3.0, color black						
165	134	130	150	29	105	109



Photo 2. Taking body measurements near the dam

In some male yaks, the height at the withers can reach up to 135 cm, while female yaks can be even taller (table 5; photo 3).

Table 5

Phenotypic indicators of yak cubs at 1 month of age

Indicators	Yak with inventory number KG 00045/2627	Yak with inventory number KG 00045/2638
Live weight, kg	28	17
Color	black ball	black ball
Straight length of the body, cm	72	63
My chest, cm	76	65
The length of the forehead, cm	20	12
Width of forehead, cm	12	10
Chest width, cm	15	12
Flank girth, cm	14	12
Left length of the body, cm	270	210
Wither's height, cm	64	50
The height of the ear, cm	66	52
Back width, cm	20	15



Photo 3. Calves weighing and body measurements

In the next phase of the scientific research, the focus will be on studying the growth and development dynamics of the calves. Additionally, the chemical composition of the dams' milk and blood will be analyzed, and the degree of oiliness of the fur will be examined in the laboratory. The results will be compared with those of other cattle breeds.

Results

1. The age of the Yaks has been determined. Inventory No. KG 00045/2601 2.5, Inventory No. KG00045/2627 3.5, Inventory No. KG 00045/2638 are 3 years old.

2. The live weight of the mother with Inventory No. KG 00045/2601 was 150 kg, the live weight of the mother with Inventory No. KG00045/2627 was 190 kg, and the live weight of the mother with Inventory No. KG 00045/2638 was 165 kg.

3. The stock number KG 00045/2627 was 15 kg at birth and 28 kg at the age of 1 month. Daily weight gain is 433 g.

4. The stock number KG 00045/2638 was 12 kg at birth and 17 kg at the age of 1 month. Daily weight gain is 166 g.

5. The types of plants that the yaks use more for feeding have been determined. Among them, Gray meadow grass, Watermelon, Fodder grass, Garden leaf, Wild clover, Gangal, Nettle, Three-eared clover, Jil

grass, Mountain grass, Uvulik, Amenkomejji, Chain grass, etc. can be shown.

References:

1. <https://azertag.az/2453171>.
2. Мəmmədov Q.Ş, Xəlilov M.Y. Ekoloqların məlumat kitabı. Bakı, Elm nəş., 2003, 516 s.
3. Антипов В.А. Проблемы адаптации импортного молочного скота. /В.А.Антипов, А.Я.Сапунов, А.Н.Турченко, Н.Ю.Басова // М.: изд., Вестник РАСХН, 2009, № 5. - с. 70 - 72.
4. Багиров В. Генетические ресурсы животноводства. /Вугар Багиров// М.: Животноводство России, изд., ООО Издательский дом "Животноводство", 2008, № 2. - с.10-12.
5. <https://report.az/ask/azerba...>
6. Гончарова Н. Адаптация импортного скота [Текст] / Н.Гончарова, Л.Кибалко, Н.Ткачёва // Животноводство России. 2009. № 6, с. 43 - 44.
7. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%BA>.
8. Иргит Р.Ш, Луценко А.Е. Яководство: учебное пособие. Кызыл, изд., ТувГУ, 2021, 131 с.
9. http://plemsk.ru/images/doc/moloko/met_ocenki_tel_mol_s_kot.pdf.
10. Qiu Q, Zhang G, Ma T and others. The yak genome and adaptation to life at high altitude. Nat Genet. 2012, vol. 44, №8, pp. 946-949.

ARTS

CHARACTERISTIC FEATURES OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THROAT SINGING AND DANCE IN THE TRADITIONAL CULTURE OF THE ALTAI PEOPLE

Tokov N.

Master's student

Kazakh National Academy of Choreography

Saitova G.

Candidate of Art History, Professor

Kazakh National Academy of Choreography

ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОСВЯЗИ ГОРЛОВОГО ПЕНИЯ И ТАНЦА В ТРАДИЦИОННОЙ КУЛЬТУРЕ АЛТАЙЦЕВ

Токов Н.Э.

Магистрант

Казахской национальной Академии хореографии

Сайтова Г.Ю.

Кандидат искусствоведения, профессор

Казахской национальной Академии хореографии

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499234>

Abstract

The article explores the relationship between throat singing and Altai dance as integral elements of Altai's cultural tradition. The authors view throat singing as an ancient art form used to connect with nature and the spiritual world, emphasizing how this musical phenomenon intertwines with dance, which symbolizes the bond between humans and natural forces through movement. Special attention is given to the synergy of sound and motion, where throat singing enhances the emotional depth of the dance, while the dance elements add an additional dimension to the music. The article also highlights the role of these traditions in modern culture, their revival, and adaptation in contemporary performances, which help preserve Altai's cultural heritage for future generations.

Аннотация

Статья исследует взаимосвязь горлового пения и алтайского танца как неотъемлемых элементов культурной традиции Алтая. Авторы рассматривают горловое пение как древнее искусство, которое используется для связи с природой и духовным миром, а также подчеркивают, как это музыкальное явление переплетается с танцем, который через движения символизирует связь человека с природными силами. Особое внимание уделяется синергии звука и движения, где горловое пение усиливает эмоциональную составляющую танца, а танцевальные элементы придают музыке дополнительную глубину. Статья также отмечает роль этих традиций в современной культуре, их возрождение и адаптацию в современных исполнениях, что помогает сохранить культурное наследие Алтая для будущих поколений.

Keywords: throat Singing, cultural tradition, synergy of sound, dance elements

Ключевые слова: горловое пение, культурная традиция, синергия звука, танцевальные элементы

Взаимовлияние между музыкальными и танцевальными традициями присутствует во многих культурах мира. Среди традиционных культур особое место занимает горловое пение, которое характерно для ряда тюркских, монгольских и коренных народов Сибири. Востоковед-тюрколог, доктор исторических наук, профессор, С.И. Вайнштейн, исследуя археолого-этнографический регион Тувы горловое пение, писал, что «горловое пение первоначально возникло в Саяно-Алтае у древних кочевников в горностепных районах бассейна Верхнего Енисея, т.е. в том ареале, где уже в первом тысячелетии жили древнетюркские племена - непосредственные предки тувинского народа» [1].

Оно представляет собой уникальную технику вокала, при которой певец одновременно издаёт несколько звуков, создавая эффект многоголосия. Основной смысл горлового пения заключается в подражании звукам природы: шуму реки, ветра, пению

птиц или рёву животных. Оно часто считается частью культурного наследия и имеет ритуальное, духовное или культурное значение. Также может использоваться в шаманских практиках, в народных праздниках или как средство передачи мифов и историй.

Народы Центральной Азии – казахи и киргизы в горловом пении имеют определенные названия. Так, например, в казахской традиции - «күркіреме» или еще называют «көмеймен эн айту дәстүрі», в киргизской - «төкелеш». Обратим внимание на тот факт, что горловое пение распространённо было только у Восточно-Казахстанских казахов» [2]. Горловое пение шло в сопровождение древнего инструмента «кобыз». Так называемая форма «сыр», в котором передается горловое пение идентичен форме гортанного пения каракалпакского народа. В пении в основном передавался народный эпос. В

тоже время здесь горловое пение, часто сопровождало шаманские пляски и народные игры [3].

Тематика исполняемых песен напрямую связана с танцами, отражая традиции и обряды. У сибирских коренных народов якутов и ненцев горловое пение «хомус» («комус») используется как в ритуальных, так и в народных танцах. Музыка также помогает передать дух природы и культурные традиции. В тибетской и монгольской культуре горловое пение «хумминг» и танцы часто исполняются вместе в ритуалах и праздниках, создавая атмосферу восторга и духовного единства.

У эскимосских и инуитских народов через горловое пение «кья» или «ингу» переплетаясь с танцами и поэзией, создают уникальные ритуалы, которые описывают жизнь, быт и окружающую среду.

Горловое пение встречается и у народов банту и зулу, проживающих на территории Западной и Центральной Африки.

Приведенные примеры демонстрируют богатства горлового пения и его синтеза с танцевальными, поэтическими традициями. Ведь. Пение, музыка и танец служат единым культурным выражением, создавая весомое влияние на идентичность народа, ритуалы, праздники и обычаи. Это взаимовлияние помогает сохранять традиции и культуру.

Среди многих народов, в культуре которого встречается горловое пение и танец – это алтайцы. Два элемента культурного выражения взаимосвязаны и часто дополняют друг друга. Безусловно, это гармония человека и природы. Горловое пение «кай» в алтайской традиции является важной частью духовной практики и культурной идентичности алтайцев. Это уникальный сплав, передающихся из поколения в поколение, является ярким примером культурного наследия и, не только отражает связь человека с природой, но и передает особый взгляд на мир, пронизанный уважением к окружающей среде и её законам. «Кай» выполняет как эстетическую, так и ритуальную функцию. Воспринимая связь с духами природы, через песнопение, алтайцы обращаются к духам гор, рек и лесов, чтобы заручиться их поддержкой или выразить благодарность. «Кай» – это искусство исполнения героических сказаний алтайского народа. Часто оно сопровождается игрой на традиционных музыкальных инструментах – топшууре (щипковый инструмент с двумя волосяными струнами) и комусе» (язычковый инструмент), реже – бубном. Играв на музыкальном инструменте, сказитель-кайчы не только ведет повествование, но и озвучивает особым горловым пением топот копыт лошадей, пение птиц, кукование кукушки, звон ударов сабеля» [4]. Фактически – это сакральный процесс, где кайчы вначале произносит слова благопожелания духам Алтая и благословляет инструмент топшуур. Во время исполнения он входит в особое состояние, где его душа становится участником сказания. Люди, слушающие кай, испытывают сильные эмоции. Процесс сказания может длиться в течении нескольких дней [5].

В практике горловое пение встречается в различных стилях. Например, низкий гортанный звук, напоминающий гудение относят к стилю Кархыраа; высокий и мелодичный звук, напоминающий свист ветра – Сыгыт; мягкое и глубокое звучание, символизирующий равновесие природы – Хоомей.

Безусловно, каждый из стилей требует от исполнителя-кайчы, большого мастерства в процессе дыхания и резонирования, чтобы создать несколько звуков одновременно. Это может включать использование различных резонирующих полостей в горле, ротовой полости и носу. Горловое пение позволяет производить низкие и высокие тона одновременно, создавая гармонические обертоны и «прихваты» (или «перегрузки»). Проводя сравнительный анализ обычного пения с горловым, мы приходим к выводу, что в обычном вокале (академическом или народном) техника пения включает управление высотой, динамикой и интонацией для создания единого звучания, сохраняя чистоту нот.

Техника исполнения горлового пения, зависит от внутреннего состояния, широкого спектра эмоций, которые могут быть усилены танцевальными движениями. Танец создает визуальный контекст, который помогает передать те чувства и образы, выражающие в музыке. Например, трепетные движения в танце могут сочетаться с медленным, меланхоличным горловым пением, создавая мощный эмоциональный эффект. Тематика горлового пения и танцев может пересекаться. Песни часто рассказывают о мифах, легендах и воспоминаниях, которые также могут быть отражены через танцевальные жесты и движения, погружая зрителя в местный фольклор и традиционную историю. Известно, одна из древнейших форм культурного самовыражения, которая, в отличие от танцев светского характера, служит для сакральных, ритуальных целей – ритуальный танец. В первобытных и традиционных обществах танец являлся неотъемлемой частью религиозных и магических обрядов, нацеленных на достижение гармонии между человеком и миром духов, природой и космосом. Такие танцы не только демонстрировали физические навыки танцоров, но и передавали глубокий символический смысл, часто выражая важные идеи о цикличности жизни, связи с природой и единстве общины. Многие исследования доказали, символика и форма ритуального танца варьируются в зависимости от культуры, но общая цель у них одна – посредством движений и ритмов установить контакт с сакральным. Например, в некоторых культурах ритуальные танцы исполнялись для привлечения удачи на охоте, в других – для защиты от злых духов или для обеспечения плодородия земли. Ритуальный танец стал для многих народов основой духовной практики и способом сохранить культурное наследие, передавая через него ценности, верования и традиции от одного поколения к другому. В нашем случае гармония музыки, горлового пения и танца – был частью магических и религиозных обрядов. Шаманские практики, распространенные среди коренных народов Сибири, Северной Аме-

рики, Центральной Азии и других регионов, представляют собой одну из древнейших форм ритуальных танцев. В шаманизме танец используется как средство достижения трансового состояния, которое необходимо для общения с духами природы, предков или божеств. Шаманские танцы включают повторяющиеся ритмы и специфические движения, которые погружают как шамана, так и участников в измененное состояние сознания, отличное от повседневного. В культурах народов Сибири шаманские танцы сопровождалась звуками бубна, ритмы которого символизировали биение сердца Земли и помогали шаману войти в транс. Бубен, а также другие атрибуты шамана, такие как маски и костюмы животных, играли роль символов, соединяющих шамана с миром духов. В этих танцах шаман мог принимать облик животных, таких как орел или медведь, что позволило ему стать «посредником» между мирами и получить защиту для общины.

Повторимся, горловое пение требует физической подготовки и контроля дыхания, что также важно для танцевальных движений. У алтайцев танец и пение могут быть звуковыми и физическими выражениями одного и того же культурного кода, где оба требуют высоких показателей мастерства и преданности традиции.

Выводы. Хотелось бы обратить внимание на то, что звук сильно влияет на состояние человека. Независимо от национальности, когда он слушает музыку, все начинают говорить в один голос: «Нас что-то будоражит внутри! Что-то просыпается внутри нас!». К сожалению, некоторые традиции были утеряны и только в XX веке начали постепенно восстанавливать то богатое наследие, которое было оставлено предками. Мы поддерживаем мнение Надежды Ултуграшевой о том, что «горловое пение - это загадочное явление природы, олицетворение мира и человека в этом мире» [5, с.34]. Алтайцы не исключение. Сегодня горловое пение и алтайский танец остаются важными элементами культурной идентичности алтайского народа. Однако в условиях глобализации существует риск утраты этих уникальных традиций. Чтобы сохранить это наследие, создаются фольклорные ансамбли, проводятся фестивали и мастер-классы. И самое важное, преемственность традиций продолжают в стенах школ, университетах, где передают уникальный вид искусства – горловое пение и игру

на национальных инструментах. Говоря о ритуальных танцах, можно сказать - сегодня ритуальные танцы сохраняют свое значение, даже несмотря на изменения их форм и контекста. В условиях глобализации и быстрого изменения культурных традиций ритуальные танцы исполняются на театральных сценах и культурных фестивалях, где они адаптируются для широкой аудитории.

В настоящее время главная цель – пробудить в современной молодежи вкус к их родной музыке, к звучанию инструментов их предков. Учитывая, что молодых музыкантов больше интересует возможность направить внимание современности к истории, обратить внимание к истокам и не давать забыть значение традиционной музыки. Многие современные этно, фольклорные ансамбли используют мультисинкретизм. Соединяя разные жанры словесных, кай, кюи, танцы и др.

Горловое пение и алтайский танец — это не просто отдельные виды искусства. Они тесно связаны между собой и часто исполняются вместе, создавая мощное впечатление на зрителей. Танцы под сопровождение горлового пения становятся своеобразным ритуалом, объединяющим человека, музыку и движение. Эти виды искусства передают философию человечества, в основе которой лежит уважение к природе и её силам. Они учат молодое поколение гармонии, внутреннему спокойствию и умению слушать окружающий мир.

Список литературы:

1. Вайнштейн С.И. Мир кочевников Центра Азии. – М.: Наука, 1991. – 296 с.
2. Алматов А.Н. Жыр керуені (естеліктер, лебіздер, сұхбаттар, арнаулар). – Астана: «Сарыарка» баспасы, 2016. – 672 б
3. Турсунов Е. Возникновение баксы, акынов, сэри и жырау. – Астана: Фолиант, 1999. – 256 с.
4. Кай (пение) – интернет-ресурс: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения 07.12.2024)
5. Ултуграшева Н.Т. Взаимосвязь религии и искусства «горлового пения» в этнокультурной истории Саяно-Алтая. ... Автореф. Специальности 24.00.02 на соиск. Доктора исторических наук., Хакасский гос.унив. им. Н.Ф. Катанова, 2000. – 42 с.

ECONOMIC SCIENCES

EXPERTISE OF INVESTMENT PROJECTS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Bekimbetova G.

*DSc, Head of "Economics and Management" department
Tashkent State University of Economics, Islam Karimov, 49, 100003 Tashkent, Uzbekistan
<https://orcid.org/0000-0002-0982-5741>
<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499236>*

Abstract

In this article discusses the examination of investment projects using artificial intelligence (AI). It describes the main methods and approaches to project analysis, and provides a literature review, including the works of foreign, Russian and Uzbek authors. It also considers the world experience of using AI in various countries and analyzes the situation in Uzbekistan for the period 2019-2024 with an emphasis on quantitative indicators.

Keywords: expertise, investment projects, artificial intelligence, analysis, world experience, Uzbekistan.

Introduction

Investment project expertise is an important stage in the investment decision-making process. In recent years, artificial intelligence has become an indispensable tool that significantly improves the quality and speed of analysis. This article discusses the main methods of investment project expertise using AI, and analyzes examples of application in different countries and in Uzbekistan.

Literature Review

In the book "Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset. Wiley" by A.Damodaran describes various tools and techniques for evaluating investment projects, including traditional methods and their adaptation to modern conditions¹. Authors T.Koller, M.Goedhart, & D.Wessels discuss a holistic approach to evaluating companies and projects, including the use of AI for forecasting². The classic textbook "Principles of Corporate Finance. McGraw-Hill" by R.A. Realey, S.C. Myerst & F. Allen, which examines the basic principles of evaluating investment projects and their financial analysis³. Author M. Choudhry examines the impact of AI on financial services, including methods for evaluating investment projects⁴. The classic work by B.Graham & D.L.Dodd is devoted to methods of analysis and evaluation of investment projects with an emphasis on practical application⁵.

If we consider the analysis of Russian authors on this topic, we can note that the author V.Kovalev examines methods of business assessment in Russia, including the use of AI in project assessment⁶. Author

G.V.Savitskaya, the book offers a systematic approach to the analysis and evaluation of investment projects, including the use of modern technologies⁷. S.A.Petrov discusses modern methods of analyzing investment projects, including the use of machine learning⁸.

Domestic authors such as A.B.Rakhimov consider the specifics of assessing investment projects in Uzbekistan, taking into account local conditions⁹. Author R.M.Makhmudov discusses methods of analysis with an emphasis on the specifics of the Uzbek market and the use of AI¹⁰. I.T.Aripov examines modern assessment methods adapted to the conditions of Uzbekistan, including the use of AI¹¹. The author D.A.Sadikov explores innovative methods and tools for the examination of investment projects using modern technologies¹².

World experience

The issue of global experience in assessing investment projects using artificial intelligence (AI) covers many aspects, including the use of technologies in various industries, successful examples and existing barriers.

Finland is actively implementing AI in the agribusiness sector. The use of machine learning to predict yields and optimize resources has become a standard in the industry. For example, using AI to analyze weather and soil data allows farmers to make more informed decisions. In Japan, AI is used to monitor plant health and manage irrigation. Technologies such as drones and sensors help farmers improve productivity and reduce costs. Singapore applies vertical farming and hydroponics, using AI to manage climate and resources. This

¹ A.Damodaran Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset. Wiley, 2012.

² T.Koller, M.Goedhart, & D.Wessels Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies. Wiley, 2020.

³ R.A.Brealey, S.C.Myers, & F.Allen Principles of Corporate Finance. McGraw-Hill, 2017.

⁴ M.Choudhry The Future of Finance: How AI is Changing the Financial Services Industry. Wiley, 2018.

⁵ B.Graham, & D.L.Dodd Security Analysis: Principles and Techniques. McGraw-Hill, 2008.

⁶ В.Ковалев Оценка бизнеса: теория и практика. Эксмо, 2015.

⁷ Г.В.Савицкая, Анализ и оценка инвестиционных проектов. ИНФРА-М, 2018.

⁸ С.А.Петров Инвестиционный анализ и оценка проектов. КНОРУС, 2020.

⁹ А.Б.Рахимов Инвестиционные проекты: оценка и управление. Ташкент, 2016.

¹⁰ Р.М.Махмудов Анализ инвестиционных проектов в условиях рынка Узбекистана. Узбекский государственный университет, 2019.

¹¹ И.Т.Арипов Методы оценки инвестиционных проектов в Узбекистане. Ташкент, 2021.

¹² Д.А.Садиков Инновационные подходы к оценке инвестиционных проектов. Ташкент, 2022.

allows for the efficient use of limited land resources and increases yields. The Smart Agronomy program actively supports startups in this area. Norway applies AI to fisheries management. Fish population monitoring algorithms help prevent resource overload and ensure sustainable development of aquaculture. Georgia is introducing modern technologies to improve the investment climate. Anti-corruption reforms and support for

startups in the agricultural sector contribute to the development of new projects, where AI plays an important role in risk analysis. In the USA, AI is actively used in the financial sector to analyze investment projects. The use of big data and machine learning allows for improved forecasts and more informed investment decisions.

Table #1.

Examples of AI application in investment project assessment¹³

Sectors			
Financial sector:	Manufacturing sector:	Trade:	Scientific research:
Royal Bank of Scotland uses AI to analyse text and handle customer complaints, improving service quality and efficiency. Goldman Sachs uses machine learning algorithms to analyze financial data and predict market trends to help make investment decisions.	Honda uses AI to predict parts demand and optimize logistics, resulting in significant cost savings and improved inventory management. Siemens is implementing AI into manufacturing processes to improve efficiency and reduce equipment maintenance costs.	Amazon uses AI to analyze customer behavior and automate processes, improving the user experience and increasing the speed of service.	Stanford University is using AI to predict forest fires, helping manage natural resources and prevent environmental disasters.

According to a study conducted by the analytical center TAdviser, more than 85% of large organizations have already implemented or are piloting AI initiatives, which indicates a high level of penetration of AI technologies in business. Forecasts show that by 2030, about 70% of companies will implement at least one type of AI technology, which will lead to a significant increase in global GDP¹⁴.

Despite positive examples, AI implementation also faces a number of barriers:

High costs of technology implementation remain a major barrier for many organizations.

The shortage of skilled workers and the difficulty of integrating AI into existing business processes are also significant challenges.

Studying global experience in the field of investment project assessment using AI can provide valuable information for optimizing processes and increasing efficiency in various industries. Successful examples of AI application in companies such as Amazon, Honda and Royal Bank of Scotland demonstrate the potential of technology for business transformation.

Research methodology.

Table #2.

SWOT analysis of the use of AI in the examination of investment projects¹⁵

Strengths	Weaknesses
Increasing the accuracy of analysis Speed of information processing Reducing the human factor Predictive abilities Adaptability	High initial investment Integration challenges Lack of qualified personnel Limited data Security risks
Opportunities	Threats
Growing interest in AI Government support Development of technology Market expansion Cooperation with scientific institutions	Competition Changes in legislation Technological risks Public mistrust Economic instability

This SWOT analysis will help assess the prospects and risks of using AI in investment project assessment, as well as develop strategies to minimize them.

Analysis and research results.

Since 2019, Uzbekistan has been actively developing and implementing strategies for the digitalization of the economy, including the use of AI in the examination of investment projects. In 2021, the Law "On the

¹³Prepared by the author.

¹⁴А.В.Киселев Перспективы использования искусственного интеллекта в инвестиционной деятельности промышленных предприятий - Вестник Алтайской академии экономики и права (научный журнал), № 4, 2021 год.

¹⁵Prepared by the author.

Digitalization of the Economy" was adopted, which had a positive impact on the investment climate.

According to the analysis of digital indicators, it is necessary to note the following achievements: in 2019, the volume of foreign investments amounted to 4.5 billion dollars. In 2020, the introduction of AI in 20% of government programs began, according to project assessments. In 2021, the launch of the Digital Uzbekistan program began, increasing the use of AI in the financial sector by 30%.

In 2022, the number of AI startups increased by 50%, indicating a growing interest in new technologies. And of course, in 2023, more than 100 projects using AI were accepted in various industries, including agriculture and finance, and based on the results for the coming years, an increase in investment in AI by 15% is expected, which will contribute to improving the examination of investment projects.

It should be noted that the introduction of new technologies contributes to the increase of transparency and efficiency of the decision-making process. However, to achieve sustainable results, it is necessary to continue to develop the infrastructure and train specialists in this area.

Conclusion

Expertise of investment projects using artificial intelligence opens up new horizons for increasing the efficiency and accuracy of analysis. The experience of foreign countries demonstrates that the integration of AI into project assessment processes is becoming a key factor in successful investment management. Uzbekistan is actively moving in this direction, which promises to improve the investment climate and accelerate economic development.

References:

1. A.Damodaran Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset. Wiley, 2012.
2. B.Graham, & D.L.Dodd Security Analysis: Principles and Techniques. McGraw-Hill, 2008.
3. M.Choudhry The Future of Finance: How AI is Changing the Financial Services Industry. Wiley, 2018.
4. R.A.Brealey, S.C.Myers, & F.Allen Principles of Corporate Finance. McGraw-Hill, 2017.
5. T.Koller, M.Goedhart, & D.Wessels Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies. Wiley, 2020.
6. А.Б.Рахимов Инвестиционные проекты: оценка и управление. Ташкент, 2016.
7. А.В.Киселев Перспективы использования искусственного интеллекта в инвестиционной деятельности промышленных предприятий - Вестник Алтайской академии экономики и права (научный журнал), № 4, 2021 год.
8. В.Ковалев Оценка бизнеса: теория и практика. Эксмо, 2015.
9. Г.В.Савицкая, Анализ и оценка инвестиционных проектов. ИНФРА-М, 2018.
10. Д.А.Садиков Инновационные подходы к оценке инвестиционных проектов. Ташкент, 2022.
11. И.Т.Арипов Методы оценки инвестиционных проектов в Узбекистане. Ташкент, 2021.
12. Р.М.Махмудов Анализ инвестиционных проектов в условиях рынка Узбекистана. Узбекский государственный университет, 2019.
13. С.А.Петров Инвестиционный анализ и оценка проектов. КНОРУС, 2020.

*Dosmambetova G.**DBA program doctoral candidate ALMAU, Kazakhstan***МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПРАКТИКИ ПОДДЕРЖКИ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА***Досмамбетова Г.**докторант программы DBA, Алматы Менеджмент Университет, Казахстан*<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499238>**Abstract**

This article examines international practices of supporting small and medium-sized businesses (SMEs) in developed countries. An analysis of various approaches to public and private support for SMEs is conducted, including credit guarantees, business incubators and educational programs. The main goal of the study is to identify successful international support models that can be adapted to the conditions of Kazakhstan. The results show that a combined approach involving public and private initiatives contributes to the creation of a sustainable and competitive entrepreneurial environment. The article also offers prospects for further research aimed at developing adapted SME support tools in Kazakhstan.

Аннотация

В данной статье рассматриваются международные практики поддержки малого и среднего бизнеса (МСБ) в развитых странах. Проведён анализ различных подходов к государственной и частной поддержке МСБ, включая кредитные гарантии, бизнес-инкубаторы и образовательные программы. Основной целью исследования является выявление успешных международных моделей поддержки, которые могут быть адаптированы для условий Казахстана. Результаты показывают, что комбинированный подход с участием государственных и частных инициатив способствует созданию устойчивой и конкурентоспособной предпринимательской среды. Статья также предлагает перспективы дальнейших исследований, направленных на развитие адаптированных инструментов поддержки МСБ в Казахстане.

Keywords: small and medium business, support for entrepreneurship, international practices, government initiatives, business incubators, Kazakhstan, adaptation, economic development.

Ключевые слова: малый и средний бизнес, поддержка предпринимательства, международные практики, государственные инициативы, бизнес-инкубаторы, Казахстан, адаптация, экономическое развитие.

Введение

Малый и средний бизнес (МСБ) играет ключевую роль в развитии экономики, обеспечивая рост занятости, внедрение инноваций и формирование конкурентоспособной среды. На глобальном уровне МСБ составляет значительную часть экономической активности, внося вклад в развитие как национальных, так и международных рынков. В современных условиях вопросы поддержки малого и среднего бизнеса приобретают особую актуальность, поскольку именно эти предприятия наиболее восприимчивы к экономическим изменениям и кризисам.

Многие страны мира разрабатывают и внедряют различные программы и инструменты поддержки МСБ, учитывая национальные особенности и потребности экономики. Международные практики включают широкий спектр мер, таких как налоговые льготы, доступ к кредитованию, субсидии и обучение предпринимателей. Эти меры призваны создать благоприятные условия для развития бизнеса, обеспечить его устойчивость и адаптацию к изменениям.

Цель данной статьи – исследование международных практик поддержки малого и среднего бизнеса, а также выявление успешных подходов, которые могут быть адаптированы для

Казахстана. В рамках исследования будет проведён анализ различных моделей поддержки, реализованных в развитых странах, а также оценка их применимости в условиях казахстанской экономики. Особое внимание будет уделено выявлению тех механизмов, которые обеспечивают устойчивое развитие бизнеса и могут быть применены для повышения конкурентоспособности малых и средних предприятий в Казахстане.

Статья включает обзор существующей литературы по международным практикам поддержки МСБ, результаты анализа лучших мировых моделей и рекомендации для дальнейшего развития системы поддержки в Казахстане.

1. Обзор литературы**1.1 Подходы к поддержке МСБ в развитых странах**

Малый и средний бизнес (МСБ) занимает важное место в экономике развитых стран, таких как США, Германия, Япония, и играют значительную роль в поддержании устойчивого роста и создания рабочих мест. В большинстве развитых стран поддержка МСБ основывается на систематизированном подходе, включающем меры финансового и нефинансового характера. Основными инструментами государственной поддержки являются

налоговые льготы, субсидии, программы кредитования, доступ к технологиям и образовательные инициативы [1, с. 15-20].

США являются одной из стран, где поддержка МСБ является неотъемлемой частью экономической политики. Основным органом, занимающийся поддержкой малого бизнеса, – это Управление по делам малого бизнеса (SBA), которое оказывает всестороннюю помощь, включая гарантии по кредитам, консультативные услуги и программы развития. Особое внимание уделяется доступу к финансированию. Программы гарантирования кредитов позволяют малым предприятиям получать средства, которые они не смогли бы привлечь самостоятельно, так как коммерческие банки считают такие займы высоко рискованными [2, с. 112-116].

Кроме того, США активно применяют программы субсидирования обучения и повышения квалификации для предпринимателей. Эти программы помогают бизнесменам адаптироваться к меняющимся условиям рынка и повышать эффективность своей деятельности. Важной частью поддержки также является создание так называемых бизнес-инкубаторов, которые предоставляют малым предприятиям доступ к ресурсам и инфраструктуре для старта и дальнейшего роста [3, с. 45-50].

Германия применяет интегрированный подход к поддержке малого бизнеса, в котором акцент делается на сочетании финансовых мер с нефинансовыми. В частности, KfW Bankengruppe – национальный банк развития – предоставляет льготные кредиты и программы финансовой поддержки для МСБ. Германия также развивает программы, направленные на стимулирование инновационной активности малого бизнеса, что поддерживается через субсидии и гранты для исследований и разработок [4, с. 78-83]. Важную роль играет участие различных отраслевых ассоциаций и региональных органов в разработке и реализации программ поддержки, что позволяет учитывать специфику отдельных регионов и секторов экономики [5, с. 90-95].

Япония также имеет долгую историю поддержки малого бизнеса, что обусловлено культурными и экономическими особенностями страны. Государственные и частные финансовые учреждения предоставляют кредитные программы, направленные на поддержку малого бизнеса, особенно в период экономических кризисов. Одна из ключевых инициатив – программа гарантированного кредитования, позволяющая малым предприятиям получать доступ к средствам без необходимости предоставления значительного залога [6, с. 103-107]. Япония также уделяет внимание поддержке в области инноваций и внедрения технологий, что способствует интеграции малых предприятий в высокотехнологичные цепочки поставок [7, с. 122-125].

В странах Европейского Союза поддержка МСБ реализуется через комплексную политику, основанную на Стратегии ЕС для малого бизнеса, из-

вестной как Small Business Act. В рамках этой стратегии предусмотрены налоговые льготы, льготное кредитование, а также обучение и консалтинг для предпринимателей. Особое внимание уделяется поддержке инноваций и цифровизации малого бизнеса, что позволяет им адаптироваться к вызовам глобализации и технологических изменений [8, с. 130-135].

Таким образом, поддержка малого и среднего бизнеса в развитых странах основывается на многоуровневых подходах, которые включают финансовую, консультационную и образовательную помощь. Разнообразие подходов позволяет учитывать особенности отдельных секторов и регионов, а также адаптироваться к изменениям во внешней среде. В результате создаются благоприятные условия для устойчивого роста и повышения конкурентоспособности малых и средних предприятий, что вносит значительный вклад в экономику данных стран.

1.2 Роль государственных и частных инициатив

Поддержка малого и среднего бизнеса (МСБ) в развитых странах часто основывается на комбинации государственных и частных инициатив, каждая из которых вносит свой вклад в создание благоприятных условий для развития и роста малых предприятий. Государственные программы обычно направлены на устранение барьеров для доступа к финансированию и созданию благоприятной правовой и институциональной среды. В то же время, частные инициативы играют ключевую роль в обеспечении устойчивого роста и конкурентоспособности МСБ, особенно в условиях динамично меняющейся экономики.

Государственные инициативы в развитых странах охватывают широкий спектр мер, включая кредитные гарантии, налоговые льготы и субсидии. Основная задача таких программ заключается в облегчении доступа к капиталу, что позволяет МСБ развиваться и расширять свои операции даже в условиях ограниченной ликвидности [1, с. 45-50]. Например, в США Управление по делам малого бизнеса (SBA) предоставляет гарантии по кредитам для малых предприятий, что снижает риски для коммерческих банков и стимулирует их к кредитованию. Аналогичные программы существуют и в странах Европейского Союза, где через региональные и национальные банки развития МСБ получают доступ к льготным кредитным ресурсам [8, с. 30-35].

Частные инициативы также играют важную роль в поддержке малого бизнеса, зачастую предлагая более гибкие и адаптивные решения, чем государственные программы. Частные венчурные фонды, бизнес-ангелы и акселераторы обеспечивают финансирование на ранних стадиях развития, когда традиционные банки не готовы принимать высокие риски. Кроме того, частные компании, такие как консалтинговые фирмы и бизнес-инкубаторы, предоставляют малым предприятиям доступ к знаниям и ресурсам, необходимым для успешного старта и масштабирования [9, с. 18-22].

Комбинирование государственных и частных инициатив обеспечивает комплексный подход к поддержке МСБ. Например, в Германии государственные банки (такие как KfW Bankengruppe) работают в партнерстве с частными финансовыми учреждениями для создания совместных программ кредитования и грантов, направленных на поддержку инновационной активности МСБ. Подобные инициативы позволяют использовать как государственные ресурсы, так и рыночные механизмы, что создает более устойчивую основу для развития малого бизнеса.

Таким образом, взаимодействие государственных и частных инициатив играет важную роль в поддержке малого и среднего бизнеса, обеспечивая доступ к финансированию, знаниям и инфраструктуре. Такой подход позволяет снизить риски и повысить шансы на успех для малых предприятий, а также способствует устойчивому развитию и повышению их конкурентоспособности в условиях глобальной экономики.

1.3 Уроки и лучшие практики для развивающихся стран

Развивающиеся страны, сталкиваясь с различными экономическими вызовами, могут извлечь значительные уроки из опыта развитых государств в вопросах поддержки малого и среднего бизнеса (МСБ). Лучшие международные практики, такие как создание институциональной инфраструктуры, программы кредитования с государственной поддержкой, а также развитие бизнес-инкубаторов и акселераторов, могут быть адаптированы для местных условий, обеспечивая устойчивое развитие экономики и создание новых рабочих мест.

Одним из главных уроков для развивающихся стран является необходимость создания устойчивой инфраструктуры для поддержки предпринимателей. Развитые страны, такие как Германия и США, активно инвестируют в развитие сети бизнес-инкубаторов и акселераторов, что способствует повышению уровня предпринимательских навыков и доступа к необходимым ресурсам. В развивающихся странах использование бизнес-инкубаторов может помочь преодолеть такие барьеры, как нехватка знаний, недостаток доступа к капиталу и сложная регуляторная среда [10, с. 55-60].

Также важным уроком является необходимость обеспечения доступа к финансированию для МСБ через государственные и частные программы. В развивающихся странах часто наблюдается дефицит доступных финансовых ресурсов для малого бизнеса, что существенно ограничивает его потенциал. В этом контексте успешными примерами могут служить программы гарантированного кредитования, которые активно используются в Японии и США для снижения рисков кредиторов и облегчения доступа предпринимателей к финансированию [6, с. 70-75]. Создание аналогичных программ в развивающихся странах могло бы стимулировать рост предпринимательства и расширить доступ к капиталу для начинающих предпринимателей.

Одним из самых значимых уроков является необходимость усиления образовательных программ и обучения для предпринимателей. В развитых странах, таких как Нидерланды и Великобритания, государственные и частные учреждения активно занимаются образовательными программами, направленными на повышение компетенций предпринимателей. Эти программы включают не только профессиональное обучение, но и консультативную поддержку, что способствует более эффективному развитию бизнеса и его устойчивости [11, с. 80-85]. Развивающиеся страны могли бы извлечь пользу из создания аналогичных программ, ориентированных на развитие ключевых компетенций, необходимых для управления и роста бизнеса.

Таким образом, внедрение уроков и лучших практик развитых стран, таких как создание бизнес-инкубаторов, обеспечение доступа к кредитным ресурсам и образовательным программам, может сыграть важную роль в поддержке малого и среднего бизнеса в развивающихся странах. Адаптация этих инструментов под местные условия поможет создать благоприятную среду для предпринимательства и обеспечить устойчивое развитие экономики.

2. Результаты и обсуждение

В результате проведенного анализа международных практик поддержки малого и среднего бизнеса (МСБ) можно сделать несколько важных выводов, которые могут быть полезными для адаптации в условиях развивающихся экономик, таких как Казахстан. Основные аспекты успешной поддержки МСБ, выявленные в ходе исследования, включают государственное финансирование, развитие инфраструктуры поддержки и образовательные программы для предпринимателей.

Первый и, возможно, самый значительный аспект – это многоуровневая поддержка через государственное финансирование и гарантии кредитов. Развитые страны, такие как США и Япония, обеспечивают доступ к капиталу для малых предприятий через государственные программы гарантирования кредитов, что минимизирует риски для частных кредиторов и позволяет увеличить доступность финансирования для предпринимателей. Такие программы оказывают заметный позитивный эффект на развитие бизнеса, способствуя его росту и стабильности, особенно в кризисные периоды. Это является жизненно важным элементом поддержки, который может эффективно использоваться и в Казахстане для стимулирования развития малого и среднего бизнеса, особенно в условиях ограниченного доступа к капиталу.

Второй важный аспект – развитие инфраструктуры поддержки, включая бизнес-инкубаторы, акселераторы и кластеры. Развитые страны, такие как Германия и Нидерланды, создали прочную сеть бизнес-инкубаторов, которые предоставляют начинающим предпринимателям доступ к ресурсам, знаниям и финансированию. Такие учреждения помогают малым предприятиям преодолеть начальные сложности и получить поддержку на первых этапах развития. В Казахстане внедрение подобной

инфраструктуры поддержки может сыграть значительную роль в создании благоприятной предпринимательской экосистемы, особенно в отдаленных регионах, где доступ к услугам и информации ограничен.

Третий ключевой элемент успешной поддержки МСБ – образовательные и консультативные программы. В развитых странах особое внимание уделяется обучению предпринимателей, повышению их квалификации и адаптации к современным требованиям рынка. Такие программы включают обучение в сфере управления финансами, маркетинга, стратегического планирования и использования цифровых технологий. Эти меры способствуют повышению устойчивости бизнеса и обеспечивают его готовность к адаптации в условиях изменяющейся экономики. Для Казахстана создание образовательных инициатив, направленных на развитие предпринимательских навыков и инновационного мышления, может оказаться крайне полезным, способствуя повышению общей конкурентоспособности МСБ.

Анализ также показал важность сочетания государственных и частных инициатив в создании эффективной поддержки МСБ. В странах с развитой экономикой правительство часто работает в партнерстве с частными компаниями и финансовыми учреждениями, что обеспечивает доступ к разнообразным источникам финансирования и услугам поддержки. Такой подход позволяет использовать все преимущества государственного регулирования и частного предпринимательства, создавая более гибкую и эффективную систему поддержки. В Казахстане подобное партнерство может стать эффективным инструментом для привлечения частных инвестиций и развития программ поддержки, учитывающих потребности конкретных отраслей и регионов.

Наконец, стоит отметить важность адаптации международного опыта к местным условиям. Различия в законодательной, культурной и экономической среде требуют учета местных особенностей при внедрении зарубежных практик. Например, механизмы поддержки, которые успешно функционируют в США, не всегда могут быть напрямую перенесены в Казахстан из-за различий в финансовых системах и доступе к капиталу. Таким образом, важно адаптировать лучшие международные практики, опираясь на местные реалии и учитывая особенности экономики и потребностей предпринимателей.

Подводя итог, можно сказать, что поддержка малого и среднего бизнеса требует многоуровневого подхода, включающего доступ к финансированию, инфраструктуру поддержки, образовательные программы и государственно-частные партнерства. Успешная адаптация международного опыта позволит Казахстану создать устойчивую и конкурентоспособную экосистему для МСБ, что, в свою очередь, станет основой для долгосрочного экономического роста и повышения благосостояния населения.

3. Выводы и дальнейшие перспективы исследования

В результате проведенного анализа международных практик поддержки малого и среднего бизнеса (МСБ) можно сделать следующие ключевые выводы. Во-первых, многоуровневая государственная поддержка, включающая кредитные гарантии и доступ к финансированию, играет критически важную роль в обеспечении устойчивого развития МСБ. Во-вторых, развитие инфраструктуры поддержки, такой как бизнес-инкубаторы и акселераторы, а также реализация образовательных программ, способствует улучшению условий для старта и роста малых предприятий. В-третьих, эффективное сочетание государственных и частных инициатив создает синергетический эффект, который обеспечивает комплексную поддержку и повышает устойчивость бизнеса.

Для Казахстана применение уроков международного опыта требует адаптации с учетом местных особенностей, таких как экономические условия, законодательные барьеры и культурные аспекты. Внедрение поддерживающих механизмов, способных учитывать эти особенности, станет залогом успешного развития МСБ и укрепления их конкурентоспособности на международном уровне.

Дальнейшие перспективы исследования заключаются в углубленном анализе специфических барьеров и возможностей для МСБ в Казахстане, а также в разработке адаптированных инструментов поддержки, которые позволят улучшить экономическое положение малых и средних предприятий. Особое внимание следует уделить исследованию региональных особенностей и потенциальных возможностей для частно-государственного партнерства, способного более эффективно развивать предпринимательство в стране.

Заключение

Поддержка малого и среднего бизнеса (МСБ) является важным элементом устойчивого экономического роста. Международные практики показывают, что успешное развитие МСБ возможно через многоуровневую государственную поддержку, частные инициативы и развитую инфраструктуру. Казахстан может адаптировать эти подходы, учитывая национальные особенности, для создания благоприятной предпринимательской среды, повышения конкурентоспособности бизнеса и стимулирования экономического роста.

Список литературы:

1. Johnson, M. (2020). *Financial Support Mechanisms for SMEs in Developed Economies*. Cambridge University Press.
2. Smith, L., & Brown, J. (2019). *Small Business Administration and its Role in the U.S. Economy*. Harvard Business Review, 112-116.
3. Williams, T. (2018). *Incubators and Accelerators in Small Business Development*. Oxford University Press.

4. Müller, R. (2021). *Innovation Support for SMEs in Germany*. European Journal of Economics, 78-83.
5. Schneider, F., & Weber, H. (2017). *Regional Support Programs for SMEs in Germany*. Springer, 90-95.
6. Nakamura, Y. (2019). *Credit Guarantee Schemes in Japan*. Journal of Japanese Economic Studies, 103-107.
7. Suzuki, M. (2020). *Technological Integration of SMEs in Japan*. Tokyo University Press, 122-125.
8. European Commission. (2018). *Small Business Act for Europe*. EU Publications, 130-135.
9. Smith, L., & Brown, J. (2019). *Private Initiatives and Venture Capital for SMEs*. Harvard Business Review.
10. Adams, R. (2021). *Business Incubators and SME Development in Emerging Markets*. Routledge.
11. Taylor, S., & Clarke, D. (2020). *Entrepreneurship Education for Sustainable Development*. Palgrave Macmillan.

HISTORICAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF THE IMAGE OF A CIVIL SERVANT IN KAZAKHSTAN AND THE CIS COUNTRIES

Iskakov O.

DBA program doctoral candidate ALMAU, Kazakhstan

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ИМИДЖА ГОССЛУЖАЩЕГО В КАЗАХСТАНЕ И СТРАНАХ СНГ

Искаков О.

докторант программы DBA, Алматы Менеджмент Университет, Казахстан

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499240>

Abstract

This article examines the historical aspects of the development of public service in Kazakhstan and the CIS countries. The study covers key stages of the transformation of public service, from the Soviet period to contemporary reforms aimed at increasing transparency, accountability, and management efficiency. It analyzes the specific features of public service reform in various CIS countries, including the implementation of digital technologies, the development of professional training programs, and the establishment of assessment systems for public servants. Special attention is given to the evolution of the image of public servants, reflecting changes in public perception and trust in governmental institutions. The results of the study emphasize the importance of integrating modern management practices and technologies to form a positive image of public servants, as well as identifying the main challenges and prospects for the further development of public service in the region.

Аннотация

В данной статье рассматриваются исторические аспекты развития государственной службы в Казахстане и странах СНГ. Исследование охватывает ключевые этапы трансформации государственной службы, начиная с советского периода и заканчивая современными реформами, направленными на повышение прозрачности, ответственности и эффективности управления. Анализируются особенности реформирования государственной службы в различных странах СНГ, включая внедрение цифровых технологий, развитие профессиональной подготовки и системы аттестации государственных служащих. Особое внимание уделяется эволюции имиджа государственных служащих, отражающейся в изменении общественного восприятия и доверия к государственным институтам. Результаты исследования подчеркивают важность интеграции современных управленческих практик и технологий для формирования позитивного имиджа государственных служащих, а также выявляют основные вызовы и перспективы дальнейшего развития государственной службы в регионе.

Keywords: historical development, public service, Kazakhstan, CIS countries, reform, public servants' image, digitalization, professional training, transparency, management efficiency.

Ключевые слова: историческое развитие, государственная служба, Казахстан, страны СНГ, реформирование, имидж государственных служащих, цифровизация, профессиональная подготовка, прозрачность, эффективность управления.

1. Введение

Имидж государственных служащих является ключевым элементом эффективного государственного управления, влияющим на уровень доверия граждан к государственным институтам и качество предоставляемых услуг. Историческое развитие имиджа госслужащих в Казахстане и странах СНГ отражает значительные политические, экономические и социальные трансформации, происходившие в регионе на протяжении последних десятилетий. Переход от советской системы государственного управления к независимым национальным моделям сопровождался необходимостью реформирования государственной службы и формирования нового образа государственных служащих, ориентированного на прозрачность, ответственность и эффективность.

Изучение исторических аспектов формирования имиджа госслужащих позволяет выявить ключевые этапы и факторы, влияющие на

восприятие государственных служащих обществом. В Казахстане и странах СНГ этот процесс был обусловлен как внутренними реформами, так и внешними влияниями, включая глобализацию и развитие информационных технологий. Роль медиа и общественного мнения также сыграла значительную роль в формировании и эволюции имиджа государственных служащих, способствуя созданию более открытых и доступных коммуникационных каналов между государством и гражданами.

Цель данного исследования заключается в анализе исторических этапов развития имиджа государственных служащих в Казахстане и странах СНГ, а также в выявлении общих тенденций и уникальных особенностей, характерных для каждой из стран региона. Для достижения этой цели будет рассмотрен ключевые периоды реформирования государственной службы, оценено влияние политических и экономических изменений на восприятие госслужащих, а также

проанализирована роль медиа и общественного мнения в процессе формирования имиджа.

Таким образом, данное исследование направлено на глубокое понимание исторических факторов, формировавших имидж государственных служащих, что позволит разработать эффективные стратегии для улучшения восприятия государственных институтов и повышения доверия граждан к государственным служащим в современном контексте.

3. Историческое развитие государственной службы в странах СНГ

Историческое развитие государственной службы в странах СНГ представляет собой сложный и многослойный процесс, отражающий переход от централизованной советской модели к разнообразным национальным системам управления. После распада Советского Союза в 1991 году каждая из стран СНГ столкнулась с необходимостью реформирования государственной службы для адаптации к новым политическим, экономическим и социальным условиям [6, с. 120-125]. Этот переход сопровождался внедрением принципов демократического управления, повышения прозрачности и подотчетности государственных служащих перед населением.

В России процесс реформирования государственной службы начался с принятия Федерального закона «О государственной гражданской службе Российской Федерации» в 2004 году, который установил правовые основы государственной службы, определил статус государственных служащих и внедрил систему аттестации [7, с. 80-85]. Данный закон способствовал созданию профессиональной и эффективной государственной службы, ориентированной на выполнение общественных функций и обеспечение стабильности государственного управления.

В Беларуси реформирование государственной службы также получило существенное развитие после обретения независимости. Введение новых законодательных актов направлено на повышение квалификации государственных служащих, развитие системы оценки эффективности и создание условий для карьерного роста [8, с. 90-95]. Особое внимание уделяется внедрению современных управленческих практик и технологий, что способствует повышению прозрачности и эффективности государственного управления.

Украина, столкнувшись с необходимостью глубокой трансформации государственного аппарата, предприняла ряд шагов по реформированию государственной службы. Введение антикоррупционных мер, развитие системы аттестации и повышение уровня профессиональной подготовки служащих стали ключевыми направлениями реформ [9, с. 100-105]. Эти меры направлены на создание прозрачной и ответственной государственной службы,

способной эффективно реагировать на вызовы времени и удовлетворять потребности граждан.

В Казахстане процесс реформирования государственной службы начался с перехода к независимой национальной модели управления. Введение принципов открытости, ответственности и профессионализма стало основой для формирования нового имиджа государственных служащих [10, с. 110-115]. Цифровизация государственных услуг и развитие электронных платформ существенно изменили взаимодействие государственных служащих с населением, повысив доступность и качество предоставляемых услуг.

Кыргызстан и Таджикистан также предприняли шаги по реформированию государственной службы, ориентированные на повышение эффективности и прозрачности управления. Внедрение новых образовательных программ, развитие системы оценки эффективности и повышение уровня ответственности служащих способствуют созданию профессиональной и ориентированной на гражданскую службу государственной службы [11, с. 130-135]. Эти изменения направлены на укрепление доверия населения к государственным институтам и улучшение качества государственного управления.

Таким образом, историческое развитие государственной службы в странах СНГ демонстрирует динамичный процесс адаптации к новым управленческим стандартам и вызовам современности. Успешное реформирование государственной службы зависит от сочетания правовых, институциональных и культурных факторов, направленных на повышение эффективности и доверия к государственным институтам. В каждой из стран СНГ этот процесс имеет свои особенности, обусловленные историческим, культурным и экономическим контекстом, что подчеркивает необходимость разработки индивидуальных стратегий реформирования государственной службы для достижения устойчивого развития и повышения качества государственного управления.

5. Заключение

В ходе исследования были проанализированы исторические этапы развития государственной службы в Казахстане и странах СНГ, что позволило выявить ключевые трансформации и факторы, влияющие на формирование имиджа государственных служащих. В Казахстане переход от советской системы к независимой национальной модели управления сопровождался значительными реформами, направленными на повышение прозрачности, ответственности и профессионализма государственных служащих. Аналогичные процессы наблюдались и в других странах СНГ, каждая из которых адаптировала реформы в соответствии с собственными политическими, экономическими и социальными условиями.

Историческое развитие государственной службы в странах СНГ характеризуется стремлением к интеграции современных управленческих

практик и технологий, что способствует повышению эффективности государственного управления и укреплению доверия населения. Внедрение электронных государственных услуг, развитие системы аттестации и повышение квалификации служащих стали ключевыми направлениями реформ, направленными на создание профессиональной и ориентированной на гражданскую службу государственной службы.

Эволюция имиджа государственных служащих в Казахстане и странах СНГ отражает общие тенденции глобализации и цифровизации, а также уникальные национальные особенности. Формирование позитивного имиджа государственных служащих стало результатом сочетания законодательных изменений, институциональных реформ и культурных факторов, направленных на повышение уровня доверия граждан к государственным институтам. Важную роль в этом процессе играют медиа и общественное мнение, которые способствуют созданию прозрачных и доступных коммуникационных каналов между государством и обществом.

Таким образом, исторический анализ развития государственной службы в Казахстане и странах СНГ демонстрирует успешные примеры адаптации к новым управленческим стандартам и вызовам современности. Однако для дальнейшего укрепления имиджа государственных служащих необходимо продолжать реформы, направленные на повышение прозрачности, подотчетности и профессионализма, а также активно использовать современные технологии и управленческие практики. Это позволит создать устойчивую и эффективную систему государственного управления, способную удовлетворять потребности граждан и обеспечивать стабильное развитие общества.

Список литературы:

1. Абдуллин, А. М. История государственной службы в Казахстане. Алматы: Издательство Назарбаева Университета, 2010. – 320 с.
2. Ким, Е. Н. Реформы государственного управления в постсоветском пространстве. Москва: Научный мир, 2015. – 250 с.
3. Тулебаева, Г. С. Цифровизация государственных услуг в Казахстане: проблемы и перспективы. Астана: Университет ИТ, 2020. – 200 с.
4. Султанов, Р. А. Профессиональная подготовка государственных служащих в Казахстане. Алматы: Академический Проект, 2018. – 180 с.
5. Байкенов, Т. К. Эволюция государственной службы в Казахстане: от СССР до современности. Алматы: Издательство "Фолиант", 2022. – 220 с.
6. Абдуллин, А. М. Реформирование государственной службы в постсоветских странах. Москва: Издательство «Наука», 2019. – 350 с.
7. Смагин, Б. Н. Законодательные основы государственной службы в России. Москва: Государственное издательство, 2018. – 200 с.
8. Ким, Е. Н. Реформы государственного управления в Казахстане и Беларуси. Алматы: Издательство Назарбаева Университета, 2020. – 250 с.
9. Ефимова, В. М. Цифровизация государственной службы в странах СНГ: вызовы и перспективы. Санкт-Петербург: Издательство «Питер», 2021. – 180 с.
10. Султанова, Е. Л. Профессиональное развитие государственных служащих в СНГ. Минск: Белорусское государственное издательство, 2022. – 220 с.
11. Григорьев, Т. К. Коррупция и подотчетность в государственной службе стран СНГ. Киев: Издательство «Либідь», 2023. – 190 с.

ANALYSIS OF INFANT MORTALITY IN THE REPUBLIC OF ARMENIA USING MULTIVARIATE STATISTICAL METHODS

Fidanyan L.

PhD in Economics, Associate Professor, Armenian State University of Economics

Arakelyan R.

Lecturer, Armenian State University of Economics

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499242>

Abstract

Mortality and particularly infant mortality is one of the most important indicators of state's socio-economic development and welfare level, as well as the population's health condition and a quality of life evaluation. It allows to get the right understanding about the accessibility, quality and efficiency of medical care in the given country.

Considering the fact that in the last two decades a significant decline of birth rate is witnessed worldwide, the preservation of the life of each newborn became a major value and state-wide strategic objective. Consequently, in each country conducting research aiming at studying the tendencies and causes of infant mortality rate becomes strictly important, to which this report is dedicated.

Keywords: demographic situation, infant mortality, quality of life, regression analysis, coefficient of determination.

When studying population mortality of a particular country, special attention is paid to the analysis of the mortality of children under one year of age (infant mortality), because according to that indicator it is possible to judge about the socio-economic situation of the country, region. Actually, all the factors, be it economical, or social and environmental, affect the health and life of the newborn. That is why infant mortality rate in

any country is considered as comprehensive characteristic of quality of life [5, page 13].

Infant mortality rate in the Republic of Armenia during 2000-2022 with certain fluctuations demonstrated a tendency of stable decline. During the observed period the intensity level of infant mortality rate decreased by 57,1 % (the average annual rate of increase amounted to -3,8 %), and absolute value decreased around 2.2 times (by 54,8 %).

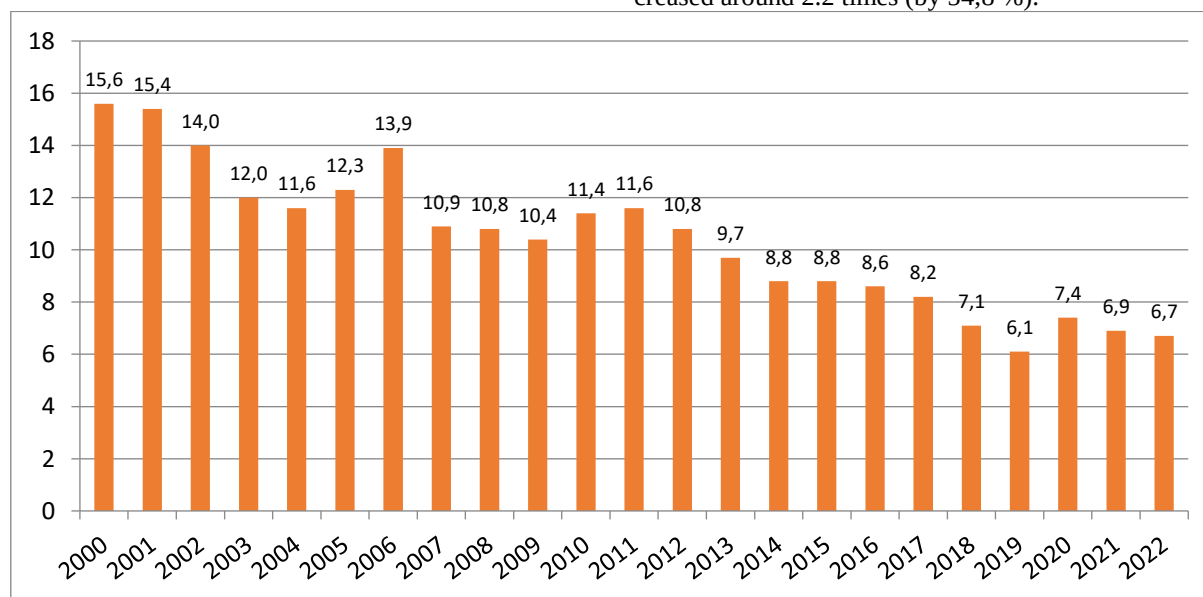


Chart 1. The dynamics of infant mortality in Republic of Armenia during 2000-2022 [2, page 79]

In the mentioned period the lowest infant mortality rate was registered in 2019 and amounted to 6.1 %. It is evident from the Chart 1 that during the observed period the variation of the levels of studied indicator had different tendencies. Thus, during 2000-2004 the indicator decreased by 25.6 %, amounted to 11.6 ‰, during 2005-2006 at a slow pace increased again by 19.8 %, amounted to 13.9 ‰. After 2006 with insignificant fluctuations the infant mortality rate demonstrated a tendency of stable decline. Remarkable is the fact that, if during the period of 2000-2011, the intensity

level of infant mortality rate decreased by 25,6 %, then during the period of 2012-2022 it already decreased by 38 %.

We can conclude that decline of the infant mortality rate at such pace is caused not only by improved state of health of pregnant women, women in labour and newborns, but by other demographic factors, as well as by profound revision of care and treatment for newborns in the first days of life. Based on the rating scale of the infant mortality rate we can state that it is at a low level, as it is less than 20‰ [8, page 114].

From the point of view of demographic situation estimation, the study of changes of infant mortality rate according to the gender also have a particular importance (Chart 2). As worldwide in the Republic of

Armenia the following regularity is observed: the mortality rate of boys under one year of age is much higher than that of girls.

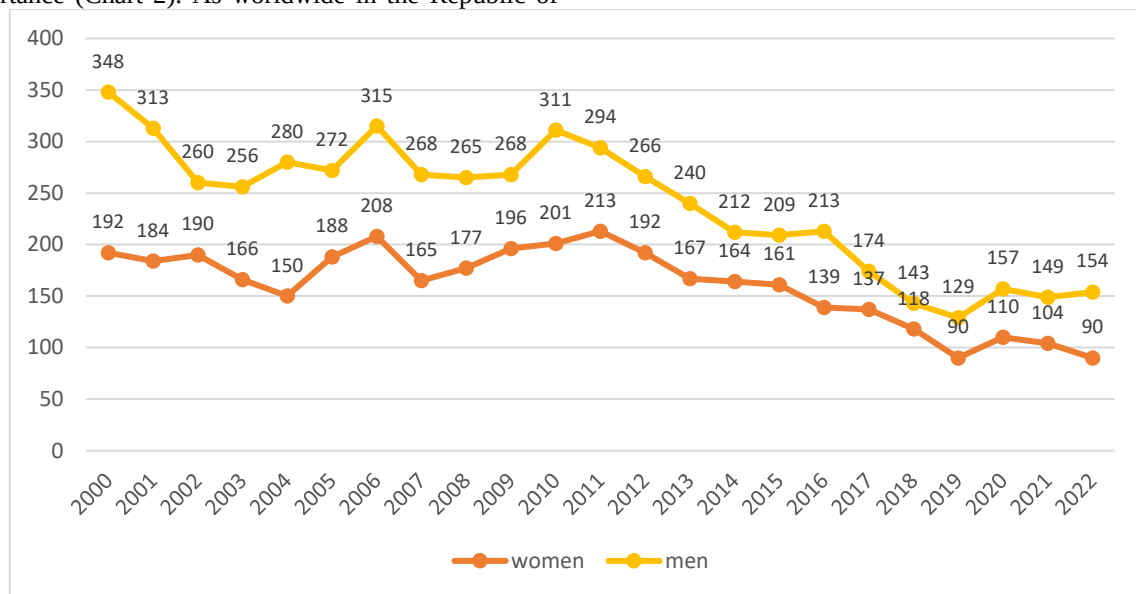


Chart 2. Infant mortality according to the gender during 2000-2022 [2, page 80].

From the data of Chart 2 it appears that during the period under consideration the number of both deceased girl and boys under one year of age has decreased significantly, respectively by 53.1 % and 55,7 %.

If in 2000 among deceased children under one year of age the specific weight of girls amounted to 35,6 %, and that of boys amounted to 64,6 %, then in 2022 respectively amounted to 36,9 % and 63,1 %. As we can see, the part of deceased girls under one year of age increased by 1,3 percentage points, and that of boys vice versa decreased to the same extent. If in 2000 the mortality of girls was lower than the mortality of boys by 44.8 %, in 2010 by 35.4%, then in 2022 was already by 41.6 %.

In the Republic of Armenia, the intensity level of the infant mortality rate of urban and rural population during 2000-2022 also changed in different patterns.

Analyzing these data, we notice that infant mortality rate both on the scale of the republic, and in urban and rural settlements, and according to the gender during the period under consideration manifested a tendency of stable decline. The infant mortality rate during 2000-2022 in urban and rural settlements decreased by 53.6 % and 59.7%, respectively.

As we can see, in rural settlements this indicator decreased at a faster rate than in urban settlements, by

around 11.3 %. In general, in the Republic of Armenia in 2022 the intensity level of infant mortality rate compared to 2000 decreased by 57.1 %, which is considered to be one of the positive tendencies of the demographic situation. Despite the fact that the infant mortality rate in the Republic of Armenia is steadily declining, however, it should be noted that it is still much higher than the infant mortality rate in the world, and especially in developed European countries [4, page 321].

If until 2008, the infant mortality rate of the urban population exceeded that of the rural population (in 2000 by 19.4 %, in 2008 by 37.9 %), then, since 2009, the opposite process has already taken place, which is the infant mortality rate of the rural population has begun to exceed that of the urban population (in 2009 by 21.9 %). The biggest difference was observed in 2020, about 65.6 %. During 2010-2015, there was very little difference in the infant mortality rate, only about 4-5 %, which was maintained until 2021. In 2022 an increase by 37.5 % of infant mortality rate of the urban population was recorded again. In urban settlements the high rate of the infant mortality of children under one year of age is caused by endogenous causes (congenital defects), and in rural settlements by exogenous causes (respiratory organ diseases, infections, internal causes).

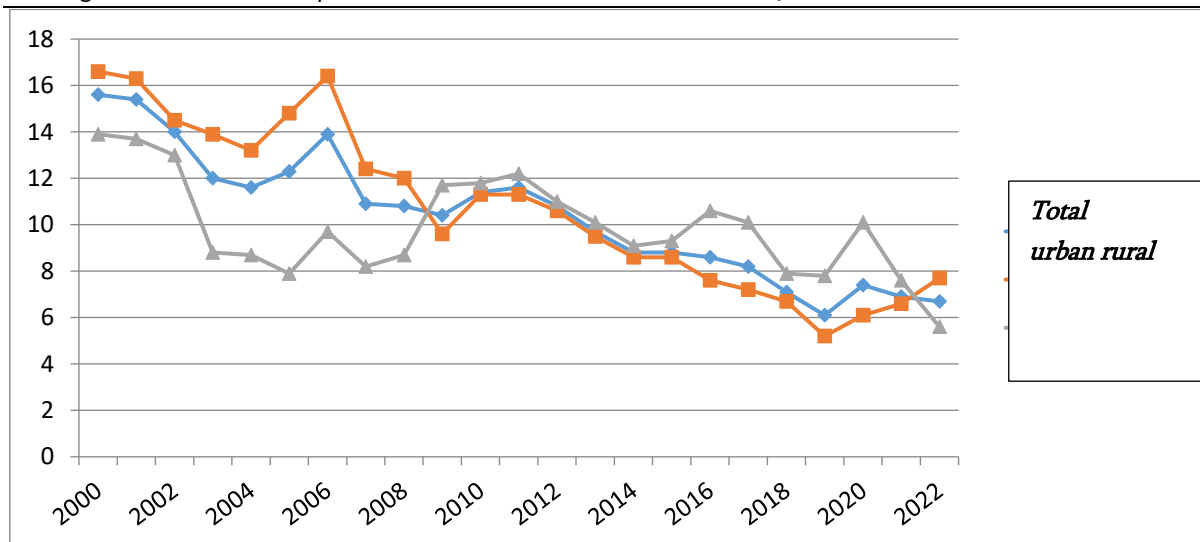


Chart 3. The dynamics of urban and rural infant mortality in 2000-2022. [2, page 79]

When observing the changes in the structure of infant mortality according to the main causes of death, it becomes clear that more than half of it, 63.3 %, is

accounted for infectious and parasitic diseases mortality, and 18.8% for congenital disorders mortality.

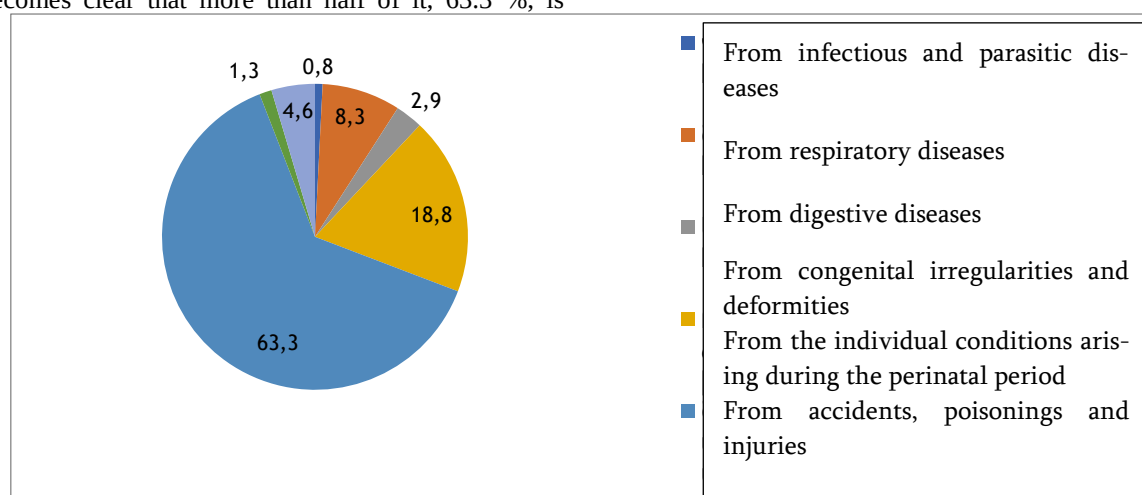


Chart 4. The structure of infant mortality in 2022 according to the main causes of death [1, page 43]

Hence, summarizing the statistical analysis of infant mortality, which is one of the most important demographic and healthcare indicators characterizing the population's quality of life, we shall perform a multistep regression analysis in order to evaluate the interdependence of the factors affecting it.

We shall distinguish the following factors for analysis:

Y – infant mortality per 1,000 liveborn births, %
 X_1 – average age of motherhood, years
 X_2 – average age of marriage for women, years
 X_3 – the number of doctors of all specializations per 10,000 inhabitants

X_4 – the number of beds previewed for pregnant women and women in labour per 10,000 women of childbearing age

X_5 – the number of diseases arising from pregnancy, childbirth and the postpartum period complications

X_6 – the number of diseases arising from individual conditions arising in the perinatal period, per 100,000 inhabitants aged 0-14 years

X_7 – maternal mortality per 100,000 liveborn births

- From infectious and parasitic diseases
- From respiratory diseases
- From digestive diseases
- From congenital irregularities and deformities
- From the individual conditions arising during the perinatal period
- From accidents, poisonings and injuries

X_8 – GDP per capita, thousand drams

X_9 – poverty rate, %

X_10 – extreme poverty rate, %

X_11 – total harmful substances released into the atmosphere, 1,000 tons

X_12 – the share of those with higher and post-graduate education in the composition of women labour resources, %.

To perform a multistep regression analysis, it is first necessary to calculate the matrix of cross-correlation coefficients [3, page 70]. From the analysis it becomes clear that there is multicollinearity between X_1 and X_2 , X_1 and X_3 , X_1 and X_6 , X_1 and X_8 , X_2 and X_{10} , X_2 and X_3 , X_2 and X_8 , X_3 and X_{10} , X_3 and X_{11} , X_5 and X_8 , X_6 and X_8 , X_8 and X_{10} coefficients (cross-correlation coefficients in absolute value exceed ± 0.80). In order for the corresponding regression coefficients of collinear variables not to be unstable in case mentioned factors are included in the model, factor X_3 was removed from the factor X_1 and X_3 , factor X_8 was removed from the factors X_1 and X_8 , because those factors had a weaker connection with resultant value. From the model were also removed

factors X_2 , X_5 and X_7 due to non-significance. Taking into account the abovementioned principles, as a result of the regression analysis performed with the help of the SPSS program, the characteristic model for the factors affecting infant mortality was obtained. Among

the factors included in the model, x_4 , x_6 and x_9 were excluded because they are not significant (Sig.= 0.220; 0.059 and 0.336).

Table 1

Stepwise regression results						
Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	24.230	12.411		1.952	.075
	x1	-.645	.414	-.442	-1.560	.042
	x4	-.177	.137	-.137	-1.295	.220
	x6	.010	.005	.401	2.083	.059
	x9	-.041	.041	-.138	-1.002	.336
	x10	.460	.301	.377	1.531	.049
	x11	.013	.005	.412	2.932	.013
	x12	-.049	.017	-.418	-2.882	.014
a. Dependent Variable: y						

In the Table 1 are shown the regression coefficient estimates, their standard errors, t-statistic values, and their significance levels.

Table 2

Model summary table					
Model Summary ^b					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.972 ^a	.945	.913	.6445	2.240

a. Predictors: (Constant), x12, x6, x9, x4, x11, x10, x1

b. Dependent Variable: y

In the Table 2 are shown the coefficients of multiple correlation and determination. Their values are high, which proves that the independent variables included in the model have a significant effect on the resultant variable.

The regression equation takes the following form:

$$\hat{Y} = 24,230 - 0,645x_1 + 0,460x_{10} + 0,013x_{11} - 0,049x_{12}$$

The results of the regression equation can be interpreted as follows.

- in case the average age of motherhood increases by 1 year, the infant mortality rate will decrease by 0.645 %,
- in case the extreme poverty rate increases by 1%, the infant mortality rate will increase by 0.460 %,
- in case the harmful substances emitted into the atmosphere increase by 1 ton, child mortality will increase by 0.013 %,
- in case the share of those with higher and post-graduate education in the composition of women labour resources increases by 1 %, infant mortality will decrease by 0.049 %.

The coefficient of determination indicates that the infant mortality rate variation by 94.5 % is due to the influence of the factors included in the model and by 5.5 % is due to the influence of other factors.

References:

1. Statistical Yearbook of Armenia - 2023, RA Statistical Committee, 2023.
2. The demographic Handbook of Armenia, RA Statistical Committee, 2023.
3. A. Ktoyan, S. Khachikyan, Statistical analysis of economic problems using SPSS package, Yeghegnadzor, 2015, p. 70
4. Fahradyan M.V., Regional problems of population structure and reproduction in RA, // Yerevan 2010, 496p.
5. Statistics of population health and healthcare / V.A. Medic, M.S. Tokmachev // Moscow, 2009, 368 p.
6. Demographic statistics, textbook, // collective of authors, Moscow, Knorus 2015, 480 p.
7. Statistical analysis and modeling of infant mortality as one of the indicators of demographic security of the regions of the Russia /I. A. Ivanova, 2014, 156p.
8. Statistical analysis of infant mortality, Petrukhina Ksenia Pavlovna, Moscow 2017, 276p.

Sagyndykova A.

DBA program doctoral candidate ALMAU, Kazakhstan

**ИННОВАЦИОННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ХЕДЖИРОВАНИЯ ФИНАНСОВЫХ РИСКОВ:
ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Сагындыкова А.

докторант программы DBA, Алматы Менеджмент Университет, Казахстан

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499244>**Abstract**

The article examines innovative tools for hedging financial risks, including algorithmic hedging, smart contracts, predictive analytics, and crowd-hedging platforms. It reviews international practices, examples of successful implementation in major companies, and prospects for their adoption in Kazakhstan. The focus is on adapting modern technologies to local conditions and developing recommendations for their integration into financial risk management practices.

Аннотация

Статья посвящена изучению инновационных инструментов хеджирования финансовых рисков, включая алгоритмическое хеджирование, смарт-контракты, прогнозную аналитику и платформы для коллективного хеджирования. Рассматриваются международный опыт, примеры их успешного применения в крупных компаниях и перспективы внедрения в Казахстане. Основное внимание уделяется адаптации современных технологий к локальным условиям и разработке рекомендаций по их интеграции в практику управления финансовыми рисками.

Keywords: hedging, financial risks, innovative tools, algorithmic hedging, smart contracts, Kazakhstan.

Ключевые слова: хеджирование, финансовые риски, инновационные инструменты, алгоритмическое хеджирование, смарт-контракты, Казахстан.

1. Введение

Финансовые риски остаются одним из ключевых вызовов для предприятий в условиях нестабильной глобальной экономики. Волатильность валютных курсов, колебания цен на сырьевые товары и изменяющиеся процентные ставки могут значительно влиять на финансовую устойчивость компаний. В связи с этим хеджирование, как инструмент минимизации таких рисков, приобретает всё большую значимость.

Традиционные инструменты хеджирования, такие как форварды, фьючерсы, опционы и свопы, широко используются предприятиями по всему миру. Однако стремительное развитие финансовых технологий (финтех) приводит к появлению инновационных решений, которые позволяют компаниям более гибко и эффективно управлять рисками. Такие инструменты, как смарт-контракты на основе блокчейн-технологий, алгоритмическое хеджирование и прогнозные аналитические платформы, открывают новые возможности для минимизации финансовых потерь.

Для предприятий Казахстана внедрение инновационных инструментов хеджирования представляет особый интерес, учитывая высокий уровень подверженности экономических субъектов внешним и внутренним рискам. Актуальность данного исследования заключается в необходимости анализа существующих международных практик и перспектив их адаптации к казахстанскому рынку.

Целью статьи является изучение инновационных инструментов хеджирования

финансовых рисков, анализ их применимости в Казахстане и разработка рекомендаций по их внедрению в практику местных предприятий. Работа также направлена на освещение современных трендов в управлении финансовыми рисками и определение стратегий их эффективного использования для повышения устойчивости бизнеса.

2. Современные подходы к хеджированию финансовых рисков: теоретический обзор

Хеджирование является одной из ключевых стратегий управления финансовыми рисками, позволяя предприятиям минимизировать влияние неблагоприятных изменений рыночных условий. Основой современных подходов к хеджированию являются производные финансовые инструменты, которые используются для фиксации цен, обменных курсов или процентных ставок, обеспечивая защиту от их неблагоприятных колебаний.

Наиболее распространёнными традиционными инструментами хеджирования являются форвардные контракты, фьючерсы, опционы и свопы. Форварды представляют собой соглашения о покупке или продаже актива по фиксированной цене в будущем, что позволяет избежать риска изменения цены. Фьючерсы, будучи стандартизированными инструментами, предоставляют аналогичные преимущества, но торгуются на организованных биржах, что обеспечивает их высокую ликвидность. Опционы дают право, но не обязательство, купить или продать актив по заранее установленной цене, что предоставляет дополнительную гибкость. Свопы используются для обмена потоков

платежей, таких как процентные ставки или валюты, что помогает управлять соответствующими рисками [1, с. 22–28]; [2, с. 89–95].

Современные подходы также включают естественное хеджирование, при котором компании стремятся минимизировать риски за счёт оптимизации своей операционной деятельности. Например, предприятия, работающие в разных валютах, могут сбалансировать поступления и расходы в одной валюте, чтобы снизить влияние валютного риска.

Инновации в финансовых технологиях (финтех) привели к появлению новых инструментов хеджирования. Алгоритмическое хеджирование, основанное на применении сложных математических моделей и технологий искусственного интеллекта, позволяет автоматически оценивать риски и разрабатывать стратегии защиты. Смарт-контракты, работающие на основе блокчейна, обеспечивают автоматическое выполнение условий хеджирования без необходимости участия посредников, что сокращает издержки и повышает прозрачность [3, с. 45–50]; [4, с. 12–18].

Кроме того, важным трендом является использование прогнозной аналитики, которая позволяет компаниям оценивать вероятные изменения рыночных условий и принимать решения о хеджировании на основе данных. Такие платформы, оснащённые машинным обучением, обеспечивают высокую точность прогнозов и позволяют минимизировать риски с большей эффективностью [5, с. 300–305].

Современные подходы к хеджированию финансовых рисков объединяют традиционные инструменты с инновационными решениями, предоставляя предприятиям широкие возможности для защиты от неблагоприятных рыночных условий. Однако для успешного использования этих подходов требуется глубокое понимание специфики инструментов и их применения в конкретных рыночных условиях.

3. Инновационные инструменты хеджирования: международный опыт и практики

В условиях глобальной экономики предприятия сталкиваются с разнообразными финансовыми рисками, включая колебания валютных курсов, изменения процентных ставок и цен на сырьевые товары. Для эффективного управления этими рисками компании внедряют инновационные инструменты хеджирования, опираясь на передовой международный опыт.

1) Алгоритмическое хеджирование в компании BP

Британская нефтегазовая компания British Petroleum (BP) использует алгоритмические модели для управления рисками, связанными с колебаниями цен на нефть. Применение сложных математических моделей и технологий искусственного интеллекта позволяет компании оперативно реагировать на изменения рынка, автоматически осуществляя хеджирующие операции. Это способствует снижению воздействия ценовой волатильности на финансовые показатели компании [6].

2) Смарт-контракты на блокчейн-платформах в JPMorgan Chase

Американский банк JPMorgan Chase разработал платформу Quorum, основанную на технологии блокчейн, для проведения деривативных сделок с использованием смарт-контрактов. В 2017 году банк успешно протестировал эту платформу для расчётов по кредитным дефолтным свопам, что позволило автоматизировать процесс, повысить прозрачность и снизить операционные риски [7].

3) Прогнозная аналитика в компании Unilever

Международная компания Unilever внедрила аналитические инструменты, использующие большие данные и машинное обучение, для прогнозирования колебаний валютных курсов и цен на сырьевые товары. Эта система позволяет компании разрабатывать эффективные стратегии хеджирования, защищая себя от неблагоприятных изменений на мировых рынках и обеспечивая стабильность финансовых результатов [8].

4) Платформы для коллективного хеджирования в Nestlé

Компания Nestlé использует платформы, объединяющие различные подразделения и партнёров для коллективного хеджирования цен на сырьевые товары. Такие платформы позволяют агрегировать спрос на хеджирование, заключать коллективные деривативные контракты и снижать издержки, обеспечивая более выгодные условия для всех участников [9].

Эти примеры демонстрируют, как крупные международные компании успешно интегрируют инновационные инструменты хеджирования в свою деятельность, повышая устойчивость к финансовым рискам и улучшая общую эффективность управления.

4. Перспективы внедрения инновационных инструментов хеджирования в Казахстане

Внедрение инновационных инструментов хеджирования в Казахстане представляет собой важное направление для минимизации финансовых рисков, с которыми сталкиваются предприятия в условиях нестабильной экономики и волатильности внешних рынков. Несмотря на существующие вызовы, такие как ограниченная финансовая инфраструктура и недостаточная цифровизация, Казахстан обладает значительным потенциалом для внедрения передовых подходов управления рисками.

Одним из перспективных направлений является применение алгоритмического хеджирования, которое может быть полезно для крупных экспортно-ориентированных компаний, таких как представители горнодобывающей и нефтегазовой отраслей. Использование алгоритмов на базе искусственного интеллекта для прогнозирования колебаний цен на сырьевые товары и автоматического выполнения операций позволит компаниям более точно реагировать на изменения рыночных условий, снижая риск убытков.

Технология блокчейн и смарт-контракты также обладают значительным потенциалом для казахстанских предприятий. В частности, они могут быть внедрены в секторе агробизнеса для хеджиро-

вания рисков, связанных с ценами на сельскохозяйственную продукцию. Блокчейн способен обеспечить прозрачность и безопасность сделок, а также минимизировать операционные издержки.

Прогнозная аналитика, основанная на больших данных, может быть особенно полезна для финансовых институтов Казахстана. Банки и инвестиционные компании могут использовать аналитические платформы для прогнозирования изменений валютных курсов и процентных ставок, что позволит более эффективно управлять своими портфелями и минимизировать кредитные риски. Такая практика уже частично внедряется в крупнейших банках Казахстана, однако её распространение среди малого и среднего бизнеса остаётся ограниченным.

Кроме того, платформы для коллективного хеджирования (crowd-hedging) могут быть востребованы среди малых и средних предприятий. В условиях, когда доступ к индивидуальным деривативным инструментам для МСП может быть ограничен, коллективные платформы предоставляют возможность совместного управления рисками с меньшими затратами.

Для успешного внедрения инновационных инструментов хеджирования в Казахстане необходимы инвестиции в развитие финансовой инфраструктуры, законодательную поддержку и повышение уровня финансовой грамотности. Особую роль играет государственная политика, направленная на стимулирование внедрения финтех-решений и поддержку инновационных инициатив. Например, программы, реализуемые через Международный финансовый центр «Астана» (МФЦА), могут способствовать развитию экосистемы для внедрения современных методов хеджирования.

Таким образом инновационные инструменты хеджирования открывают новые возможности для казахстанских предприятий, повышая их устойчивость к финансовым рискам. Их внедрение позволит укрепить позиции компаний на внутренних и внешних рынках, способствуя устойчивому экономическому развитию страны.

5. Заключение и рекомендации

Инновационные инструменты хеджирования, такие как алгоритмическое хеджирование, смарт-контракты, прогнозная аналитика и платформы для коллективного хеджирования, представляют собой перспективные решения для минимизации финансовых рисков. В Казахстане их внедрение может

способствовать повышению устойчивости предприятий к экономической нестабильности и укреплению их позиций на глобальных рынках.

Для успешного применения этих инструментов необходимо развивать финансовую инфраструктуру, внедрять передовые технологии и повышать уровень финансовой грамотности. Рекомендуется расширить государственные программы поддержки финтех-инициатив, адаптировать международные стандарты к локальным условиям и стимулировать предприятия к интеграции инновационных подходов. Такой комплексный подход позволит Казахстану повысить конкурентоспособность своей экономики и обеспечить устойчивое развитие бизнеса.

Список литературы:

12. Hull, J. C. (2022). *Options, Futures, and Other Derivatives* (11th ed.). Pearson Education.
13. Chance, D. M., & Brooks, R. (2020). *Introduction to Derivatives and Risk Management* (10th ed.). Cengage Learning.
14. Gomber, P., Koch, J.-A., & Siering, M. (2021). Digital finance and FinTech: Current research and future research directions. *Journal of Business Economics*, 91(5), 1023–1058. <https://doi.org/10.1007/s11573-020-01058-1>
15. Basel Committee on Banking Supervision. (2019). *Principles for the Sound Management of Operational Risk*. Bank for International Settlements. <https://www.bis.org>
16. Sundaresan, S. (2020). *Fixed-Income Markets and Their Derivatives*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814164-8.00003-7>.
17. BP p.l.c. (2023). *Annual Report and Form 20-F 2022*. Retrieved from <https://www.bp.com/en/global/corporate/investors/results-and-reporting/annual-report.html>
18. JPMorgan Chase & Co. (2017). *J.P. Morgan Tests Blockchain Payments Between Banks*. Retrieved from <https://www.jpmorgan.com/global/news/blockchain-payment-test>
19. Unilever. (2022). *Sustainable Living Plan: Progress Report 2021*. Retrieved from <https://www.unilever.com/sustainable-living/our-strategy/unilever-sustainable-living-plan/>
20. Nestlé. (2023). *Creating Shared Value and Sustainability Report 2022*. Retrieved from <https://www.nestle.com/csv/what-is-csv/reporting-and-performance>.

THE ROLE OF INTERNATIONAL ORGANIZATIONS IN THE STANDARDIZATION OF CORPORATE LAW AND INTERNATIONAL RELATIONS NORMS

Selimov A.

Bachelor's degree, University of Timisoara, Romania
<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499246>

Abstract

This article examines the role of international organizations in the standardization of corporate law and international relations norms. The contribution of the United Nations (UN) and the World Trade Organization (WTO) to the harmonization of legal norms is discussed, including the development of standards for international trade and corporate governance. Examples of unification through the United Nations Convention on Contracts for the International Sale of Goods (CISG) and programs by the International Monetary Fund and the World Bank aimed at improving the investment climate are analyzed. The role of international arbitration institutions in ensuring unified dispute resolution standards is also explored. The significance of such initiatives for the convergence of legal systems is highlighted.

Keywords: international organizations, standardization, corporate law, legal norms, United Nations (UN), World Trade Organization (WTO), United Nations Convention on Contracts for the International Sale of Goods (CISG).

Introduction

In the context of globalization and the deepening of international cooperation, efforts to harmonize corporate and international legal frameworks are becoming increasingly significant. This process is essential for ensuring legal stability, transparency in economic relations, and fostering cross-border investments. International organizations play one of the most important roles in establishing universally accepted standards aimed at eliminating legal barriers and creating a unified legal framework. Among the leading institutions are the United Nations (UN) and the World Trade Organization (WTO).

One of the primary objectives of the UN and the WTO is the development and implementation of legal norms that promote equitable cooperation between nations. The WTO focuses on standardizing regulations in international trade, while the UN formulates recommendations on sustainable development and human rights. They form the foundation for corporate and governmental strategies. These initiatives create a basis for the unification of legal regulations and contribute to building trust on the international stage.

The standardization process is also accompanied by several challenges. They often include differences in national legal systems, political disagreements, and inconsistencies in regulatory approaches. The aim of this study is to analyze the role of international organizations in the standardization of corporate law and international relations norms.

Main part. Overview of the influence of organizations on the harmonization of legal norms

The alignment of legal norms on the international stage is one of the key objectives addressed through the activities of organizations such as the UN and the WTO. These institutions help remove legal barriers through the establishment of universal principles that guarantee the stable development of international relations and raise transparency across various sectors.

The UN occupies a pivotal role in harmonizing legal norms due to its comprehensive mandate, which includes addressing issues of peace, security, sustainable

development, and human rights. Through its specialized agencies and programs, the UN actively advocates for the unification of legal standards, many of which underpin both national legislation and international agreements.

One of the most influential UN bodies for legal harmonization is **the United Nations Commission on International Trade Law (UNCITRAL)** [1]. This body has been instrumental in producing unified legal frameworks, such as the Model Law on International Commercial Arbitration and the United Nations Convention on **Contracts for the International Sale of Goods (CISG)**. These instruments create a more predictable legal environment for international trade by streamlining key aspects of contract law, including formation and enforcement. Additionally, UNCITRAL's work directly impacts cross-border commercial transactions. It alleviates complexity and provides consistency in legal interpretations across jurisdictions.

The **WTO** holds an equally important place in establishing uniform legal norms governing global trade. Its core mission is to create a transparent and stable framework for international commerce. Multilateral trade agreements are among its most effective tools, providing standardized rules that facilitate equitable participation for all member states. A principal achievement is **the Trade Facilitation Agreement (TFA)**, which streamlines customs procedures and lowers trade barriers [2]. This accelerates economic growth and requires member countries to align their domestic legal systems with global standards. The WTO's dispute resolution mechanism exemplifies the practical implementation of mutually agreed trade rules. By mandating adherence to its rulings, the WTO bolsters confidence in the global trade system and ensures a consistent application of rules across jurisdictions.

The collaborative efforts of the UN and WTO have laid the foundation for the gradual alignment of legal systems worldwide. This approach benefits states and businesses by promoting a cohesive and predictable

ble regulatory environment, which is essential for driving economic growth and fostering international collaboration.

One major advantage of harmonized legal norms is **the simplification of processes** involved in cross-border transactions. By reducing inconsistencies between national legal systems, frameworks like those developed by UNCITRAL and implemented through WTO agreements help minimize disputes and cut compliance costs. Businesses operating internationally can thereby focus on growth rather than navigating legal complexities.

Harmonized norms also **enhance protection for all participants in global trade**, from large corporations to smaller enterprises and individual investors. Clear dispute resolution mechanisms and safeguards for intellectual property rights provide a stable basis for international operations. The WTO's anti-dumping rules ensure fair competition, while UNCITRAL's arbitration standards offer impartial platforms for resolving conflicts. These measures are particularly valuable for smaller or developing economies, as they guarantee access to protections equal to those of more developed nations.

Another important outcome of harmonization is its role in addressing challenges posed by **legal disparities in critical areas** such as anti-corruption and environmental governance. By promoting shared principles, international frameworks create mechanisms to enforce accountability and improve transparency. These systems enable states to align their domestic policies with global priorities, fostering trust and cooperation between nations.

The UN and WTO lead global efforts to harmonize legal norms, as they dismantle barriers to international cooperation and foster legal consistency across borders. Their work stabilizes the global legal order and drives economic integration, advances sustainable development, and supports the adoption of universal standards in domestic and international legal frameworks.

International agreements and their role in the standardization of corporate law

Global treaties play a pivotal role in creating a unified framework for international legal norms, including those that impact corporate law. Such agreements are essential for ensuring predictability and consistency in the regulation of cross-border activities, which is particularly crucial for multinational corporations and international trade participants. Treaties like the Vienna

Convention on the Law of Treaties, programs of the International Monetary Fund (IMF) and the World Bank, and the initiatives of international arbitration institutions have significantly contributed to the harmonization of legal standards across jurisdictions.

One of the most influential instruments in international law is the **Vienna Convention on the Law of Treaties**. Adopted in 1969, this convention provides a comprehensive legal framework for the creation, interpretation, and enforcement of international treaties. It establishes fundamental principles, such as *pacta sunt servanda* (agreements must be kept), and sets out rules governing treaty invalidity, suspension, and termination. By offering a consistent legal foundation, the Vienna Convention facilitates smoother diplomatic and trade relations between nations, reduces uncertainties, and ensures that treaties are implemented with legal clarity and mutual respect. Its adoption has had a profound impact on international cooperation, fostering legal stability and coherence in global relations.

The **IMF** and the **World Bank** are pivotal in modernizing corporate laws and governance structures in member states. These organizations leverage their financial assistance and policy recommendations to shape national legal systems in line with international standards.

The IMF influences corporate law primarily through its technical assistance programs. A major focus is the promotion of **International Financial Reporting Standards (IFRS)** to enhance transparency and comparability across countries [3]. Beyond financial reporting, the IMF drives governance reforms by advocating for shareholder protection and improved corporate transparency. Notable examples include reforms in Greece during the financial crisis, where the IMF insisted on measures to enhance the accountability of state-owned enterprises [4].

The World Bank has been instrumental in reshaping corporate legal frameworks through initiatives such as the **«Doing Business» project**. By evaluating the ease of doing business across countries, the project incentivizes governments to improve their corporate laws and administrative processes. For example, Rwanda's implementation of electronic company registration systems, influenced by the World Bank, attracted significant foreign investments [5]. According to the latest relevant reports [6], the most promising countries at the time of the project's termination were New Zealand, Singapore, Denmark, and the USA (fig. 1).

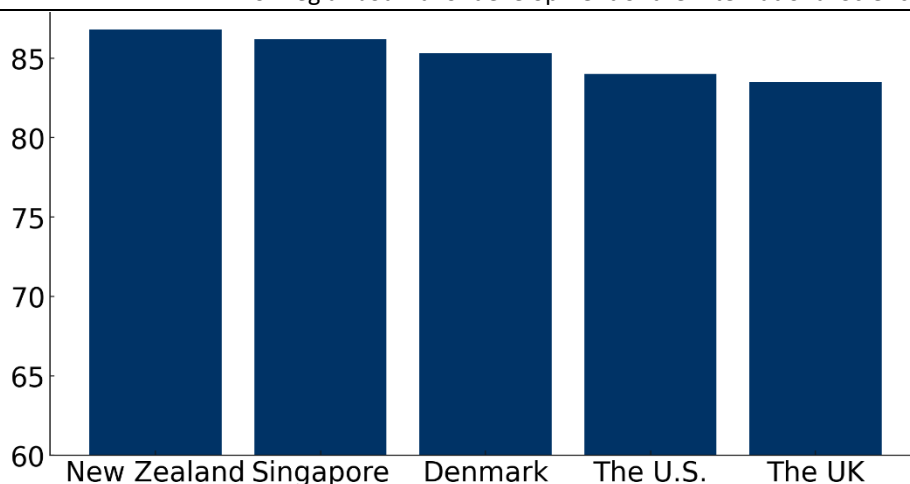


Figure 1. Overall «Doing Business» score among worldwide countries in 2020

Other primary areas of the World Bank's focus include creating transparent legal frameworks for cross-border investments and assisting countries in modernizing bankruptcy and debt restructuring laws. World Bank-funded reforms can simplify bankruptcy procedures, while making them more accessible to international creditors.

The IMF and World Bank often collaborate to deliver cohesive solutions that align national corporate laws with global standards. Under the Initiative to Improve the Investment Climate in Low-Income Countries, these organizations work on developing model corporate laws and simplifying procedures for cross-

border trade. Their combined efforts reduce administrative burdens and legal risks, enabling countries to attract foreign investment more effectively.

In addition to these specific programs, international arbitration institutions play an essential role in **resolving disputes within a harmonized legal framework**. Institutions such as the International Chamber of Commerce (ICC) Arbitration Court ensure that businesses and investors have access to consistent, impartial mechanisms for conflict resolution, further promoting legal uniformity. The process of harmonizing corporate law involves several key stages. They may vary from the development of universal standards and extending to their implementation and evaluation of effectiveness (table 1).

Table 1.

Stages of corporate law harmonization [7, 8]

Stage	Description	Example instrument
Development of universal standards	Creation of model laws and convention.	Model Law on Secured Transactions.
Adoption at the national level	Adaptation of universal norms into national legal systems.	Adoption into financial reporting practices.
Evaluation and monitoring	Analysis of implementation effectiveness and adjustments.	Doing Business Rankings.

International agreements along with the programs of the IMF and World Bank and the activities of arbitration institutions, make a significant contribution to the standardization of corporate law. They ensure consistency and transparency, simplifying business operations on a global level. These tools minimize legal risks for companies and contribute to the creation of a predictable and stable legal environment.

Conclusion

International organizations play a key role in the standardization of legal norms, bringing together the efforts of countries to create a predictable and stable legal environment. Their activities contribute to the harmonization of corporate law and international relations norms, facilitating interactions between states and businesses. The UN, through initiatives such as UNCITRAL and the Global Compact, develops universal standards for international trade and corporate social responsibility. The WTO reduces legal barriers and builds trust in the international trade system through

implementing unified approaches to regulating cross-border operations. International agreements, including the CISG, as well as programs by the IMF and the World Bank, clearly demonstrate how global cooperation can lead to the convergence of legal systems.

References:

1. Yukins C, Nicholas C. The UNCITRAL Model Law on Public Procurement: Potential Next Steps. The Elgar Companion to UNCITRAL. 2023 Nov 21:480-96.
2. Hillberry R, Zurita C. Commitment behaviour in the World Trade Organization's trade facilitation agreement. The world economy. 2022 Jan;45(1):36-75.
3. Sabir RA. The Role of International Financial Reporting Standards (IFRS) to Encourage International Investments in the Kurdistan Region-Iraq: An applied study on a sample of banks listed in the Iraqi Stock Exchange. Academic Journal of Nawroz University. 2022 Feb 7;11(1):30-46.

4. Markantonatou M. A decade of austerity politics and neoliberal reform: Overview of the Greek financial crisis (2010–2020). *Neoliberalism and Unequal Development*. 2022 Apr 7:157-72.
5. Bernatzki T, Busse M, Hoekstra R. Promoting Rwanda's business environment: Impact of reforms and drivers of change. *Development Policy Review*. 2022 Mar;40(2):e12578.
6. Ease of Doing Business rankings / World Bank Group // URL: <https://archive.doingbusiness.org/en/rankings> (date of application: 16.11.2024).
7. Zakharov A.D., Grepan V.N., Blagova I. Y., Ponomarev E.V., Financial technologies as a tool for managing the population's debt burden // *First Economic Journal*. 2024. № 9(351). P. 87-96.
8. Cahoy DR, Oswald LJ. Is Legal Harmonization Always Better? The Counter-Case of Utility Models. *American Business Law Journal*. 2021 Sep;58(3):525-78.

ASSESSING THE ECONOMIC RISKS OF A TRADE WAR ON THE EXAMPLE OF SPECIFIC SECTORS OF THE CHINESE AND USA ECONOMIES**Shi Zhichao***Postgraduate student of the Faculty of International Relations
Belarusian State University
г. Минск, Республика Беларусь***Korotkevich A.***Doctor of Economics, Professor
Head of the Department of Banking Business and Financial Technologies
Belarusian State University
г. Минск, Республика Беларусь***ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКИХ РИСКОВ ТОРГОВОЙ ВОЙНЫ НА ПРИМЕРЕ
КОНКРЕТНЫХ СЕКТОРОВ ЭКОНОМИК КИТАЯ И США****Ши Чжичао***аспирант факультета международных отношений
Белорусский государственный университет
г. Минск, Республика Беларусь***Короткевич А.И.***доктор экономических наук, профессор
заведующий кафедрой банковского бизнеса и финансовых технологий
Белорусский государственный университет
г. Минск, Республика Беларусь
<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499248>***Abstract**

The article assesses the economic risks of trade war on the basis of the developed methodology on the example of specific sectors of the PRC and US economies. This methodology provides an opportunity to compare the indicators of a stochastic extremely unfavorable situation (given by the level of significance at a given probabilistic distribution of the value of profits/losses from exports) with a conditionally deterministic amount of damage from specific instruments of trade war at the sectoral level.

Аннотация

В статье на основе разработанной методики проведена оценка экономических рисков торговой войны на примере конкретных секторов экономики КНР и США. Указанная методика обеспечивает возможность сравнения показателей стохастической крайне неблагоприятной ситуации (задаваемой уровнем значимости при заданном вероятностном распределении величины прибыли/убытков от экспорта) с условно детерминированным размером ущерба от конкретных инструментов торговой войны на отраслевом уровне.

Keywords: trade war, economic risks, damages, exports, imports, elasticity, bargaining power.

Ключевые слова: торговая война, экономические риски, ущерб, экспорт, импорт, эластичность, переговорная сила.

Введение. Современный этап развития мировой экономики и международных экономических отношений, характеризующийся наличием серьезных противоречий между западными странами и странами так называемого «Глобального Юга», прежде всего США и Китая, свидетельствует о необходимости оценки экономических рисков торговой войны в вовлеченных странах (на уровне отрасли). Торговая война КНР-США, начатая в 2017 году по инициативе США, представляет собой новый феномен в развитии международных экономических отношений. Анализ существующих теоретических исследований показал, что большая часть из них традиционно относится к дискурсу вокруг преимуществ свободной торговли и протекционизма. Некоторые авторы исследуют ситуации торговых войн, однако их исследования в недостаточной мере раскрывают принципиальную новизну ситуации торговой войны КНР-США. Данная

торговая война представляет собой конфликт между двумя крупнейшими национальными экономическими системами современного мира и развивается в более широком геополитическом контексте новой глобальной биполярности. Несмотря на то, что в отдельных эпизодах торговой войны КНР-США, касающихся конкретных секторов экономики, этот геополитический контекст может не присутствовать явно, именно он задает политические цели торговой войны, превалирующие над соображениями экономической эффективности.

Результаты исследований.

Сегодня можно сделать вывод о том, что современная политика США ведет к эскалации торговых конфликтов. В результате основой принятия решений становится принцип нанесения сопернику максимального ущерба, не считаясь с ущербом собственным. Торговые войны наносят ущерб амери-

канской экономике как непосредственно, так и опосредованно – через сложившуюся систему межотраслевых связей, вертикальной и горизонтальной интеграции бизнеса, а также посредством дестабилизации фондовых рынков.

На основе всестороннего изучения ситуации можно сделать вывод о том, что для результативного исследования данной ситуации требуется определенное совершенствование теоретического инструментария. Нами была разработана методика, которая впервые обеспечивает возможность сравнения: показателей стохастической крайне неблагоприятной ситуации (задаваемой уровнем значимости при заданном вероятностном распределении величины прибыли/убытков от экспорта) с условно детерминированным размером ущерба от конкретных инструментов торговой войны на отраслевом уровне [1; 2]. Ниже представим основные элементы разработанной методики.

Риск сокращения экспорта, основанные на «нормальной» волатильности условий торговли оценивается посредством таких показателей, как стоимость под риском (VaR – Value-at-Risk) (формула 1) и ожидаемые максимальные потери (ES – Expected Shortfall) (формула 2):

$$VaR_{\alpha} = E_0 q_{\alpha} \sigma_E \sqrt{t}, \quad (1)$$

$$ES_{\alpha} = \frac{1}{\alpha} \int_{-\infty}^{VaR_{\alpha}} x p(x) dx, \quad (2)$$

где E_0 – стоимость экспорта базового периода анализируемой страны в страну-соперник;

q_{α} – односторонняя квантиль стандартного нормального определения;

α – уровень значимости;

σ_E – ожидаемая волатильность экспорта;

t – временной период оценки в днях.

Риск сокращения экспорта (в страну соперник) в случае использования инструментов торговой войны оценивается на основе эластичности Армингтона (эластичности замещения между спросом на экспорт и спросом на внутреннее производство в стране-сопернике). Формально – это величина ε в модели вида (формула 3):

$$S = [\beta M^{(\varepsilon-1)/\varepsilon} + (1 - \beta) D^{(\varepsilon-1)/\varepsilon}]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}, \quad (3)$$

где β – калибруемый параметр;

S – суммарный спрос на импорт и внутреннее производство в стране-сопернице на уровне отрасли;

M – спрос на импорт из анализируемой страны в стране-сопернице;

D – спрос на внутреннее производство в стране-сопернице.

Новизна предложенной методики заключается в способе использования указанных показателей для выделения трех качественно различных ситуаций (таблица 1):

Таблица 1

Три качественно различные ситуации, выделяемые на основе применения методики

$\Delta E(\varepsilon) \leq \Delta E(ES_{\alpha})$	Чрезвычайно большой ущерб от торговой войны. Требуется государственная поддержка отрасли в форме субсидий и льготных кредитов.
$\Delta E(\varepsilon) \cong \Delta E(VaR_{\alpha})$	Кризисная ситуация, соответствующая наиболее пессимистической оценке обычных производственно-сбытовых рисков. Предприятия отрасли должны справляться в основном своими силами.
$\Delta E(\varepsilon) \gg \Delta E(VaR_{\alpha})$	Ущерб от торговой войны сопоставим с рядовыми трудностями при колебаниях рыночной конъюнктуры. Достаточно обычных механизмов оптимизации ценообразования и затрат.

Источник: авторская разработка [1; 2]

Принципиальный результат предложенной методики может быть использован для формирования алгоритма урегулирования интересов вовлеченных стран с целью перехода к взаимовыгодному сотрудничеству стран (далее – Алгоритм) [2].

Предложенный Алгоритм включает в себя 1) определение фундаментального экономического потенциала Китая, достигнутого к настоящему времени (т. е. по состоянию на середину 2023 года), и определяющего переговорную силу (*bargaining power*) сторон конфликта; 2) формулировку принципа невозможности торговой войны с КНР, которая носила бы односторонний разрушительный характер для китайской экономики и односторонний выигрышный характер для оппонентов Китая в такой торговой войне; 3) выявление структуры интересов сторон торговой войны (на примере США и

Китая), которые мотивируют конфликтующие страны к прекращению конфликта и возврату к взаимовыгодному сотрудничеству; 4) характеристику геополитического и глобального экономического контекста урегулирования торгового конфликта, включая ключевые геоэкономические прогнозы.

Концептуально Алгоритм опирается на арбитражную схему Нэша с параметром переговорной схем первого участника θ (соответственно, второго $1 - \theta$, участники или игроки в арбитражной схеме Нэша симметричны). В результате выделены 9 ситуаций, когда различные соотношения экономического потенциала сторон (оцененного на экспортного сектора в целом или на уровне конкретной отрасли) приводит к различному распределению переговорной силы (таблица 2).

Девять ситуаций переговорной силы страны (на уровне экспортирующей отрасли или экспортного сектора в целом).

Страна А	Страна В		
	$\Delta E(\varepsilon) \leq \Delta E(ES_\alpha)$	$\Delta E(\varepsilon) \cong \Delta E(VaR_\alpha)$	$\Delta E(\varepsilon) \gg \Delta E(VaR_\alpha)$
$\Delta E(\varepsilon) \leq \Delta E(ES_\alpha)$	$\theta = 0,5$	$\theta = 0,25$	$\theta = 0,05$
$\Delta E(\varepsilon) \cong \Delta E(VaR_\alpha)$	$\theta = 0,75$	$\theta = 0,5$	$\theta = 0,25$
$\Delta E(\varepsilon) \gg \Delta E(VaR_\alpha)$	$\theta = 0,95$	$\theta = 0,75$	$\theta = 0,5$

Источник: авторская разработка [2]

Поскольку эконометрическое моделирование внешней торговли КНР и США на основе моделей общего равновесия выходит за рамки предмета данной диссертации, мы опираемся на данные уже проведенных исследований. Следует заметить, что такие исследования на базе моделей общего равновесия или, более конкретно, моделей типа *DSGE* достаточно многочисленны. В рамках построения иллюстративного примера, мы можем ограничиться адаптацией опубликованных результатов к рассматриваемой конкретной ситуации.

Прежде всего, следует отметить деятельность *Всемирной торговой организации*. В своем Рабочем документе *ERSD 2020-04* [3], посвященном торговой войне США и Китая, ВТО отмечает, что для количественных оценок рисков и последствий были использованы все имеющиеся наработки (включая специализированные программно-аппаратные комплексы и наиболее продвинутые технологии *Big Data*).

В указанном документе *ERSD 2020-04* сообщается, что для количественной оценки экономических рисков и ущерба сторон применялись все модели подходящих типов, хорошо зарекомендовавшие себя в прошлом. Прежде всего, речь идет о Модели глобальной торговли ВТО (*GTM – Global Trade Model*), которая, в свою очередь, относится к классу *DSGE*-моделей с рекурсивностью (*DSGE – Dynamic Stochastic General Equilibrium* – динамические стохастические общего равновесие).

Большую вычислительную модель, основанную на той же парадигме, использует Международный валютный фонд [4]. Модель МВФ иногда в литературе относится к классу так называемых *NQT*-

моделей (*New Quantitative Trade [Models]* – «новые количественные модели торговли»). Класс моделей *NQT*, в свою очередь, относится к уже упомянутому классу *DSGE*-моделей.

Результаты, полученные исследователями ВТО и МВФ в рамках упомянутых методов моделирования, касаются той части разработанной нами методики, где речь идет об оценке снижения экспорта (или добавленной стоимости экспорта) на основе принятого сценария взаимного повышения ввозных таможенных пошлин вовлеченными странами. В основе таких оценок лежит оценка величины переключения спроса с импорта на внутреннее производство. В свою очередь, эта величина получается из гипотетически постулируемой *CES*-функции (функции с постоянной эластичностью замещения; *CES – constant elasticity of substitution*) предпочтений, и в итоге ключевым параметром моделирования становится величина, называемая эластичностью Армингтона (формулу 1).

В сущности, для продолжения нашего анализа нам необязательно знать оценку этой величины, поскольку у нас сразу имеются данные о результатах ее применения. Однако, как подчеркивается в [3] и [5], эти оценки варьируются как для КНР, так и для США, в диапазоне от 0,5 до 8, что не может не сказаться на достоверности последующих выводов.

Сравнение результатов оценки возможного ущерба от торговой войны КНР-США для обеих вовлеченных стран, полученных на основе методического подхода, основанного на использовании эластичности Армингтона, в разрезе конкретных реализованных исследовательских проектов ВТО и МВФ, приведено в таблице 3.

Таблица 3

Сравнение количественных оценок возможного ущерба от торговой войны КНР-США для обеих вовлеченных стран, полученных на основе использования эластичности Армингтона (исследования, инициированные ВТО и МВФ)

№ п/п	Научно-исследовательский проект	Основной методический подход	Вычисляющая модель (реализованная на уровне конкретного ПО)	Тип вычисляющей модели	Горизонт расчета	Прогнозируемый риск в процентных пунктах к базовому сценарию среднегодового роста ВВП		
						КНР	США	Ост. мир
1.	<i>Balistreri et al.</i> (2018)	Стандартная модель Армингтона	<i>GTAP (GAMS)</i>	<i>CGE</i>	<i>CS</i>	-0.34	-0.20	
		Модель монополистической конкуренции Кругмана	<i>GTAP (GAMS)</i>	<i>CGE</i>	<i>CS</i>	-0.63	-0.34	
2.	<i>Bellora and Fontagne</i> (2019)	Стандартная модель Армингтона	<i>MIRAGE-E</i>	<i>CGE</i>	<i>RD2030</i>	-0.39	-0.28	
3.	<i>Caceres et al.</i> (2019)	Модель гетерогенных фирм Мелитца	<i>CFRT</i> (2017)	<i>NQT</i>	<i>CS</i>	-0.4	-0.3	
4.	<i>Felbermayr and Steninger</i> (2019)	Стандартная модель Итона-Кортума	<i>CP</i> (2015)	<i>NQT</i>	<i>CS</i>	-0.25	-0.14	
5.	<i>Freund et al.</i> (2018)	Стандартная модель Армингтона	<i>LINKAGE</i>	<i>CGE</i>	<i>RD2030</i>	-2.5	-0.4	-0.3
		~ с инвестиционными эффектами	<i>LINKAGE</i>	<i>CGE</i>	<i>RD2030</i>	-3.5	-1.6	-1.7
6.	<i>Itakura</i> (2019)	Стандартная модель Армингтона	<i>GDYN</i>	<i>CGE</i>	<i>RD2035</i>	-1.4	-0.3	-0.2
		~ с эффектами производительности		<i>CGE</i>	<i>RD2035</i>	-1.7	-1.4	-0.3
7.	<i>Walmsley and Minor</i> (2018)	Стандартная модель Армингтона	<i>GDYN</i>	<i>CGE</i>	<i>RD2030</i>	-2.7	-1.3	
8.	<i>WTO</i> (2019)	Модель гетерогенных фирм Мелитца	<i>GTM</i>	<i>CGE</i>	<i>RD2023</i>	-0.34	-0.24	-0.13
		~ с эффектами неопределенности	<i>GTM</i>	<i>CGE</i>	<i>RD2023</i>	-0.43	-1.15	-0.34
		~ с модифицированными эффектами неопределенности	<i>GTM</i>	<i>CGE</i>	<i>RD2023</i>	-0.51	-1.66	-0.50

Примечания: *CGE* (*Computable General Equilibrium*) – вычислительная модель общего равновесия; *NQT* (*New Quantitative Trade*) – новая количественная [модель] торговли; *CS* (*Comparative Statics*) – сравнительная статика (вычисляются и сравниваются два равновесия); *RD* (*Recursive Dynamics*) – рекурсивная динамика (с указанием горизонта рекурсии в годах); *GTAP*, *GAMS*, *CFRT*, *CP*, *MIRAGE-E*, *LINKAGE*, *GDYN*, *GTM* – конкретные вычислительные проекты, многие из которых включают в себя проприетарное ПО.

Источник: [3; 6]

Среди иных международных финансовых организаций исследованием экономических последствий торговой войны КНР-США занимается Азиатский банк развития [5]. Как и в случае с ВТО-

МВФ, данная организация использует методологический подход, основанный на эластичности Армингтона, что также порождает «плюрализм» численных результатов (таблица 4).

Сравнение количественных оценок возможного ущерба от торговой войны КНР-США для обеих вовлеченных стран, полученных на основе использования эластичности Армингтона (исследования, инициированные Азиатским банком развития)

№ п/п	Научно-исследовательский проект	Вычисляющая модель	Базовый период	Регион	Сектор	Сценарий	Основной вывод
1.	<i>Bollen and Rojas-Romagosa (2018)</i>	<i>GTAP-9</i>	2011	30	29	Тарифные меры с июля 2018 г.	В КНР потери 1,2 п. п. роста ВВП в год; для США – 0,3 п. п.; другие экономики (ЕС) скорее выиграют
2.	<i>Caceres, Cerdeiro, and Mano (2019)</i>	<i>CFRT</i>	2015	165	17	25% рост тарифов между США и КНР	В КНР потери 0,6 п. п. роста ВВП в год; для США – 0,2 п. п.; другие экономики скорее выиграют
3.	<i>Kawasaki (2018)</i>	<i>GTAP-10</i>	2014	17	15	1% повышение импортных тарифов во всем мире	Объем мировой торговли сократится на 1,7%; глобальный ВВП – на 0,2%
4.	<i>Li, He, and Lin (2018)</i>	<i>GGEF</i>	2013	29	2	Повышение тарифов между США и КНР на 15%	В КНР потери 0,01 п. п. роста ВВП в год; для США – 0,67 п. п.
5.	<i>Tsutsumi (2018)</i>	<i>GTAP-6</i>	2011	16	12	Тарифные меры с сентября 2018 г.	В КНР потери 0,2 п. п. роста ВВП в год; для США – 0,1 п. п.
6.	<i>Yane and Nishioka (2019)</i>	<i>GTAP-9</i>	2011	13	18	25% повышение тарифов между США и КНР плюс тарифы США на двигатели (<i>US motor tariffs</i>)	В КНР потери 0,7 п. п. роста ВВП в год; для США – 0,8 п. п.; глобальный ВВП теряет 0,2 п. п.

Примечания: GTAP – Global Trade Analysis Project (проект анализа глобальной торговли, разрабатываемый независимыми исследователями всего мира по инициативе Университета Пердью, Индиана, США); CFRT – Caliendo, Feenstra, Romalis, and Taylor (акроним на основе имен разработчиков вычисляющей модели); GGEF – Global General Equilibrium Network (глобальная сетевая модель общего равновесия – термин, относящийся к конкретному классу моделей, активно разрабатываемых в последние годы)

Источник: [5; 6]

На основе данных о результатах исследований, представленных в [3 – 8], нами были выбраны шесть секторов экономики КНР и США (в соответствии с классификацией, использованной указанными авторами), в наибольшей степени затронутых взаимными санкциями (в виде повышения ввозных таможенных пошлин) в ходе торговой войны за период 2018-2023 гг. По этим секторам у нас имеются приблизительные данные о величине сокращения экспорта соответствующих секторов в результате переключения спроса на внутреннем рынке с импорта на товары отечественного производства ($\Delta E(\varepsilon)$), что рассматривается как прогноз ущерба от торговой войны, и (также приблизительные) данные о величине риска волатильности сбытовых

рынков вне связи с торговой войной ($\Delta E(ES_\alpha)$, $\Delta E(VaR_\alpha)$), что необходимо для реализации разработанной нами методики оценки экономических рисков торговой войны в вовлеченных странах. Далее мы непосредственно применяем разработанную нами методику (таблица 5). Данный пример является иллюстративным, поскольку он основан на использовании, как указано выше, весьма приблизительных данных. В задачи авторов работ [3–8] не входило использование полученных ими численных результатов в нужном на ракурсе. Получение точных данных составляет предмет отдельного исследования.

Таблица 5

Пример применения методики оценки экономических рисков торговой войны в вовлеченных странах

Сектор экономики	КНР, %			США, %		
	$\Delta E(\varepsilon)$	$\Delta E(ES_\alpha)$	$\Delta E(VaR_\alpha)$	$\Delta E(\varepsilon)$	$\Delta E(ES_\alpha)$	$\Delta E(VaR_\alpha)$
Текстильная промышленность	-1,8	-2,5	-2,0	+2,2	-3,0	-2,5
Обувная промышленность	-4,0	-3,0	-2,5	+4,3	-3,0	-2,5
Оптико-электронное оборудование	-2,6	-2,0	-1,5	+3,2	-2,0	-1,5
Транспортное оборудование	-0,2	-2,5	-2,0	-2,6	-2,5	-2,0
Прочая продукция машиностроения	-2,0	-2,5	-2,0	-0,2	-2,5	-2,0
Прочая продукция обрабатывающей промышленности	+4,0	-2,0	-1,5	+0,5	/	-1,5

Примечание – Расшифровка инфографики (см. таблицу 1)

$$\Delta E(\varepsilon) \leq \Delta E(ES_\alpha)$$

Чрезвычайно большой ущерб от торговой войны. Требуется государственная поддержка отрасли в форме субсидий и льготных кредитов

$$\Delta E(\varepsilon) \cong \Delta E(VaR_\alpha)$$

Кризисная ситуация, соответствующая наиболее пессимистической оценке обычных производственно-сбытовых рисков. Предприятия отрасли должны справляться в основном своими силами.

$$\Delta E(\varepsilon) \gg \Delta E(VaR_\alpha)$$

Ущерб от торговой войны сопоставим с рядовыми трудностями при колебаниях рыночной конъюнктуры. Достаточно обычных механизмов оптимизации ценообразования и затрат.

Источник: авторская разработка [1; 2]

Таким образом, в таблице 4 мы классифицировали ситуацию в шести выбранных секторах по трем базовым вариантам, представленным в таблице 1. Далее мы можем переходить к реализации аналитической части разработанного нами алгоритма урегулирования интересов вовлеченных стран с целью перехода к взаимовыгодному сотруд-

ничеству (см. таблица 2). Результаты распределения переговорной силы представлены в таблица 6 (для КНР) и таблица 7 (для США). Следует отметить, что в соответствии с разработанным нами алгоритмом, параметр переговорной силы θ определяется экспертным путем на основе данных таблицы 5.

Таблица 6

Ситуации соотношения переговорной силы КНР-США, конкретизированные для отдельных секторов с точки зрения КНР

КНР	США		
	$\Delta E(\varepsilon) \leq \Delta E(ES_\alpha)$	$\Delta E(\varepsilon) \cong \Delta E(VaR_\alpha)$	$\Delta E(\varepsilon) \gg \Delta E(VaR_\alpha)$
$\Delta E(\varepsilon) \leq \Delta E(ES_\alpha)$	$\theta = 0,5$: —	$\theta = 0,25$: —	$\theta = 0,05$: Обувная промышленность КНР; Производство оптико-электронного оборудования КНР
$\Delta E(\varepsilon) \cong \Delta E(VaR_\alpha)$	$\theta = 0,75$: —	$\theta = 0,5$: Прочая продукция машиностроения КНР	$\theta = 0,25$: Текстильная промышленность КНР
$\Delta E(\varepsilon) \gg \Delta E(VaR_\alpha)$	$\theta = 0,95$: Производство транспортного оборудования КНР	$\theta = 0,75$: —	$\theta = 0,5$: Прочая продукция обрабатывающей промышленности КНР

Источник: авторская разработка

В таблице 7 приводится распределение переговорной силы для тех же шести секторов с точки зрения США (таблицы 6 и 7 взаимно обуславливают друг друга):

Таблица 7

Ситуации соотношения переговорной силы КНР-США, конкретизированные для отдельных секторов с точки зрения США

США	КНР		
	$\Delta E(\varepsilon) \leq \Delta E(ES_\alpha)$	$\Delta E(\varepsilon) \cong \Delta E(VaR_\alpha)$	$\Delta E(\varepsilon) \gg \Delta E(VaR_\alpha)$
$\Delta E(\varepsilon) \leq \Delta E(ES_\alpha)$	$\theta = 0,5$: —	$\theta = 0,25$: —	$\theta = 0,05$: Производство транспортного оборудования США
$\Delta E(\varepsilon) \cong \Delta E(VaR_\alpha)$	$\theta = 0,75$: —	$\theta = 0,5$: Прочая продукция машиностроения США	$\theta = 0,25$: —
$\Delta E(\varepsilon) \gg \Delta E(VaR_\alpha)$	$\theta = 0,95$: Обувная промышленность США; Производство оптоэлектронного оборудования США	$\theta = 0,75$: Текстильная промышленность США	$\theta = 0,5$: Прочая продукция обрабатывающей промышленности США

Источник: авторская разработка

Интерпретация результатов применения методики, представленных таблицами 6 и 7, наглядна и вполне очевидна (с одной лишь оговоркой, что на практике рекомендуется рассматривать сектора экономики вовлеченных стран на более дезагрегированном уровне).

Во-первых, благодаря разработанным методике и упомянутому алгоритму нам удалось перевести расплывчатое понятие «экономический потенциал» в строгую категорию переговорной силы по Нэшу. Несмотря на то, что этот последний шаг выполняется на основе экспертных оценок, полученная структура значений θ логически непротиворечива и последовательна.

Во-вторых, непосредственным результатом проведенного анализа является установление обоюдно ясной структуры переговорной силы сторон по выделенным секторам. Подобная самосогласованность оценок, а также их общеизвестный характер создают для обеих вовлеченных стран необходимую когнитивную базу для перехода к следующей стадии – урегулированию торгового конфликта.

В-третьих, таблицы 6 и 7 взаимно обуславливают друга. Странам, намеревающимся продолжать свой конфликт до необратимого разрушения механизмов экономического роста соперника, придется столкнуться с симметричным ответом, из-за чего указанные таблицы будут постепенно «насыщаться» все новыми и новыми отраслями и подотраслями (либо товарными рынками), которые будут все более равномерно распределяться по таблицам. Соотношение переговорной силы по секторам (отраслям, товарным рынкам) будут «диверсифицироваться» до такой степени, пока суть происходящего не станет очевидным для всех – развивающийся процесс направлен на нанесение сопернику максимально возможного ущерба, не считаясь с размером

ущерба собственного. Таким образом, страна, инициировавшая торговую войну и приписывающая себе «стратегическую инициативу», может «победить» саму себя.

В-четвертых, полученные результаты ясно прописывают пути данного урегулирования, включающие в себя не столько взаимных уступок, сколько наиболее принципиальную задачу урегулирования – замену переговорной схемы Нэша на формирование *прямого* экономического механизма в смысле Гурвица. Необходимо еще раз подчеркнуть, что речь идет не о теоретических абстракциях, а об абсолютно реальных стратегиях поведения вовлеченных стран.

В реальности, следование арбитражной схеме Нэша на основе соотношения переговорных сил – суть война в ее самом общем смысле. Стремление к нанесению максимального ущерба противнику, не считаясь со своим собственным ущербом является ситуацией устойчивого теоретико-игрового равновесия и представляет собой как экономический тупик. Задача предложенных нами Методики (и Алгоритма) – сделать это очевидным для обеих вовлеченных стран и остального мира, раскрыв механизм самозскалации (который и суть игра в арбитражную схему Нэша; до этого когнитивного ракурса редко доходят лица и элиты, принимающие политические решения). Одновременно, последовательное применение Методики позволяет наметить пути выхода из «ловушки переговорной силы». Выходом из тупика является, на самом деле, не обмен точечными уступками в сфере внешнеторгового регулирования, который не способен изменить структуру теоретико-игровой модели, а смена политической воли в строго определенном смысле. В терминологии теории игр – это изменение структуры информации в игре посредством добавления в мо-

дель совместных когнитивных процессов (т. н. рефлексивные игры) и полная инверсия решаемой задачи: вместо совершенствования «стратегий» в заданной игре, игроки, т. е. вовлеченные страны должны приступить построению новой «игры». Или, что тоже самое, к совместной выработке механизма по Гурвицу, в котором равновесие будет соответствовать желаемому результату – долгосрочной институционализации способов разрешения торговых противоречий.

Выводы. Таким образом на основе разработанной методики, обеспечивающей возможность сравнения показателей стохастической крайне неблагоприятной ситуации с условно детерминированным размером ущерба от конкретных инструментов торговой войны на отраслевом уровне, проведена оценка экономических рисков торговой войны на примере конкретных секторов экономики КНР и США. Во-первых, благодаря разработанным методике и упомянутому алгоритму нам удалось перевести расплывчатое понятие «экономический потенциал» в строгую категорию переговорной силы по Нэшу. Несмотря на то, что этот последний шаг выполняется на основе экспертных оценок, полученная структура значений θ логически непротиворечива и последовательна. Во-вторых, непосредственным результатом проведенного анализа является установление обоюдно ясной структуры переговорной силы сторон по выделенным секторам. Подобная самосогласованность оценок, а также их общеизвестный характер создают для обеих вовлеченных стран необходимую когнитивную базу для перехода к следующей стадии – урегулированию торгового конфликта. В-третьих, странам, намеревающимся продолжать свой конфликт до необратимого разрушения механизмов экономического роста соперника, придется столкнуться с симметричным ответом. Соотношение переговорной силы по секторам (отраслям, товарным рынкам) будут «диверсифицироваться» до такой степени, пока суть происходящего не станет очевидным для всех – развивающийся процесс направлен на нанесение сопернику максимально возможного ущерба, не считаясь с размером ущерба собственного. Таким образом, страна, инициировавшая торговую войну и приписывающая себе «стратегическую инициативу», может «победить» саму себя. В-четвертых, полученные результаты ясно прописывают пути данного урегулирования, включающие в себя не столько взаимных уступок, сколько наиболее принципиальную

задачу урегулирования – замену переговорной схемы Нэша на формирования *прямого* экономического механизма в смысле Гурвица. Необходимо еще раз подчеркнуть, что речь идет не о теоретических абстракциях, а об абсолютно реальных стратегиях поведения вовлеченных стран.

Список литературы:

1. Ши Чжичао. Роль банковской системы и ее регулирования в ситуации длительной геополитической напряженности / Ши Чжичао, К. Курилёнок // Банк. весн. – 2024. – № 4. – С. 17–24.
2. Ши Чжичао. Стратегия обеспечения национальной экономической безопасности в условиях торговых войн и экономических санкций / Ши Чжичао, К. Курилёнок // Наука и инновации. – 2024. – № 5. – С. 35–39.
3. Bekkers, E. An economic analysis of the US-China Conflict [Electronic resource] / E. Bekkers, S. Schroether / World Trade Organization, Economic Research and Statistics Division. – Mode of access: https://www.wto.org/english/res_e/reser_e/ersd202004_e.pdf. – Date of access: 05.08.2023.
4. Fajgelbaum, P. The economic impact on the US-China trade war / P. Fajgelbaum, A. Khandelwall. – Cambridge : National Bureau of Economic Research, 2021. – 30 p. – (NBER Working Paper Series ; № 29315).
5. Gentile, E. Assessing the impact of the United States – People's Republic of China trade dispute using a multiregional computable general equilibrium model / E. Gentile, G. Li, M. J. Mariamsingham. – [S. l.] : Asian Development Bank, 2020. – 54 p. – (ADB Economics Working Paper Series ; № 620).
6. Курилёнок, К. Л. Мировой опыт управления специфическими внешнеэкономическими рисками, возникающими в результате торговых войн / К. Л. Курилёнок, Е. В. Куриленок // Стратегия развития экономики Беларуси: вызовы, инструменты реализации и перспективы : сб. науч. ст. : в 2 т. – Минск, 2022. – Т. 2. – С. 99–108.
7. Amiti, M. The effect of the US-China Trade War on U.S. investment big war [Electronic resource] / M. Amiti, S. H. Kong, D. Weinstein. – Cambridge : National Bureau of Economic Research, 2020. – 46 p. – (NBER Working Paper Series ; № 27114).
8. 220. Yuhan Zhang. The US-China trade war: a political and economic analysis / Yuhan Zhang // Indian J. of Asian Affairs. – 2018. – Vol. 31, № 1/2. – P. 53–74.

JURISPRUDENCE

DIFFERENT VIEWS ON THE HURUF MOVEMENT

Ozturk A.

Azerbaijan, Nakhchivan Autonomous Republic Nakhchivan State Universit
ORCID: 0000-0002-9686-713X

Behbudov G.

Azerbaijan, Nakhchivan Autonomous Republic Nakhchivan State Universit
ORCID: 0000-0002-2319-9222

Abishov S.

Azerbaijan, Nakhchivan Autonomous Republic Nakhchivan State Universit
ORCID: 0000-0002-0577-1651

Bayramova V.

Azerbaijan, Nakhchivan Autonomous Republic Nakhchivan State Universit
<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499250>

Abstract

Hurufism, as a significant philosophical and high-level ideological belief system, emerged as a political-legal ideology. Before long, it expanded beyond its birthplace in Azerbaijan, spreading into the ideological currents of the Near and Middle East, and Western Europe, influencing social, economic, political life, and the formation of legal worldviews.

The article focuses on the role and place of global ideas related to the defense of the inherent, undeniable rights and freedoms of humanity, regarded as the noblest of creatures, as the foundation of the ideological and belief philosophy that emerged during the Hurufi period.

Keywords: Hurufism, ascetic, sheikh, prayer, ideology, scholar, mystic, human, poet, cultural development, secularism.

Neither Fazlullah Naimi nor other Hurufi scholars or writers have written anything against the Quran. A significant point is that the deep, multifaceted meanings of Hurufi ideas are consistent with the Quranic verses and hadiths. All Sufi scholars agree that knowing the divine Creator inevitably passes through knowing humanity. This scientific explanation elevates the status of humanity to that of God. (6, p.48)

According to Batiniyya and Hurufi interpretations, the Prophet himself referred to the inner and outer meanings of the Quran. The Quran also clearly commands the interpretation and explanation of its verses. However, their full interpretation is known only to God (or to God and those deeply rooted in knowledge). Those who are deeply rooted in knowledge declare, "We believe in them; all of them are from our Lord." But only those with understanding grasp this. (3, p.453)

Some scholars have attempted to depict the Hurufi movement as an esoteric philosophical-legal school, emphasizing the necessity of understanding the inner meanings of Quranic verses. However, Fazlullah Naimi regarded Sharia as a mirror of truth, thus advocating for the comprehension of the inner meanings of Quranic verses (1, p.125).

On the other hand, the Hurufis believed that even after attaining true faith, they were obligated to perform religious rituals. This sets them apart from other esoteric movements. A prominent Hurufi scholar considered adherents of Sharia to be people of outward practice, stating, "Those who do not pray are incapable of comprehending the Prophet's secret." (7, p.128). Consequently, accusations labeling the Hurufis as heretics, apostates, or irreligious individuals are unfounded.

Abu Mansur writes: "Hurufis behave like Sunnis in Sunni assemblies and like Shias in Shia gatherings." Similarly, A. Gulpenarli states that Hurufis outwardly identify as Sunnis among Sunnis and as Shias among Shias, utilizing characteristics of esoteric Shiism. While they acknowledge eleven Imams and deny the existence of the twelfth Imam (Imam Mahdi), aligning somewhat with Sunni views, their ablution practices match those of Sunnis rather than Shias, who perform ablution by wiping their feet (1, p.132). Moreover, during prayers, Hurufis insist on folding their arms (like Sunnis), contrasting with Shia practices of keeping arms free (1, p.133).

Thus, the limited alignment with Shiite doctrines precludes labeling the Hurufis as purely Shia. Their distinctive ideas, spiritual philosophy, and unique principles highlight their position beyond Sunni or Shia classifications, signifying an independent intellectual and mystical movement.

Hurufism exerted a profound influence on other sects and political orders through its leaders, poets, philosophers, and intellectuals. Esteemed figures like Balim Sultan, known as *Pir-i Sani* among the Bektashis, and others such as Osman Baba, Yamini, and Baghdadli Ruhi, played key roles in propagating Hurufi thought. This ideology also permeated the works of prominent poets in the Mevlevi tradition, such as Muhammad Dede and Hussain Fakhruddin Dede.

One of the central themes of Hurufism, the "Istiva Line" (the Middle Path), is evident in the symbols used by Mevlevi leaders, such as the vertical line on their hats and cloaks, possibly inspired by the Hurufi concept of the Istiva Line (2, p.375).

Prominent scholar T. Khumarlu, in his work "*Imadeddin Nasimi and the Hurufi Movement*," asserts that in Anatolia and the Balkans, groups within the Bayrami, Malamati, Qalandari, and Khalwati orders, as well as some Qizilbash factions, were significantly influenced by Hurufism (4, p.59). Similarly, Ahmed Yashar suggests that Qalandari Sufi orders were deeply impacted by Hurufi pantheistic philosophy, evident in the teachings of figures like Qayghiz Abdala and Ottoman Baba (5, p.148).

During the 15th century, Hurufism gained traction in the Ottoman Empire and even influenced the palace. However, its adherents faced severe persecution, as illustrated by the execution of Hurufi scholars under Sultan Mehmed II. Despite such challenges, Hurufism persisted, becoming a core doctrine within the Bektashi order during the 16th and 17th centuries.

The Bektashis revered figures like Imam Ali, Haji Bektash, and Fazlullah Naimi, and their doctrines, such as *Nuqtat-ul-Bayan*, were rich with Hurufi teachings. Similar to Hurufis, they wore white cloaks and hats (9, p.202).

Another movement, the Nuqtavis, emerged as a derivative of Hurufism, founded by Muhammad Pesikhani, a disciple of Fazlullah Naimi. This demonstrates the enduring influence of Hurufism.

Renowned scholar Tawakkuli, in his book "*The Hurufi Movement*," highlights the ideological goal of Hurufism: to liberate humanity from superstition, foster creativity, and achieve enlightenment. Based on a pantheistic philosophy, Hurufism sought to abolish inequality, dismantle ideological weapons of oppression, and elevate human beings as the ultimate manifestation of divine truth (4, p.122).

Because humanity forms the core of Hurufi thought, according to this ideology, everything and the

essence of existence finds meaning and significance in the existence of humanity.

Based on pantheist philosophy, the main goal and social-political and legal objective of Hurufi teachings is to achieve the abolition of fanaticism and inequality in terms of rights, to break the weapon of oppression used by cruel individuals who exploit religion under the guise of ignorance (ideological weapon), to ensure real enlightenment of people, to promote the development of science, and ultimately to free the human being—who is considered the unique secret of existence—from separation and guide them towards the eternal right path.

References:

1. Şəhid Hüseyni Qəşqai, "Hürufilik nehzəti", Əncami kitab Nəşriyyatı, 1979. 48 səh.
2. Z. M. Bünyadov və V. M. Məmmədliyəv, "Quran-ı Kərim", Bakı, Şərq-Qərb Nəşriyyat evi, 2011, 304 səh.
3. Y. Babayev, "Təriqət ədəbiyyatı sufizm, Hürufizm" Nurlan Nəşriyyatı, Bakı. 2007, 132 səh.
4. İ. Nəsimi, "Seçilmiş əsərləri", ikin-ci bölüm (ictimai-fəlsəfi), Lider Nəşriyyatı, Bakı, 2004, 167 səh.
5. M. Hüseyn Şəhryar, "Divani Şəhryar", "Nigah" nəşriyyatı, Tehran, 2011, 321 səh.
6. Ə. Qasım, "İrfan və Təsəvvüfün Məbanisi", Təhəvvüri Nəşriyyatı, 2000, 198 səh.
7. Tağı Xümarlı, "İmadəddin Nəsimi və Nehzəti hürufilik", Təbriz-Tələş Nəşriyyatı, 1958, 42 səh.
8. Y. C. Pəndəri, "İmadəddin Nəsiminin əşəri və yaşayışı", Ney Nəşriyyatı, 1993, 436 səh.
9. Əli Mir Fötrüs, "Hürufilik hərəkəti və Pesixanilər Nehzəti", Bəmdad Nəşriyyatı, 2001. 104 səh.

MATHEMATICAL SCIENCES

UOT 517.97

ON OPTIMIZATION METHOD FOR WAVE EQUATION IN A PARALLELEPIPED

Guliyev H.

Nasibzadeh V.

Baku State University, Sumgait State University

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499252>

Abstract

In this paper the mixed conditions problem is considered for the wave equation in two-dimensional case. A theorem on uniqueness of the solution of the appropriate inverse problem is proved. In the optimal control problem compared to the inverse problem, a theorem on the existence of an optimal control is proved, sufficient and necessary condition of optimality is derived in the form of variational inequality.

Keywords: inverse problem, existence of optimal control, optimality condition

1. Introduction

As is known, the Dirichlet and Neumann problems for hyperbolic equations are ill-posed [1]. Such problems arise in different applied problems (see [1], [2] and references therein). Therefore, study of Dirichlet and Neumann problems for hyperbolic equations is of interest both from applied point of view and in connection with theoretical issues. In the paper [2] the mixed conditions problem is studied for the wave equation in two-dimensional case. The inverse problem is considered, ill-posedness of this problem is shown, it is reduced to the sequence of one dimensional inverse problems and in the obtained problem, iterational solution methods are suggested. The inverse problem is formulated and this problem is reduced to the sequence of one-dimensional inverse problems. The uniqueness of the solution of one-dimensional inverse problems is proved. Then an optimal control problem associated to the formulated inverse problem is studied, differentiability of the functional is shown, necessary and sufficient condition of optimality is derived in the form of integral inequality.

2. Problem Statement

Let us consider for the wave equation boundary value problem:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}, (x, y, t) \in Q = \Omega \times (0, T), \quad (1)$$

$$u|_{t=0} = f_1(x, y), u|_{t=T} = f_2(x, y), (x, y) \in \Omega, \quad (2)$$

$$u|_{x=0} = u|_{x=\ell} = 0, (y, t) \in (0, \ell) \times (0, T), \quad (3)$$

$$\frac{\partial u}{\partial y}|_{y=0} = \frac{\partial u}{\partial y}|_{y=\ell} = 0, (x, t) \in (0, \ell) \times (0, T), \quad (4)$$

where $\Omega = (0, \ell) \times (0, \ell)$, $\ell > 0$, $T > 0$ are the given numbers, $f_1(x, y)$, $f_2(x, y)$ are the given functions, moreover $f_1, f_2 \in W_2^1(\Omega)$. We formulate problem (1)-(4) as an inverse problem to the following direct well-posed problem

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}, (x, y, t) \in Q, \quad (5)$$

$$u|_{t=0} = f_1(x, y), \frac{\partial u}{\partial t}|_{t=0} = v(x, y), (x, y) \in \Omega, \quad (6)$$

$$u|_{x=0} = u|_{x=\ell} = 0, (y, t) \in (0, \ell) \times (0, T), \quad (7)$$

$$\frac{\partial u}{\partial y}|_{y=0} = \frac{\partial u}{\partial y}|_{y=\ell} = 0, (x, t) \in (0, \ell) \times (0, T). \quad (8)$$

In the direct problem (5)-(8) for the given functions $v(x, y) \in L_2(\Omega)$ and $f_1(x, y) \in W_2^1(\Omega)$ it is required to determine the function $u = u(x, y, t)$.

Let the function $v(x, y)$ be unknown and about the solution of direct problem (5)-(8) the following additional information is known

$$u|_{t=T} = f_2(x, y), (x, y) \in \Omega. \quad (9)$$

The inverse problem is in determining the pair of function $u = u(x, y, t)$, $v = v(x, y)$ from relations (5)-(9) for the given functions $f_1(x, y)$, $f_2(x, y)$. Instead of this problem let us consider the following problem: to find the function $v(x, y)$ from the class

$$v \in V = \{v(x, y): v \in L_2(\Omega), \|v\|_{L_2(\Omega)} \leq M\} \quad (10)$$

such that together with the solution $u(x, y, t; v)$ of problem (5)-(8) it affords minimum to the functional

$$J(v) = \frac{1}{2} \int_{\Omega} [u(x, y, T; v) - f_2(x, y)]^2 dx dy \rightarrow \min \quad (11)$$

where $u = u(x, y, t; v)$ is the solution of problem (5)-(8) for $v = v(x, y)$, $M > 0$ is a given number. We call the function $v(x, y)$ a control, while the set V a class of admissible controls. We call this problem (5)-(8), (10), (11). Note that there is a close relation between inverse problem (5)-(9) and problem (5)-(8), (10), (11). If in

problem (5)-(8), (10), (11) there exists a control v^* from V , such that $\min J(v) = J(v^*) = 0$, then in problem (5)-(9) the additional condition (9) is fulfilled.

Instead of the functional (11) so that the optimality condition to be obtained in the future is not broken, let's look to the functional

$$J_a(v) = \frac{1}{2} \int_{\Omega} [u(x, y, T; v) - f_2(x, y)]^2 dx dy + \frac{\alpha}{2} \int_{\Omega} v^2(x, y) dx dy \quad (11')$$

The problem consist of to find a control $v \in V$ such that, together with the solution of the problem (5)-(8), gives a minimum to the functional (11').

From the results of the papers [5,6] it follows that for each fixed control $v(x, y)$, problem (5)-(8) has a unique solution from $W_2^1(Q)$ and this solution has the properties

$$u \in C([0, T]; W_2^1(\Omega)), \frac{\partial u}{\partial t} \in C([0, T]; L_2(\Omega)),$$

and furthermore, the following estimation is valid

$$\|u\|_{W_2^1(\Omega)} + \left\| \frac{\partial u}{\partial t} \right\|_{L_2(\Omega)} \leq c [\|v\|_{L_2(\Omega)} + \|f_1\|_{W_2^1(\Omega)}], \forall t \in [0, T] \quad (12)$$

Here and in the sequel, different constants independent of the estimated quantities and admissible controls will be denoted by c .

3. On Uniqueness of the Solution of Inverse Problem

Let for simplicity $\ell = \pi$. In problem (5)-(8) we continue evenly all the functions with respect to variable y to the interval $(-\pi, 0)$. Expand the function $u(x, y, t)$ and all other functions in Fourier series in the system of functions $\{\cos ky\}_{k=1}^{\infty}$.

$$u(x, y, t) = \sum_{k=1}^{\infty} u_k(x, t) \cos ky, v(x, y) = \sum_{k=1}^{\infty} v_k(x) \cos ky,$$

$$f_1(x, y) = \sum_{k=1}^{\infty} f_1^{(k)}(x) \cos ky, f_2(x, y) = \sum_{k=1}^{\infty} f_2^{(k)}(x) \cos ky.$$

Substituting these expressions in conditions (5)-(9), we get a sequence of one-dimensional inverse problems

$$\frac{\partial^2 u_k}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u_k}{\partial x^2} - k^2 u_k, x \in (0, \pi), t \in (0, T), \quad (13)$$

$$u_k(x, 0) = f_1^{(k)}(x), \frac{\partial u_k(x, 0)}{\partial t} = v_k(x), x \in (0, \pi), \quad (14)$$

$$u_k|_{x=0} = u_k|_{x=\pi} = 0, t \in (0, T), \quad (15)$$

and

$$u_k(x, T) = f_2^{(k)}(x), k = 1, 2, \dots \quad (16)$$

Now we odd continue the functions $u_k(x, t), f_1^{(k)}(x), f_2^{(k)}(x), v_k(x)$ with respect to x to the interval $(-\pi, 0)$ and expand them in Fourier series in the system of functions $\{\cos kx\}_{k=1}^{\infty}$:

$$u_k(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} u_{k,n}(t) \sin nx, v_k(x) = \sum_{n=1}^{\infty} v_{k,n} \sin nx,$$

$$f_1^{(k)}(x) = \sum_{n=1}^{\infty} f_1^{(k,n)} \sin nx, f_2^{(k)}(x) = \sum_{n=1}^{\infty} f_2^{(k,n)} \sin nx.$$

As a result, we get a sequence of inverse problems

$$\frac{d^2 u_{k,n}}{dt^2} + (k^2 + n^2) u_{k,n} = 0, \quad (17)$$

$$u_{k,n}(0) = f_1^{(k,n)}, \frac{du_{k,n}(0)}{dt} = v_{k,n}, \quad (18)$$

$$u_{k,n}(T) = f_2^{(k,n)}. \quad (19)$$

It is clear that the solution of direct problem (17), (18) is obtained in the form

$$u_{k,n} = f_1^{(k,n)} \cos p_{k,n} t + \frac{v_{k,n}}{p_{k,n}} \sin p_{k,n} t, \quad (20)$$

where $p_{k,n} = \sqrt{k^2 + n^2}$.

From (20) we take the derivative with respect to t and instead of t substitute T and provided (19). If $T \neq \frac{\pi m}{p_{k,n}}, m \in \mathbb{Z}$ then we get

$$v_{k,n} = \frac{p_{k,n} (f_2^{(k,n)} - f_1^{(k,n)} \cos p_{k,n} T)}{\sin p_{k,n} T}. \quad (21)$$

Thus, we can formulate the following theorem.

Theorem 1. Suppose that for all $k, n \in \mathbb{N}$ and $m \in \mathbb{Z}$ the parameter T satisfies the condition

$$T \neq \frac{\pi m}{p_{k,n}}.$$

If for any $k \in \mathbb{N}$ the inverse problem (13)-(16) has the solution $v_k(x)$ in $L_2[0, \pi]$, then this solution is unique and its Fourier coefficients are given by formula (21).

4. On Solvability of Problem (5)-(8), (10), (11')

Theorem 2. If the conditions posed in formulation of problem (5)-(8), (10), (11') are fulfilled, then the set of optimal controls of problem (5)-(8), (10), (11')

$$V_* = \{v_* \in V : J_\alpha(v_*) = J_* = \inf_{v \in V} J_\alpha(v)\}$$

is not empty, is weakly compact in $L_2(\Omega)$ and any minimizing sequence $\{v_m(x)\}$ weakly in $L_2(\Omega)$ converges to the set V_* .

Proof. It is easy to see that the set V determined by relation (10) is weakly compact in $L_2(\Omega)$. Show that functional (11') weakly in $L_2(\Omega)$ is continuous on the set V . Let v be some element and $\{v_m\} \subset V$ be arbitrary sequence such that

$$v_m \rightarrow v \text{ weakly in } L_2(\Omega) \text{ as } m \rightarrow \infty. \quad (22)$$

In virtue of unique solvability of boundary value problem (5)-(8) to each control $v_m \in V$ there corresponds a unique solution $u_m = u(x, y, t; v_m)$ of problem (5)-(8) and the estimation $\|u_m\|_{W_2^1(Q)} \leq C \quad \forall m = 1, 2, \dots$ is valid, i.e. the sequence $\{u_m\}$ is uniformly bounded in the norm of the space $W_2^1(Q)$. Then from imbedding theorem [7] it follows that

$$u_m \rightarrow u \text{ strongly in } L_2(Q), \quad (23)$$

$$\frac{\partial u_m}{\partial t} \rightarrow \frac{\partial u}{\partial t}, \frac{\partial u_m}{\partial x} \rightarrow \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u_m}{\partial y} \rightarrow \frac{\partial u}{\partial y}, \text{ weekly in } L_2(Q) \quad (24)$$

and in particular,

$$u_m(x, y, 0) \rightarrow u(x, y, 0), u_m(x, y; T) \rightarrow u(x, y; T) \text{ strongly in } L_2(\Omega), \quad (25)$$

where $u = u(x, y, t) \in W_2^1(Q)$ is some element.

Show that $u(x, y, t) = u(x, y, t; v)$, i.e. the function $u(x, y, t)$ is the solution of problem (5)-(8) corresponding to the control $v \in V$. It is clear that the following relations are valid:

$$\int_{\Omega} \left(-\frac{\partial u_m}{\partial t} \frac{\partial \varphi}{\partial t} + \frac{\partial u_m}{\partial x} \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \frac{\partial u_m}{\partial y} \frac{\partial \varphi}{\partial y} \right) dx dy dt - \int_{\Omega} v_m(x, y) \varphi(x, y, 0) dx dy = 0$$

$$u_m(x, y, 0) = f_1(x, y),$$

$$\forall \varphi \in W_2^1(Q), \varphi(x, y; T) = 0, \varphi(0, y, t) = 0, \varphi(\pi, y, t) = 0$$

From the second of the relations (25) and from (22), we get that the functional $J_{\alpha}(v)$ is weakly semicontinuous from below in the set V , i.e. $\lim_{m \rightarrow \infty} J_{\alpha}(v_m) \geq J_{\alpha}(v)$. Then by Theorem 2 from [8, p.49] we get that all statements of Theorem 2 are valid. Thus Theorem 2 is proved.

5. Differentiability of Functional (11') and Optimality Condition

Now let us study Frechet differentiability of functional (11') and get optimality condition in problem (5)-(8), (11'). Let $\psi = \psi(x, y, t; v)$ be the generalized solution from $W_2^1(Q)$ of the adjoint problem

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2}, (x, y, t) \in Q, \quad (26)$$

$$\psi|_{t=T} = 0, \frac{\partial \psi}{\partial t}|_{t=T} = u(x, y, T) - f_2(x, y), \quad (27)$$

$$\psi|_{x=0} = \psi|_{x=\pi} = 0, (y, t) \in (0, \pi) \times (0, T), \quad (28)$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial y}|_{y=0} = \frac{\partial \psi}{\partial y}|_{y=\pi} = 0, (x, t) \in (0, \pi) \times (0, T). \quad (29)$$

Under the generalized solution of boundary value problem (26)-(29) for the given $v \in V$ we will understand the function $\psi = \psi(x, y, t; v)$ from $W_2^1(Q)$ which equals to $\psi(x, y, T) = 0$ for $t = T$ and satisfies the integral identity

$$\int_Q \left[\frac{\partial \psi}{\partial t} \frac{\partial \eta}{\partial t} - \frac{\partial \psi}{\partial x} \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{\partial \psi}{\partial y} \frac{\partial \eta}{\partial y} \right] dx dy dt - \int_{\Omega} u[(x, y, T) - f_2(x, y)] \eta(x, y, T) dx dy = 0 \quad (30)$$

for all $\eta = \eta(x, y, t) \in W_2^1(Q), \eta(x, y, 0) = 0$.

As $[u(x, y, T) - f_2(x, y)] \in L_2(\Omega)$ from the results of the work [9] it follows that for each given $v \in V$ problem (26)-(29) has a unique generalized solution from $W_2^1(Q)$ and this solution has the properties

$$\psi \in C([0, T]; W_2^1(\Omega)), \frac{\partial \psi}{\partial t} \in C([0, T]; L_2(\Omega)),$$

moreover, the following estimation is valid:

$$\|\psi\|_{W_2^1(\Omega)} + \left\| \frac{\partial \psi}{\partial t} \right\|_{L_2(\Omega)} \leq c \|u(x, y, T) - f_2(x, y)\|_{L_2(\Omega)}, \forall t \in [0, T]$$

Considering here the estimation (12) and boundness of the imbedding $W_2^1(Q) \rightarrow L_2(\Omega)$ [6], we get $\forall t \in [0, T]$:

$$\|\psi\|_{W_2^1(\Omega)} + \left\| \frac{\partial \psi}{\partial t} \right\|_{L_2(\Omega)} \leq c \|u(x, y, T) - f_2(x, y)\|_{L_2(\Omega)} \leq c [\|\psi\|_{L_2(\Omega)} + \|f_1\| + \|f_2\|] \quad \forall t \in [0, T] \quad (31)$$

Theorem 3. Let the conditions in the statement of problem (5)-(8), (10), (11') be fulfilled. Then the functional (11') is continuously Frechet differentiable on V and its differential at the point $\nu \in V$ at the increment $\delta\nu \in L_2(\Omega), \nu + \delta\nu \in V$ is determined by the expression

$$\langle J'_\alpha(\nu), \delta\nu \rangle = \int_{\Omega} [-\psi(x, y, 0) + \alpha\nu(x, y)] \delta\nu(x, y) dx dy \quad (32)$$

Proof. Let us consider the increment of functional (11'):

$$\begin{aligned} \Delta J_\alpha(\nu) = & \int_{\Omega} [u(x, y, T) - f_2(x, y)] \delta u(x, y, T) dx dy + \\ & + \int_{\Omega} \alpha\nu(x, y) \delta\nu(x, y) dx dy + \frac{1}{2} \int_{\Omega} (\delta u(x, y, T))^2 dx dy \\ & + \frac{\alpha}{2} \int_{\Omega} (\delta\nu(x, y))^2 dx dy, \end{aligned} \quad (33)$$

where $\delta\nu \in L_2(\Omega)$ is the increment of the control on the element $\nu \in V$ such that $\nu + \delta\nu \in V$, and by $\delta u(x, y, t)$ we denote the difference $u(x, y, t; \nu + \delta\nu) - u(x, y, t; \nu)$.

It is clear that function $\delta u = \delta u(x, y, t)$ is the solution from $W_2^1(Q)$ of the boundary value problem

$$\frac{\partial^2 \delta u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 \delta u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \delta u}{\partial y^2}, (x, y, t) \in Q, \quad (34)$$

$$\delta u|_{t=0} = 0, \quad \frac{\partial \delta u}{\partial t}|_{t=0} = \delta\nu, (x, y) \in \Omega, \quad (35)$$

$$\delta u|_{x=0} = \delta u|_{x=\pi} = 0, (y, t) \in (0, \pi) \times (0, T), \quad (36)$$

$$\frac{\partial \delta u}{\partial y}|_{y=0} = \frac{\partial \delta u}{\partial y}|_{y=\pi} = 0, (x, t) \in (0, \pi) \times (0, T). \quad (37)$$

Then integral identity

$$\begin{aligned} & \int_Q \left[-\frac{\partial \delta u}{\partial t} \frac{\partial \mu}{\partial t} + \frac{\partial \delta u}{\partial x} \frac{\partial \mu}{\partial x} + \frac{\partial \delta u}{\partial y} \frac{\partial \mu}{\partial y} \right] dx dy dt - \int_{\Omega} \delta\nu(x, y) \mu(x, y, 0) dx dy + \\ & + \iint_{\Omega} \frac{\partial \delta u(x, y, T)}{\partial t} \mu(x, y, T) dx dy = 0 \end{aligned} \quad (38)$$

hold for all $\mu = \mu(x, y, t) \in W_2^1(Q)$.

If (30) we put $\eta = \delta u(x, y, t)$, in (38) $\mu = \psi(x, y, t; \nu)$ and put together the obtained relations, we have

$$-\int_{\Omega} [u(x, y, T) - f_2(x, y)] \delta u(x, y, T) dx dy - \int_{\Omega} \psi(x, y, 0) \delta\nu(x, y) dx dy = 0 \quad (39)$$

from (39) and (33) we get

$$\Delta J_\alpha(\nu) = \int_{\Omega} [-\psi(x, y, 0) + \alpha\nu(x, y)] \delta\nu(x, y) dx dy + R, \quad (40)$$

$$R = \frac{1}{2} \int_{\Omega} (\delta u(x, y, T))^2 dx dy + \frac{\alpha}{2} \int_{\Omega} (\delta\nu)^2 dx dy$$

where

The first addend in the right hand side of (40), i.e. expression (32) for the given $\nu \in V$ determines linear bounded functional of $\delta\nu$ on $L_2(\Omega)$ — linearity of functional (32) with respect to $\delta\nu$ is obvious. Furthermore, using the Cuchy-Bunyakowski inequality, we get

$$\left| \int_{\Omega} (-\psi(x, y, 0; v) + \alpha v(x, y)) \delta v(x, y) dx dy \right| \leq (\|\psi(x, y, 0; v)\|_{L_2(\Omega)} + \alpha \|v(x, y)\|_{L_2(\Omega)}) \|\delta v\|_{L_2(\Omega)}$$

Taking into account estimation (31) and definition of class of admissible controls, we get boundedness of functional (32) with respect to δv on $L_2(\Omega)$.

$$R = \frac{1}{2} \int_{\Omega} (\delta u(x, y, T))^2 dx dy + \frac{\alpha}{2} \int_{\Omega} (\delta v)^2 dx dy$$

Now let us estimate the residual term contained in (40). Under the above suppositions, for solution of problem (34)-(37) the following estimation is valid [5,6]

$$\|\delta u\|_{W_2^1(\Omega)} + \left\| \frac{\partial \delta u}{\partial t} \right\|_{L_2(\Omega)} \leq c \|\delta v\|_{L_2(\Omega)}, \forall t \in [0, T] \quad (41)$$

From (41) it follows that

$$R = \frac{1}{2} \int_{\Omega} (\delta u(x, y, T))^2 dx dy + \frac{\alpha}{2} \int_{\Omega} (\delta v)^2 dx dy \leq c \|\delta v\|_{L_2(\Omega)}^2.$$

Then from (40) it follows that functional (11) is Frechet differentiable on V and formula (32) is valid and gradient of functional $J_{\alpha}(v)$ will be in the form:

$$J'_{\alpha}(v) = -\psi(x, y, 0; v) + \alpha v(x, y). \quad (42)$$

At last we show that the mapping $v \rightarrow J'(v)$, determined by equality (32) continuously acts from V to the space $L_2(\Omega)$.

Let $\delta \psi(x, y, t) = \psi(x, y, t; v + \delta v) - \psi(x, y, t; v)$. From (26)-(29) it follows that $\delta \psi(x, y, t)$ is the generalized solution from $W_2^1(Q)$ of the boundary value problem

$$\frac{\partial^2 \delta \psi}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 \delta \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \delta \psi}{\partial y^2}, (x, y, t) \in Q,$$

$$\delta \psi|_{t=T} = 0, \frac{\partial \delta \psi}{\partial t}|_{t=T} = \delta u(x, y, T), (x, y) \in \Omega,$$

$$\partial \psi|_{x=0} = 0, \partial \psi|_{x=\pi} = 0, (y, t) \in (0, \pi) \times (0, T),$$

$$\frac{\partial \delta \psi}{\partial y}|_{y=0} = \frac{\partial \delta \psi}{\partial y}|_{y=\pi} = 0, (x, t) \in (0, \pi) \times (0, T).$$

It is clear that the following estimation is valid for the solution this problem

$$\|\delta \psi\|_{W_2^1(\Omega)} + \left\| \frac{\partial \delta \psi}{\partial t} \right\|_{L_2(\Omega)} \leq c \|\delta u(x, y, T)\|_{L_2(\Omega)}, \forall t \in [0, T]$$

Hence and from estimation (41) it follows that

$$\|\delta \psi(x, y, 0)\|_{L_2(\Omega)} \rightarrow 0, \quad \|\delta v\|_{L_2(\Omega)} \rightarrow 0. \quad (43)$$

(32) yields that

$$\|J'(v + \delta v) - J'(v)\|_{L_2(\Omega)} \leq c (\|\delta \psi(x, y, 0)\|_{L_2} + \|\delta v(x, y)\|_{L_2(\Omega)})$$

By (43) the right hand side of this inequality tends to zero as $\|\delta v\|_{L_2(\Omega)} \rightarrow 0$. Hence it follows that $v \rightarrow J'(v)$ is continuous mapping from V in $L_2(\Omega)$.

Theorem 3 is proved.

Theorem 4. Let the conditions of the theorem 3 be fulfilled. Then for the optimality of control $v_* = v_*(x, y) \in V$ in problem (5)-(8), (10), (11)' it necessary and sufficient the inequality

$$\int_{\Omega} [-\psi_*(x, y, 0) + \alpha v_*(x, y)] (v(x, y) - v_*(x, y)) dx dy \geq 0 \quad (44)$$

be fulfilled for any $v = v(x, y) \in V$, where $\psi_*(x, y, t) = \psi(x, y, t; v_*)$ — is the solution of problem (19)-(22) for $v = v_*$.

Proof. The set V determined by relation (10) is convex in $L(\Omega)$. Furthermore, according to theorem 3, the functional $(11)'$ is continuously Fréchet differentiable on V and its differential at the point $v \in V$ is determined by equality (32).

Then by Theorem 5 from [8, p.28] on the element $v_* \in V_*$ the inequality $\langle J'_\alpha(v_*), v - v_* \rangle \geq 0$ should be fulfilled for all $v \in V$. Take into account expression of gradient of functional $J'_\alpha(v)$ from (42) we get that inequality (44) holds.

Theorem 4 is proved.

References:

1. S.I. Kabanikhin, Inverse and Ill-posed Problems, Sib. Pub., Novosibirsk, 2009, 457 p.
2. S.I. Kabanikhin, M.A. Bektemesov, D.B. Nurseitov, O.I. Krivorotko and A.N. Alimova, An optimization method in the Dirichlet problem for the wave equation, J. Inverse ILL-Posed Probl. 20 (2012), 193-211.
3. R.K. Tagiev, On the optimal control of the coefficients of a hyperbolic equation // -Moscow: Automation and Telemechanics., -2012, No. 7, -pp.40-54.
4. H.F. Guliyev, V.N. Nasibzade, On optimization method in the Neumann problem for wave equation // International Journal of Applied Mathematics, -2017, v. 30, №6, - pp.515-526,
5. О.А. Ладыженская, Смешанная задача для гиперболического уравнения Гостехиздат, М., 1953.
6. O.A. Ladyzhenskaya, Boundary Value Problems of Mathematical Physics, Nauka, Moscow, 1973, 408 p.
7. S.L. Sobolev, Some Applications of Functional Analysis in Mathematical Physics, Nauka, Moscow, 1988, 334 p.
8. F.P. Vasil'ev, Methods for Solving Extremal Problems, Nauka, Moscow, 1981, 400 p.
9. Ж.Л. Лионс, Э. Мадженес, Неоднородные граничные задачи и их приложения. Мир, М., 1971.

MEDICAL SCIENCES

INFLUENZA. CLINICAL COURSE, DIAGNOSTICS, TREATMENT AND PREVENTION

Dr. Abdulhamid Ali Kahtan

D.M., pediatrician and pediatric pulmonologist at the pediatric department, multidisciplinary hospital for active treatment "Uni Hospital" - city of Panagyurishte, Bulgaria
<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499254>

Abstract

Influenza is an infectious disease caused by RNA viruses and is the leading cause of morbidity and mortality worldwide. Influenza viruses are unique among respiratory viruses in their antigenic variability, which allows them to "evade" human immune defenses, and is also the main cause of epidemics, which necessitates the annual development of new influenza vaccines against new circulating strains. It is the phenomenon of antigenic variation that explains why influenza continues to be the main epidemic disease of humanity. Despite the enormous progress in the study of this infection in scientific and theoretical terms, it continues to pose extremely serious problems for public health. And in this regard, recently, the infection of humans with the bird virus influenza A (H5N1), has increased the danger of the emergence of an influenza virus with pandemic potential, which on the one hand confirms the need for vaccine prophylaxis, knowledge of the clinical course of the manifestation, its complications and on the other hand shows the importance of rapid diagnosis and timely administration of specific anti influenza medications, the best therapeutic effect of which is achieved when administered within the first 48 hours of the onset of symptoms.

Keywords: influenza, complications, vaccine prophylaxis, rt - PCR, ICM.

Influenza viruses that infect humans are classified into three main types: type A, type B, and type C. Influenza viruses type A and B are the main influenza pathogens and cause epidemic diseases in humans. Influenza type C is mainly a sporadic cause of upper respiratory tract disease (URD). There are significant differences in genetic organization, structure, host range, epidemiology, and clinical features among the three types of influenza viruses. Influenza type A viruses are divided into subtypes based on the surface hemagglutinin (H) and neuraminidase (N) antigens. Influenza A has 16 different H subtypes and 9 different N subtypes, of which only H1, H2, H3, H5, N1, and N2 are associated with human influenza epidemics. Influenza occurs in annual outbreaks, seasonal epidemics, and pandemics. These categories differ in the number of cases. The reason for this epidemiological picture lies in the ability of the influenza virus to change its antigenic properties and "evade" the human immune defense. Epidemics are due to the so-called antigenic drift, a phenomenon associated with a gradual and relatively continuous change in the viral H and N antigens. Pandemics are due to the so-called antigenic shift, a phenomenon associated with the occurrence of sudden changes in one or two genetic segments during the replication of two different viruses (human and avian) in a given cell, and this leads to the emergence of a new virus.[2][3][4][5][7][9]

The source of infection with influenza is asymptomatic infected individuals, sick people, sick birds, healthy birds carrying the virus, and sick mammals. However, the main source of infection in humans is a sick person. It secretes the virus in the last 1-2 hours of the incubation period and 1-3, maximum 5 days from the onset of clinical manifestations. Influenza is transmitted by airborne droplets, and close contact between people is of great importance for this transmission

mechanism. Effective transmission of the avian influenza virus A (H5N1) from person to person has not been observed so far and is transmitted only by direct contact with sick or infected birds. Children from 6 months to 3 years of age are most susceptible to influenza.

[9][17][21]

Clinical course of influenza.

Typical uncomplicated influenza, after a short incubation period of 1 to 2 days, begins with a sudden onset of symptoms with a picture of toxicoinfectious syndrome, including chills, high fever, severe headache, severe general malaise, muscle aches, anorexia, often accompanied by dry cough, flushed face, injection and tearing of the eyes, runny nose, stuffy nose and sore throat, these respiratory symptoms appear 1-2 days after the onset of the disease.[2][3][7][9][15]

Children, especially those under 3 years of age, have a higher incidence of gastrointestinal manifestations, such as vomiting, diarrhea and abdominal pain, with diarrheal syndrome being more common in influenza type B, but according to literature data it also occurs in "bird flu" A (H5N1).[1][24][25]

In the initial stages of infection, due to inflammatory changes in the URT, a number of proinflammatory cytokines (IFN, IL-1, TNF- α) are released, which cause the early toxicoinfectious syndrome. The massive immune response can cause a life-threatening cytokine "storm" as a result of massive viral replication. This effect is assumed to be the cause of the unusually high mortality from the highly pathogenic avian influenza virus A (H5N1) commonly called "bird flu" and the pandemic strain of 1918(Spanish flu).[2][3][4][7][9][15][16][22]

Clinical forms of influenza.

a. Mild. Short-term and mild course, with subfebrile or afebrile fever, and weakly manifested or absent

symptoms of intoxication. Recovery usually occurs in 4 - 5 days.

b. Moderate. Typical course, the main symptoms and syndromes are present, without extreme deviations in the clinical and paraclinical picture.

c. Severe with a violent onset, severe intoxication, hemodynamic and hemostatic disorders

d. Fulminant. Very high fever above 40 °C, unbearable headache, weakness, loss of appetite, acute hemodynamic collapse, convulsions, loss of consciousness. Death usually occurs in 1-2 days.[2][4][8]

Complications of influenza.

Complications of influenza occur most often in people with risk factors, namely age > 65 years, children under 2 years old (especially infants) and in people with chronic diseases, pregnant women in the 2nd and 3rd trimesters and in children with concomitant diseases (congenital and acquired heart defects, cardiomyopathies, bronchopulmonary dysplasia, asthma, cystic fibrosis, diabetes mellitus and neuromuscular diseases affecting the accessory muscles of respiration). According to literature data, "bird flu" A(H5N1) is associated with a high incidence of pneumonia (> 50%), and deaths have been associated with multisystem involvement, including CNS complications, heart and kidney failure. During the clinical course of influenza, various complications may develop, caused mainly by the influenza virus or secondarily, most often by bacterial superinfection. Complications of influenza are: respiratory and non-respiratory. Respiratory complications are primary and secondary. Primary complications usually occur within the first 1-4 days, at the beginning of the disease, in severe and fulminant forms and include interstitial pneumonia with a serious prognosis, with high mortality. In children, the primary complication of influenza can be stenosing laryngotracheobronchitis(croup). Secondary respiratory complications include secondary bacterial pneumonia, sinusitis, otitis media and exacerbation of chronic bronchitis, bronchial asthma and cystic fibrosis. Extrapulmonary complications include: acute myositis, pericarditis, myocarditis, toxic shock syndrome, Reye's syndrome and CNS complications (influenza serous meningitis, primary meningoencephalitis and encephalitis, cerebral edema, transverse myelitis, myelopolyradiculoneuritis, isolated neuritis, polyneuritis and Guillain-Barré syndrome).[18][26][27][30]

Differential diagnosis.

First of all, differential diagnosis should be made with acute respiratory diseases (ARDs), which are occurring in the form of catarrhal changes in the upper respiratory tract (URT), caused by a heterogeneous group of viruses called respiratory viruses (adenoviruses; rhinoviruses, parainfluenza viruses, coronaviruses, respiratory syncytial virus and others). Clinically, it is difficult to distinguish ARDs and influenza in the early stages. In the case of ARDs, intoxication manifestations are less pronounced and their onset is not as acute as in influenza. Catarrhal syndrome in influenza appears 1-2 days later and is less pronounced. ARDs can also be caused by bacteria such as group A B-hemolytic streptococci. In the latter case, the positive

result of the rapid antigen test, the isolation of a bacterium in the microbiological examination of throat secretions or increased serum AST levels make the diagnosis. Of decisive diagnostic importance is also the localization of the pathological process. Rhinoviruses cause anterior rhinitis, parainfluenza viruses occur with a picture of laryngitis, in young children occurs with a pseudocroup pattern, with a dry, barking cough, inspiratory stridor and difficulty breathing. Adenovirus infection occurs with the characteristic triad (pharyngitis, conjunctivitis and lymphadenitis). RSV viruses cause tracheobronchitis with obstructive syndrome, bronchiolitis or pneumonia in infancy.

Diagnosis of influenza.

The diagnosis of influenza is made on the basis of epidemiological data and characteristic clinical manifestations and etiologically using a number of laboratory methods.

□ Paraclinical studies. Characteristic changes in the blood count in viral infections range from mild leukocytosis to leukopenia. CRP and ESR in viral infections usually remain normal, reduced or slightly increased. Laboratory abnormalities characteristic of avian virus A (H5N1) include significant lymphopenia and leukopenia, mild to moderate thrombocytopenia, and elevated transaminase levels, which are poor prognostic signs. In complicated forms, chest and heart radiography, CAT or MRI of the head are performed in CNS complications.

□ Rapid diagnostic methods. Various methods are used for rapid diagnosis of influenza. The most widely used tests are based on immunological detection of viral antigen in respiratory secretions.[6][15][42]

The most commonly used rapid diagnostic methods for influenza are:

- Immunochromatographic method (ICM) for rapid diagnosis of influenza. The most widely used immunochromatographic tests for rapid diagnosis of influenza are based on immunological detection of viral antigen in a sample of nasopharyngeal or nasal wash, lavage or aspirate or throat swab. For influenza, these tests include Directigen Flu A + B, Flu OIA (flu optical immunoassay) and QuickVue Influenza A + B test and others. The result is obtained within 15 min. Coincidence of results in influenza testing by two methods (Directigen Flu A + B and RT-PCR) was observed in 85.7% of cases and 90.5% of ICM samples were negative at 48 hours from the start of specific antiviral treatment.[1]

- Immunofluorescence method (IFM). IFM proves the presence of a specific antigen-antibody reaction through antibodies chemically conjugated with a fluorescent dye - fluorochrome. In the presence of homology, the fluorescent antibodies bind to the fixed viral antigens and, when observed with a fluorescent microscope, the antigens are detected by the bright fluorescence of the fluorescent antibodies bound to them. The result is obtained within 1- 4 hours.

- Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). "ELISA" or EIA test. The result is obtained within 90 minutes. ELISA detects and counts certain antibodies, antigens, proteins and hormones in samples of body

fluids (blood, plasma, urine, saliva and cerebrospinal fluid).

- Polymerase chain reaction (PCR). The modern PCR methodology exists in two varieties: real-time PCR and reverse transcription PCR (Reverse transcription real time polymerase chain reaction - RT-PCR) and is considered the „gold“ standard for detecting the influenza virus and all other respiratory viruses. The material tested can be nasopharyngeal swab, throat swab, nasopharyngeal or bronchial lavage, nasal or endotracheal aspirate, or sputum. Reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR) is the most modern and highly sensitive method for detecting even low levels of viral nucleic acids in clinical samples and allows for typing and subtyping of influenza viruses within 1 - 24 hours.[28][31][32][33][34][38][40]

- Other diagnostic methods for influenza.

Serological methods. Serological methods mainly include: virus neutralization reaction, hemagglutination inhibition reaction, complement fixation reaction, which prove the presence of antibodies in the serum of influenza patients against influenza virus antigens. Since most people have encountered influenza viruses, a single serum sample is not sufficient, therefore these diagnostic tests have diagnostic value only when examining duplicate serum samples, the first during the acute phase up to the 3rd day from the onset of the disease and the second during the recovery phase of the disease after the 14th, but not later than the 28th day.

Virus isolation. For isolation of the influenza virus, the material examined can be nasopharyngeal swab, throat swab or nasopharyngeal or bronchial lavage, nasal or endotracheal aspirate, sputum. Over 90% of positive cultures can be detected within 3 days of infection, and the rest from 5 to 7 days.[2][3][4][6][7][15][27][30][36]

Treatment and prevention of influenza.

Treatment of influenza. In mild and uncomplicated cases of influenza, treatment is symptomatic. In severe and complicated cases, etiological treatment with antiviral medications and pathogenetic therapy is applied. Extrapulmonary complications (of the CNS, gastrointestinal, cardiovascular, etc.) in influenza are due to oxidative stress, which is why influenza therapy must necessarily include antioxidants (vitamin E and vitamin C). Another mandatory component is the use of an immunomodulator that stimulates pulmonary immunocytes.

Etiological treatment. Two main classes of antiviral drugs are used against influenza. These are neuraminidase inhibitors and M2 protein inhibitors (amantadine derivatives). This class of drugs is also characterized by the fact that they act specifically only on influenza viruses. They are most effective when treatment is started within the first 48 hours of the onset of symptoms.[1][23][29][41]

- M2 protein inhibitors (amantadine derivatives). These were the first antiviral drugs developed in the 1970s, called amantadine and its derivative rimantadine. They are inhibitors of the M2 ion channel protein of influenza viruses and are used for the prevention and treatment of influenza A, but are ineffective

against influenza B, since B viruses do not have M2 proteins.

- Neuraminidase inhibitors. These inhibit the action of the neuraminidase of influenza viruses, are effective against influenza A and B, and include oseltamivir, zanamivir, and peramivir. Oseltamivir is also effective against avian influenza. Breastfeeding mothers should not stop breastfeeding during treatment with oseltamivir and zanamivir.[9][17][22][32]

Vaccination and drug prophylaxis of influenza.

- The influenza vaccine is recommended primarily for at-risk population groups. The minimum period for administering the influenza vaccine is up to one month before the expected influenza epidemic. Vaccines produced for one year may be ineffective the following year, as new strains of the influenza virus emerge. There are two types of influenza vaccines: inactivated and live attenuated. The main differences between inactivated and live attenuated influenza vaccines are that the inactivated vaccine (Vaxigrip Tetra and Influvac Tetra) contains killed virus components, is administered intramuscularly and is approved for adults and children aged ≥ 6 months, does not carry a risk of disease transmission, and children under 9 years of age who have never been vaccinated against influenza require two doses of vaccine with an interval of at least 4 weeks between them. While the live vaccine (Fluenz Tetra) contains viruses that are still capable of limited replication; It is administered intranasally at a dose of 0.1 ml in each nostril and is approved for children 2 to 18 years of age, and also for children who have never been vaccinated against influenza, two doses are administered with an interval of at least 4 weeks. [27] [30] [37] [42] [43]

Antiviral chemoprophylaxis. Antiviral drugs (neuraminidase inhibitors and M2 inhibitors) are also used as means for the prevention of influenza. Antiviral chemoprophylaxis is not a substitute for influenza vaccination and is administered during the influenza season for the prevention of influenza primarily in risk groups and their contacts. Antiviral chemoprophylaxis is usually not recommended if more than 48 hours have passed since contact with an infected person. Antiviral chemoprophylaxis can continue for up to two weeks after vaccination with an inactivated influenza vaccine for persons in a non-institutional environment. Children under 9 years of age need chemoprophylaxis for at least 6 weeks (i.e. at least 4 weeks after the first dose of the vaccine and 2 weeks after the second dose) depending on the duration of the interval between the administration of the two doses of the vaccine. Antiviral chemoprophylaxis should continue for 10 days when influenza is diagnosed in a family member. Exposure prophylaxis with antiviral agents should be continued during and for 7 days after the last known exposure to a person with influenza.[23][41]

Antiviral chemoprophylaxis is indicated in the following at-risk populations: 1. For adults and children ≥ 1 year of age who are at high risk of developing complications from influenza, for whom influenza vaccine is contraindicated, unavailable, or is expected to have low efficacy (e.g., individuals who are significantly immunocompromised) or for whom low clinical efficacy

of influenza vaccine has been documented because circulating strains are antigenically different from vaccine strains. In these groups, the duration of chemoprophylaxis should continue for as long as influenza viruses are circulating in the community during the influenza season. 2. For unvaccinated adults, including healthcare workers, and children ≥ 1 year of age who are in close contact with individuals at high risk of developing complications from influenza during periods of influenza activity. 3. For all residents (vaccinated and unvaccinated) in nursing homes and long-term care institutions where an influenza epidemic is present.

Conclusion. Influenza epidemics represent ongoing risks to global human public health, a fact that confirms the need for vaccine prophylaxis and/or chemoprophylaxis, primarily for risk groups of people. On the other hand, early diagnosis and timely administration of specific antiviral agents leads to a reduction in the severity and duration of symptoms, hospitalizations and prevention of influenza complications and unnecessary antibiotic treatment.

References:

1. Kakhtan A. Influenza - clinical course and rapid diagnosis by applying immunochromatographic method in hospitalized patients. Dissertation 2013.
2. Iliev B., G. Mitev, M. Radev. Influenza. Acute respiratory diseases. In: - Infectology, AI "Prof.M. Drinov", Sofia 2001, 189 – 198.
3. Popivanova N. Influenza. – In: Infectious diseases. Med. ed. "Raykov", Plovdiv 2007, 141 – 148 .
4. Tiholova M, I. Mitov, Z. Kalvachev, G. Kamenov. Influenza. – In: Infectious diseases, Med. ed. "ARSO", Sofia 2008, 13 – 19.
5. Hadzhiolova T., R. Kotseva. Orthomyxoviruses. – In: Clinical Virology. "Medicine and Physical Education", Sofia 2006, 154 – 158.
6. Hadzhiolova T. Modern methods for influenza diagnosis and genetic characterization of influenza viruses. Dissertation 2006.
7. Cherveniyakova T. Influenza. – In: Infectious diseases, "Medicine and Physical Education", Sofia 2009, 148 -151.
8. Cherveniyakova T., D. Strashimirov. Influenza. In: Treatment of infectious diseases. "Medicine and Physical Education". Sofia 2011. 140 – 144
9. Plochev K. "Bird flu to humans". Monograph, ed. "Irita" - Sofia 2006
10. Greenhalgh T, Koh GCH & Car J. COVID-19: a remote assessment in primary care. BMJ 2020;368:m1182. doi: 10.1136/bmj.m1182
11. NHS inform. Common cold. 2020. Available at: <https://www.nhsinform.scot/illnesses-and-conditions/infections-and-poisoning/common-cold> (accessed September 2020)
12. NHS. Flu. 2019. Available at: <https://www.nhs.uk/conditions/flu/> (accessed September 2020)
13. World Health Organization. Q&A: influenza and COVID-19 — similarities and differences. 2020. Available at: <https://www.who.int/westernpacific/news/q-a-detail/q-a-similarities-and-differences-covid-19-and-influenza> (accessed September 2020)
14. Centers for Disease Control and Prevention. Cold versus flu. 2020. Available at: <https://www.cdc.gov/flu/symptoms/coldflu.htm> (accessed September 2020)
15. Anthony S., Fauci,MD. Influenza. - In: Harrison's PRINCIPLES OF INTERNAL MEDICINE 17th Edition 2008 by The McGraw-Hill Companies, Inc.
16. Beigel J, Bray M (April 2008). "Current and future antiviral therapy of severe seasonal and avian influenza". Antiviral Res. 78 (1): 91–102.
17. Bright RA, Medina MJ, Xu X, et al. (October 2005). "Incidence of HYPERLINK "http://priede.bf.lu.lv/grozs/Mikrobiologijas/Virusol/Raksti_2006/Gripa/Adamantana_rezist_gripa.pdf"adamantane HYPERLINK "http://priede.bf.lu.lv/grozs/Mikrobiologijas/Virusol/Raksti_2006/Gripa/Adamantana_rezist_gripa.pdf" resistance among influenza A (H3N2) viruses isolated worldwide from 1994 to 2005: a cause for concern" (dead link). Lancet 366 (9492): 1175–81.
18. Bayer WH. Influenza B encephalitis. West J Med. 1987;147:466–468.
19. Boivin G, Hardy I, Tellier G, Maziade J. Predicting influenza infections during epidemics with use of a clinical case definition. Clin Infect Dis. 2000;31:1166–1169.
20. Arden NH, Patriarca PA, Kendal AP. Experiences in the use and efficacy of inactivated influenza vaccine in nursing homes. In: Kendal A, ed. Options for the Control of Influenza. Keystone, Colo: Liss; 1986:155–168.
21. Brankston G, Gitterman L, Hirji Z, Lemieux C, Gardam M (April 2007). "Transmission of influenza A in human beings". Lancet Infect Dis 7 (4): 257–65.
22. Capua, I; Alexander D (2006). "The challenge of avian influenza to the veterinary community". Avian Pathol 35 (3): 189–205.
23. Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, USA."Antivirals with activity against influenza viruses are an important addition to the influenza vaccine to control influenza". Electronically published in January 2013
24. Clements ML, Betts RF, Murphy BR. Advantage of live attenuated cold-adapted influenza A virus over inactivated vaccine for A/Washington/80 (H3N2) wild-type virus infection. Lancet. 1984;1:704–708.
25. Centers for Disease Control and Prevention. Prevention and control of influenza: Recommendations of the advisory committee on immunization practice. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2003;52(RR-8):1–26.
26. Edelen JS, Bender TR, Chin TDY. Encephalopathy and pericarditis during an outbreak of influenza. Am J Epidemiol. 1974;100:79–83.
27. FREDERICK G. HAYDEN, P. PALESE. Influenza Virus. - In Douglas D. Richman, Richard J. Whitley, Frederick G. Hayden, Clinical virology 2002, 891- 920.

28. Gertsch J, Güttinger M, Sticher O, Heilmann J. (2002). "Relative quantification of mRNA levels in Jurkat T cells with RT-real time-PCR (RT-rt-PCR): new possibilities for the screening of anti-inflammatory and cytotoxic compounds". *Pharm Res* 19 (8)
29. Hurt AC, Ho HT, Barr I (October 2006). "Resistance to anti-influenza drugs: adamantanes and neuraminidase inhibitors". *Expert Rev Anti Infect Ther* 4 (5): 795–805.
30. JOHN J. TREANOR . Influenza Viruses, Including Avian Influenza and Swine Influenza. In: MANDELL, DOUGLAS, AND BENNETT'S PRINCIPLES AND PRACTICE OF INFECTIOUS DISEASES.2010; 2265-2288
31. Joyce C (2002). "Quantitative RT-PCR. A review of current methodologies". *Methods Mol. Biol.* 193: 83–92.
32. Kang XP, Jiang T, Li YQ, et al. (2010). "A duplex real-time RT-PCR assay for detecting H5N1 avian influenza virus and pandemic H1N1 influenza virus". *Virol. J.* 7: 113.
33. Livak KJ, Schmittgen TD (December 2001). "Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2^{-Delta}CT method". *Methods* (San Diego, Calif.) 25 (4): 402–8. [http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1046-2023\(01\)91262-9](http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1046-2023(01)91262-9) HYPERLINK [http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1046-2023\(01\)91262-9](http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1046-2023(01)91262-9) C(T)) Method". *Methods* (San Diego, Calif.) 25 (4): 402–8.
34. Mackay, Ian (2007). *Real-time PCR in Microbiology: From Diagnosis to Characterization*. Norfolk, England: Caister Academic Press. pp. 440.
35. Monto AS, Gravenstein S, Elliott M, et al. Clinical signs and symptoms predicting influenza infection. *Arch Intern Med.* 2000;160:3243–3247.
36. Peter F. W., Gabriele N., Yoshihiro K. Orthomyxoviruses. – In: *Fields Virology*, 5th Edition 2007.
37. Richman DD, Hostetler KY, Yazaki PJ, Clark S. Fate of influenza A virion proteins after entry into subcellular fractions of LLC cells and the effect of amantadine. *Virology.* 1986;151:200–210.
38. Rajeevan MS, Vernon SD, Taysavang N, Unger ER (February 2001). "Validation of array-based gene expression profiles by real-time (kinetic) RT-PCR". *J Mol Diagn* 3 (1): 26–31.
39. Newton DW, Mellen CF, Baxter BD, et al. Practical and sensitive screening strategy for detection of influenza virus. *J Clin Microbiol.* 2002;40:4353–4356.
40. Spackman E, Suarez DL (2008). "Type A influenza virus detection and quantitation by real-time RT-PCR". *Methods Mol Biol* 436: 19–26.
41. Scott A. Harper,1 John S. Bradley,2,3 et al. Seasonal Influenza in Adults and Children — Diagnosis, Treatment, Chemoprophylaxis, and Institutional Outbreak Management: Clinical Practice Guidelines of the Infectious Diseases Society of America . electronically published 12 March 2009.
42. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. Manual for the laboratory diagnosis and virological surveillance of influenza. 2011
43. Wright Peter: Influenza Viruses. - In Nelson Textbook of Pediatrics, 19th ed. 2011.
44. WHO Guidelines for Pharmacological Management of Pandemic Influenza A(H1N1) 2009 and other Influenza Viruses". Revised February 2010

PERFUSION COMPUTER TOMOGRAPHY IN THE DIAGNOSIS OF ACUTE CEREBRAL CIRCULATION ACCIDENT

**Daniyar A.
Suleimenov B.
Artykbaev A.
Nurgisin N.
Usmagambetov D.
Bakhytjanov S.**
Scientific supervisors:
**Iztleuov E.
Mutigullina G.**

West Kazakhstan Medical University named after M. Ospanov, Aktobe

ПЕРФУЗИОННАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ОСТРОГО НАРУШЕНИЯ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

**Данияр Ә.С.
Сулейменов Б.К.
Артықбаев Ә.Т.
Нургисин Н.Н.
Усмагамбетов Д.А.
Бахытжанов С.А.**
Научные руководители:
**Изтлеуов Е.М.
Мутигуллина Г.А.**

Западно-Казахстанский медицинский университет имени М.Оспанова, г.Актобе
<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499256>

Abstract

Relevance: Perfusion computed tomography (PCT) is one of the main methods of CT examination, which has spread with the development of fast multispiral tomography technology, and has become the standard for emergency diagnostics of ischemic stroke and detection of reversible brain tissue damage. PCT allows to evaluate the physiology of the brain parenchyma, namely tissue (capillary) blood flow. The degree of perfusion of the brain substance depends on the speed and volume of blood flow through large-capacity vessels (internal carotid arteries and their intracranial branches) and through the capillary bed. PCT usually uses the first pass of contrasted blood. With computer processing using deconvolution algorithms, perfusion parameters are calculated that allow estimating cerebral blood flow.

Objective: The development of perfusion CT of the brain was the diagnosis of ischemic changes in the brain substance at the early stages of the onset of symptoms of stroke to determine adequate further treatment tactics.

Research methods: This article explains the principles of the technique, its applicability in modern multidisciplinary clinics as an emergency and planned method for studying cerebral blood flow.

Аннотация

Актуальность: Перфузионная компьютерная томография (ПКТ) – один из основных методов КТ-исследования, распространившаяся с развитием технологии быстрой мультиспиральной томографии, и стала стандартом экстренной диагностики ишемического инсульта и выявления обратимого повреждения ткани мозга. ПКТ дает возможность оценить физиологию паренхимы мозга, а именно тканевой (капиллярный) кровоток. Степень перфузии вещества мозга зависит от скорости и объема кровотока через сосуды большой емкости (внутренние сонные артерии и их интракраниальные ветви) и через капиллярное русло. При ПКТ обычно применяется оценка первого прохождения контрастированной крови. При компьютерной обработке с использованием алгоритмов деконволюции рассчитываются параметры перфузии, позволяющие оценить мозговой кровоток.

Цель: разработки перфузионной КТ головного мозга явилась диагностика ишемических изменений в веществе головного мозга на ранних сроках появления симптомов ОНМК для определения адекватной дальнейшей тактики лечения.

Методы исследования: Данная статья разъясняет принципы методики, ее применимость в современных многопрофильных клиниках в качестве экстренного и планового метода исследования мозгового кровотока.

Keywords: Perfusion computed tomography, ischemic stroke, cerebral blood flow velocity, cerebral blood flow volume, average transit time of the contrast agent.

Ключевые слова: Перфузионная компьютерная томография, ишемический инсульт, скорость мозгового кровотока, объем мозгового кровотока, среднее время транзита контрастного препарата.

Актуальность.

Начальным этапом выполнения перфузионной КТ является нативное сканирование для исключения геморрагического инсульта, а также для выявления иной патологии головного мозга. Перфузионная КТ выполняется после внутривенного болюсного введения 40–50 мл контрастного препарата и 20–30 мл физиологического раствора со скоростью 5 мл/с. При исследовании рекомендуется использовать препаратов с высокой концентрацией йода, 350–370 мг/мл для создания отчетливых графиков накопления и вымывания контрастного препарата, построения параметрических карт. Данное условие обязывает рентгенолога информировать пациента (или его законного представителя) о планируемой манипуляции, возможных последствиях и осложнениях, а также получить согласие на ее проведение. При наличии противопоказаний для введения контрастного препарата может проводиться экстренная премедикация с использованием стероидных препаратов. [9]

После внутривенного болюсного введения контрастного препарата выполняются многократные сканирования на одном или нескольких уровнях, следующие друг за другом с минимальными промежутками времени или при непрерывной работе рентгеновской трубки. Общая длительность перфузионного исследования составляет около 1 минуты. Для получения графика контрастного усиления для каждого вокселя в зоне интереса необходимо зарегистрировать множественные фазы. [5]

Для расчета параметров перфузии необходимо указать длительность первого прохождения контрастного препарата через сосудистую сеть мозга, идентифицировать крупную артерию (обычно

внутреннюю сонную или среднюю мозговую артерию), а также венозный отток (чаще всего поперечный или сагиттальный синусы). Расчет параметров перфузии и построение параметрических карт может обычно выполняться в автоматическом режиме с помощью специальных программ. [4]

Результаты исследования. Физиологические аспекты перфузионной компьютерной томографии головного мозга. Перфузионная КТ позволяет оценить физиологию кровоснабжения паренхимы мозга, а именно тканевой (капиллярный) кровоток. Степень перфузии вещества мозга зависит от скорости и объема кровотока через сосуды большой емкости (внутренние сонные артерии и их интракраниальные ветви) и через капиллярное русло. При ПКТ обычно применяется оценка первого прохождения контрастированной крови, используя кинетическую модель, которая предполагает, что контрастное средство не диффундирует, не метаболизируется и не абсорбируется тканью мозга. [8]

Церебральная перфузия оценивается по следующим параметрам (**рис. 1**):

- скорость мозгового кровотока (СМК, Cerebral Blood Flow, CBF)
- объем мозгового кровотока (ОМК, Cerebral Blood Volume, CBV)
- среднее время транзита контрастного препарата (СВТ, Mean Transit Time, MTT).

Скорость мозгового кровотока является наиболее важным показателем перфузии мозга, которая определяется как количество крови, проходящей через единицу объема мозговой ткани в течение определенного периода времени.

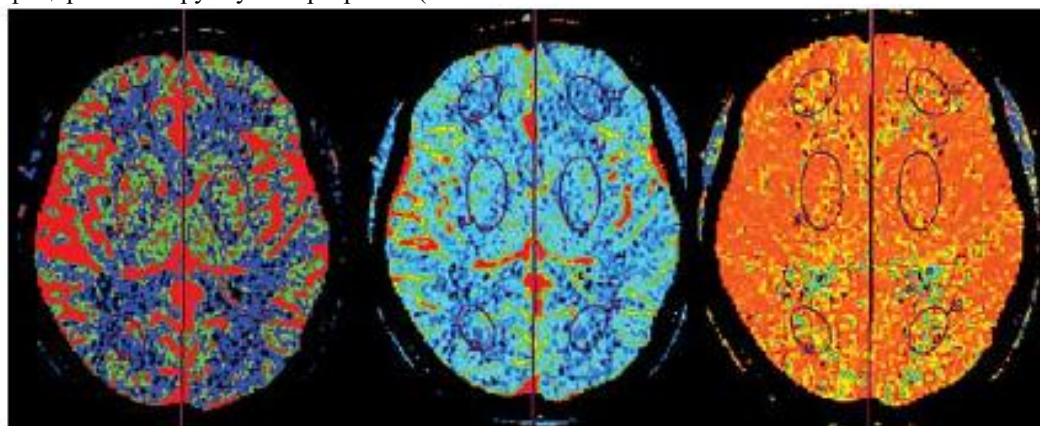


Рис.1. Перфузионные карты (слева направо): Скорость мозгового кровотока (СМК), объем мозгового кровотока (ОМК), среднее время транзита контрастного препарата (СВК)

При повышении артериального давления сосуды головного мозга сужаются, и наоборот, при понижении давления происходит расширение сосудов головного мозга. Если сосуды определенной области мозга достигают максимального диаметра и артериальное давление продолжает падать, показатель СМК также снижается. [13]

Существуют критические показатели СМК, при достижении которых развивается ОНМК. Так при достижении уровня СМК менее 20 мл/100

г/мин снижается скорость синаптической передачи. Клинически это проявляется в виде острой недостаточности мозгового кровообращения. Однако указанные изменения полностью обратимы в случае нормализации кровообращения до момента развития инфаркта мозга. [7]

При СМК ниже 10–15 мл/100 г/мин (ишемический порог) происходит декомпенсация метаболизма нейрона, что приводит к гибели нейронов через 5–10 минут.

При развитии ишемического инсульта вокруг «ядра» деструкции мозговой ткани формируется зона гипоперфузии с СМК, поддерживаемым на уровне 10–20 мл/100г/мин за счет коллатерального кровотока. Клетки этой зоны представляют собой полутень инсульта (penumbra в англоязычной литературе). Нейроны полутени сохраняют структурную целостность до момента декомпенсации коллатерального кровотока и снижения уровня СМК до критических цифр. Этот период представляет собой терапевтическое окно ОНМК, который может растягиваться до нескольких часов (обычно до 3–4 часов), но в каждом индивидуальном случае его длительность непредсказуема.

Сосудистая терапия острого ишемического инсульта направлена на восстановление перфузии и жизнедеятельности клеток полутени и минимизации размеров зоны деструкции ткани мозга. [14]

Объем мозгового кровотока измеряется в [мл/100 г ткани мозга] и позволяет оценить количество крови в единице объема ткани мозга. Хорошо васкуляризированные участки мозговой ткани

(кора, базальные ядра) имеют более высокий уровень ОМК, чем белое вещество.

ПЕРФУЗИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА исследована на 30 последовательных срезах толщиной 5 мм на супратенториальном уровне. Количество фаз – 40. (рис. 2):

ROI артерия: A1 сегмент передней мозговой артерии (ACA). ROI вена: прямой синус (sinus rectum), сток синусов (confluens sinuum).

На КТ сканах без контрастного усиления отмечается следующее: в области височной доли правой полушарии большого мозга преимущественно субкортикально зоны нарушения кровотока, с наличием зоны гиподенсивности.

На картах CBV: отмечается зона снижения CBV в правом полушарии большого мозга.

На картах CBF: зона снижения CBF одинаковая по размеру с зоной пониженного CBV (соотношение ядра и пенумбры 70/30).

На картах MTT и TTP: отмечается замедленной прохождения КВ в височной доли правой полушарии большого мозга.

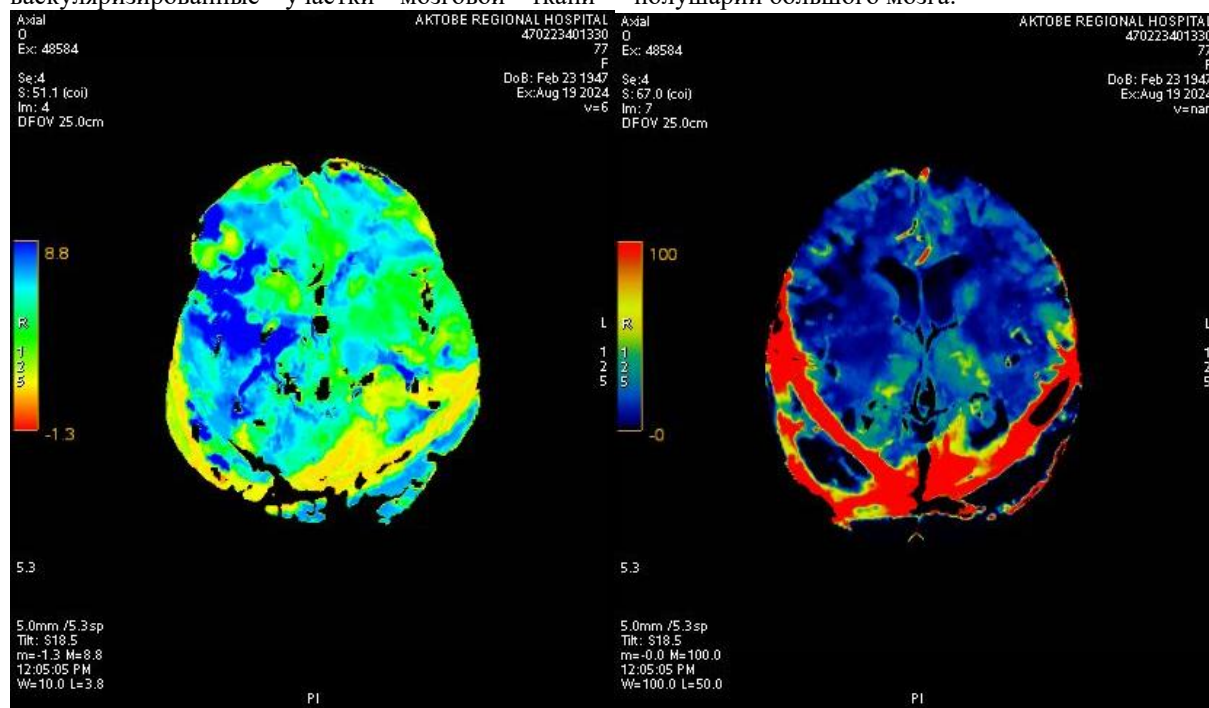


Рис.2. КТП признаки зоны гипоперфузии височной доли правой полушарии большого мозга.

ПКТ обладает двумя существенными преимуществами:

- зоны нарушения мозгового кровообращения могут быть выявлены сразу же после появления острой неврологической симптоматики;
- возможна дифференциация обратимых и необратимых изменений ткани мозга.

ПКТ позволяет определить индивидуальные особенности кровотока у каждого пациента и расширить терапевтическое окно для тромболитической терапии, выходящее за общепринятые 3–4 часа. [10]

ПКТ может служить надежным и доступным инструментом диагностики ишемического инсульта в острейшем периоде, который проводится в

качестве необременительного дополнения к традиционному КТ-исследованию и позволяет определить целесообразность проведения того или иного вида тромболитической терапии у конкретного пациента вне зависимости от временных рамок. Полученные данные делают возможным точное определение распространенности зоны дисгемии и разграничение необратимо поврежденной ткани и пенумбры, что позволяет быстро выбрать тактику дальнейшего лечения и потом оценить его эффективность. Внедрение новых возможностей КТ-сканеров и программного обеспечения будет способствовать увеличению скорости, размеров и разрешения ПКТ. Таким образом, ПКТ представляет собой пример эффективного использования воз-

возможностей нейровизуализации для внедрения новейших методов лечения и исследования патофизиологии острого ишемического инсульта. [17]

Заключение. Применение комплекса методик КТ-диагностики, включающего оценку перфузии головного мозга, у пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения доказало свою целесообразность. Быстрота выполнения и оценки результатов, отсутствие противопоказаний, высокая информативность – несомненные преимущества методики. Применение ПКТ у пациентов в ранние сроки появления симптомов ОНМК позволяет определить показания для тромболитической терапии (в т.ч. за пределами терапевтического окна), а в комплексе с КТА – показания к ангиохирургическому вмешательству.

Список литературы:

1. Болезни нервной системы: Руководство для врачей: в 2-х т. – Т.1. Под ред. Яхно Н.Н., Штульмана Д.Р. – 3-е изд., перераб и доп. – М.: Медицина, 2003. – 744 с.
2. Hunter W., Kaste M., Feischl., et al. Assessment of cerebral perfusion and arterial anatomy in hyperacute stroke with threedimensional functional CT: early clinical results. *AJNR Am Neuroradiology*. – 1998. – Vol. 19. – P. 29–37.
3. Mayer T.E., Hamman G.F., Baranczyk J., et al. Dynamic CT perfusion imaging of acute stroke. *ALNR Am Neuroradiology*. – 2002. – Vol. 21. – P. 1441–1449.
4. Roberts C.H., Roberts T.P.L., Smith W.S., Lee T.J., Fishbein H.J., Dillon W.P. Multisection dynamic CT perfusion for acute cerebral ischemia: the “toggling-table” technique. *ALNR Am Neuroradiology*. – 2001. – Vol. 22. – P. 1077–1080.
5. Waaijer A., van Leeuwen M.S., van Osch M.J. et al. Changes in cerebral perfusion after revascularization of symptomatic carotid artery stenosis: CT
6. «Перфузионная компьютерная томография в диагностике острого нарушения мозгового кровообращения» С.П. Морозов, И.Ю. Насникова, В.И. Шмырев, С.М. Крыжановский, М.И. Бадюл; ФГУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» УД Президента РФ (журнал «Кремлевская медицина. Клинический вестник» №1, 2011);
7. «Методика перфузионной компьютерной томографии в диагностике острого ишемического инсульта» Д.В. Сергеев, А.Н. Лаврентьева, М.В. Кротенкова; Научный центр неврологии РАМН, Москва (журнал «Анналы клинической и экспериментальной неврологии» №3, 2008);
8. «Исследование тканевой перфузии головного мозга методом компьютерной томографии» В.Н. Корниенко, И.Н. Пронин, О.С. Пьяных, Л.М. Фадеева; ГУ НИИ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко РАМН, Москва; Harvard Medical School (журнал «Медицинская визуализация» №2, 2007).
9. Корниенко В.Н., Пронина И.Н. (ред.) *Диагностическая нейрорадиология*. М., 2006.
10. Суслина З.А., Пирадов М.А. (ред.) *Инсульт: диагностика, лечение, профилактика*. М.: МЕДпресс-информ, 2008.
11. Корниенко В. Н, Пронин И. Н, Пьяных И. С. и др. Исследование тканевой перфузии головного мозга методом компьютерной томографии. *Медицинская визуализация* 2007; 2: 70-81.
12. Суслина З.А. (ред.) *Очерки ангионеврологии*. М.: Атмосфера, 2005.
13. Суслина З.А., Варакин Ю.Я. Эпидемиологические аспекты изучения инсульта. *Время подводить итоги. Анналы клинической и экспериментальной неврологии* 2007; 1(2): 22-28.

ASSOCIATION OF METABOLIC SYNDROME WITH OSTEOPOROSIS

Shkiryak A.*CEO and chief medical officer "Shkiryak Clinic"**Ukraine**Neurosurgeon**MD, MsSc**ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2282-8285>***Khanenko S.***"Shkiryak Clinic"**Ukraine**Family doctor**MD, MBA**ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4237-1158>**<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499258>***Abstract**

Metabolic syndrome (MetS) and osteoporosis are two major healthcare problems worldwide. Metabolic syndrome is a constellation of medical conditions consisting of central obesity, hyperglycemia, hypertension, and dyslipidemia, in which each acts on bone tissue in different ways. The growing prevalence of MetS and osteoporosis in the population along with the controversial findings on the relationship between both conditions suggest the importance for further investigation and discussion on this topic. This review aims to assess the available evidence on the effects of each component of MetS on bone metabolism from the conventional to the contemporary. Previous studies suggested that the two conditions shared some common underlying pathways, which include regulation of calcium homeostasis, receptor activator of NF- κ B ligand (RANKL)/receptor activator of the NF- κ B (RANK)/osteoprotegerin (OPG) and Wnt- β -catenin signaling pathways. In conclusion, we suggest that MetS may have a potential role in developing osteoporosis and more studies are necessary to further prove this hypothesis.

Keywords: bone, dyslipidaemia, hyperglycaemia, hypertension, obesity, osteoporosis, metabolic syndrome, vitamin D.

Introduction

The definition of metabolic syndrome (MetS) has evolved with time, but it pivots on central obesity, hypertension (HPT), hyperglycaemia and dyslipidaemia. MetS alters the mechanical loading, hormonal and biochemical profile of the body, thereby producing complex effects on bone health. The proinflammatory and pro-oxidative body environment might be detrimental to bone health (1).

Metabolic syndrome (MetS) and osteoporosis are two seemingly unrelated conditions, yet previous studies have demonstrated the relationship between these two conditions. Approximately a quarter of the adult population, worldwide, has MetS, making it a significant public health challenge (2).

Osteoporosis is characterized by skeletal fragility and susceptibility to fracture attributed to reduction of bone mass and deterioration of bone micro-architecture (3). It is a metabolic bone disease occurring in both men and women, particularly when they grow older. Osteoporosis is a major health problem due to the high morbidity, mortality, and significant health care cost involved. Osteoporosis affects more than 200 million people globally (4). Osteoporosis causes 1.3 million fractures, with 500,000 vertebral, 250,000 hip, and 240,000 wrist fractures costing \$10 billion per annum in the USA (5).

The accretion in the prevalence for both diseases prompts the need to understand the relationship between MetS and osteoporosis. The occurrence of both diseases is basically dependent on lifestyle,

genetic, metabolic, nutritional, and hormonal factors (6). Abdominal obesity, dyslipidemia, hyperglycemia, and hypertension are factors associated with the occurrence of osteoporosis, which are also components of MetS (7). Each feature might give different impacts on bone health. Abdominal adiposity is associated with osteopenia and osteoporosis (8,9).

In this review, evidence of bone loss in animal models of MetS was presented, followed by evidence from human epidemiological studies. The pathogenesis of bone loss due to MetS as evidenced by in vitro studies was also discussed. We hope this review provides the readers with a clear picture on the relationship between MetS and osteoporosis.

The Association between MetS and Osteoporosis.**In Vivo Studies**

Several animal models of diet-induced MetS have been reported using fructose (10, 11, 12), sucrose (11,13), high-fat (14), high-fructose high-fat (15, 16), and high-sucrose high-fat diet (17). The Nile grass rat, *Arvicanthis niloticus*, was introduced by Noda et al. (18) as a novel model of MetS. Nile grass rats spontaneously developed dyslipidemia, hyperglycemia, abdominal fat accumulation, hypertension, and hyperinsulinemia. An in vivo study performed using an animal model fed with a Westernized diet (containing high sucrose, lipid, fatty acids, cholesterol, sodium and chloride content; but low proportion of polyunsaturated fatty acid, vitamins, and protein) indicated reductions of bone mineral density

(BMD) and bone mineral content (BMC) at the whole body, femoral, and vertebral levels (19). In a more recent study performed by Li et al. (20), MetS was induced using high-fat diet for 16 weeks in C57Bl/6 mice. Findings from this study showed MetS (increased body weight, plasma lipids, insulin, and insulin resistance) in mice induced with alveolar bone loss, osteoclastogenesis, and inflammation. The current available documented evidence on MetS and osteoporosis in animal studies is still inadequate. Therefore, we need to examine the investigation on the relationship between features of MetS and bone loss in animal studies as well.

Obesity

Previous studies by Halade et al. (21) introduced a simple and convenient method in the establishment of novel model for age-associated postmenopausal osteoporosis with obesity induced by high-fat (HF) diet containing 10% corn oil using 12-month old female C57Bl/6J mice. The high-fat diet was given to the mice for six months raised body weight, visceral fat mass, abdominal fat mass, fasting serum glucose, fasting serum insulin, while BMD was reduced. Continuous oral administration of HF corn oil diet for half a year induced an accumulation of adipocytes in mice. Another study utilizing HF diet to induce obesity in male C57Bl/6J mice found reduced BMD, trabecular and cortical bone densities at the tibia of obese mice. Apart from that, bone histomorphometric analysis showed infiltration of adipocytes in the bone marrow of obese mice (22). The most recent study demonstrated that obese mice fed with a high-fat diet had decreased trabecular bone volume and cortical bone growth shown by micro-computed tomography analysis (23).

Dyslipidemia

Obesity and dyslipidemia often co-exist due to accumulation of visceral fat. Graham et al. (24) reported that HF diet was able to cause hypercholesterolemia in mice, evidenced by high total cholesterol, LDL, and unesterified cholesterol. These abnormalities further affected bone quality as the BMC and trabecular structural parameters in femur and tibia were reduced. In a subsequent experiment done by Pirih et al. (25), high-fat diet-induced hyperlipidemia mice demonstrated elevated total serum cholesterol, increased glucose levels, and reduced HDL. Micro-computed tomographic analysis indicated reduction in bone surface and bone volume, suggesting the occurrence of impaired bone remodeling in hyperlipidemia mice. Biochemical analysis of mice serum in hyperlipidemia mice displayed augmented levels of parathyroid hormone (PTH), tumor necrosis factor- α (TNF- α), C-terminal telopeptide of type-1 collagen (CTX; a bone resorption marker), calcium, and phosphorus. At the same time, lower levels of amino-terminal propeptide of type-1 collagen (PINP; a bone formation marker) was found. Another experiment was done to assess BMD and bone mechanical strength in hypercholesterolemia mice model induced by high-fat high-cholesterol (HFHC) and sodium cholate diet. Hypercholesterolemic mice showed cortical and trabecular bone loss in the femur

and vertebrae, whereby the mechanical strength of the bones decreased significantly (26).

Hyperglycemia

Hyperglycemia is a characteristic of diabetes mellitus, a metabolic disease due to impaired insulin secretion (type I diabetes), insulin action (type II diabetes), or both. Previous studies demonstrated greater glomerular filtration rate, increased urinary calcium, reduced fractional calcium reabsorption, and a 53% reduction in the level of osteocalcin (a marker for bone formation) in streptozotocin (STZ)-induced diabetic rats compared to normal rats (27). In another investigation done by Amir et al. (28), BMD of distal femur and vertebra was significantly reduced in diabetic Cohen rats (non-obese rats of type II diabetes) compared to normal rats.

Hypertension

The significance of calcium metabolism in hypertension and osteoporosis has been reported. In an in vivo experiment using spontaneous hypertensive rats (SHR) and normotensive Wistar-Kyoto rats (WKY), SHR had lower BMD and bone magnesium content. Administration of a calcium diet augmented BMD and bone calcium content, while bone magnesium content was reduced in both SHR and WKY. Furthermore, the presence of a low percentage of trabecular bone area and newly-formed bone area in SHR compared to WKY were evaluated by Bastos et al. (29). These findings implied a significant relationship between high blood pressure and bone loss.

Human Studies

In contrast to animal studies, human epidemiological studies yield inconclusive results on the relationship between bone health and MetS, whereby positive, negative, and not significant relationships between the two conditions have been reported. In the Rancho Bernardo Study on 420 men (mean age = 74.2 ± 9.7) and 676 women (mean age = 74.4 ± 10.9), 23.5% of men and 18.2% of women had MetS. The incidence for osteoporotic non-vertebral fractures was significantly higher in women with MetS (OR = 3.76, 95% CI 1.27–11.13), but not in men. Men and women with MetS had lower BMD at total hip relative to those without MetS, implying that MetS may be another risk factor for osteoporotic fracture. A later cohort study displayed a negative relationship between MetS and type II diabetes and BMD in 3458 non-diabetic and 735 diabetic male veterans aged 50 to 76 years. Diabetic subjects had lower hip BMD compared to non-diabetic subjects. The BMD level of diabetic subjects and MetS subjects was similar. The findings suggested both MetS and diabetes are associated independently with lower BMD and higher osteoporosis prevalence in men (30). Cross-sectional studies have been performed in the Korean population by Kim et al. (31) and Hwang and Choi (32). Study by Kim et al. (31) involved a total of 2888 Koreans (1780 elderly men aged 40 years and 1108 postmenopausal women) and MetS subjects were found to have lower BMD at the femoral neck compared to normal subjects. Waist circumference was reported as the most significant negative predictor of BMD among all the MetS components. The study by Hwang and Choi (32)

recruited 2548 women subjects aged 18 years and above. They found that women with MetS had a lower vertebral BMD. An increase in the components of MetS presented in the subjects was associated with a lower vertebral BMD. In a recent study conducted by Wang et al. (33) involving 9930 Chinese adults aged 40 years or older in China, it was observed that the occurrence of osteoporotic fracture was higher among women with MetS (OR = 1.22; 95% CI 1.12–1.54), but not among men.

A few studies also reported a positive relationship between MetS and bone health. In a retrospective study in the USA involving 8197 subjects aged 20 and above, 22% of the subjects were found to have MetS. Subjects with MetS (0.86 g/cm²) were found to have higher femoral neck BMD compared to those without MetS (0.80 g/cm²) (34). There was a significant relationship between muscle mass and MetS and prevalence of osteoporosis among Koreans (1654 men and 1979 women, aged 50–93 years). Body composition and BMD were determined using dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA) and findings showed that higher muscle mass and MetS were associated with a lower prevalence of osteoporosis in men and women (OR 0.65, 95% CI 0.46–0.91) (35).

The Effects of Individual MetS Components on Bone

Each component of MetS affects bone metabolism. The role of adiposity on bone health is complex. Adiposity increases body mass and exerts mechanical loading on the bone, thereby stimulating bone accrual (36). Aromatase enzymes in the abdominal subcutaneous and visceral adipose tissue synthesize oestrogens which are protective of bone health (37,38). On the other hand, adipose tissue is also a major source of proinflammatory enzymes, such as interleukin (IL)-1 (IL-1), IL-6 and tumour necrosis factor- α (TNF- α).⁸⁷ In particular, visceral fat was shown to be a significant source of IL-1 β , IL-6 and IL-15 in obese men (39). These cytokines encourage the formation of osteoclasts and bone resorption activities while decreasing the formation of osteoblasts and bone formation (40). Adipose tissue also sequesters lipid-soluble hormones, such as testosterone and vitamin D essential in maintaining bone health, making them unavailable to bone tissue (41,42). A study in the Chinese population demonstrated that visceral fat area, an index of visceral adiposity, correlated negatively with serum 25-hydroxyvitamin D3 level (43). Apart from that, visceral adipose tissue also secretes adipokines, such as leptin and adiponectin (44). Leptin regulates energy metabolism by controlling satiety (44). Leptin has both anabolic and catabolic effects on the skeleton. Leptin exerts anabolic effects on osteoblasts, and it inhibits osteoclast formation by acting through RANKL/OPG pathway. At the same time, leptin exerts catabolic actions on the bone by acting on the sympathetic nervous system and increasing catecholamine and neuropeptide Y (NPY) secretion (45). Overall, a higher leptin level is associated with higher BMD and bone mineral content according to a meta-analysis, especially postmenopausal women (46). Adiponectin improves the

insulin sensitivity of liver and muscle, but its level is inversely associated with BMD in humans, although preclinical studies reveal an anabolic effect, through inhibition of SOST and modulation of RANKL/OPG pathway (47).

Type 2 diabetes mellitus (T2DM) is associated with increased BMD and increased fracture risk. Individuals with MetS suffer from impaired glucose tolerance and are predisposed to T2DM. Chronic hyperglycaemia will trigger the formation of advanced glycation end products (AGEs) when carbonyl group of a reducing sugar reacts with the amino group of macromolecules. The resultant Amadori products are unstable and will undergo subsequent reactions to form AGEs. Intracellular AGEs induce apoptosis of osteoblasts through endoplasmic reticulum stress. AGEs possess a biphasic effect on osteoclasts, whereby early exposure to AGEs inhibit osteoclasts differentiation and bone resorption, whereas late-stage exposure increases osteoclast fusion, podosome number and bone resorption. High glucose and AGEs increase SOST level production by osteocytes, thereby inhibiting bone formation. RANKL production by osteocytes is suppressed by AGEs, thereby inhibiting bone resorption. In combination, the effects caused low bone turnover and affect bone material properties. Human studies showed that skin AGEs were negatively correlated with bone material strength index regardless of diabetic status. In the Baltimore Longitudinal Study of Aging, both impaired glucose tolerance and diabetes status were negatively associated with hip geometry parameters and hip bending strength in women. This highlights a progressive bone impairment which starts even in prediabetic state. Besides, diabetes is also associated with bone marrow adiposity. Since adipocyte and osteoblast share the same mesenchymal progenitor, increased adipocyte differentiation decreases osteoblast differentiation, thereby limiting the osteoblast available for bone turnover. Insulin resistance is linked to high circulating insulin level, which exerts anabolic effects on the skeleton through direct and indirect actions on osteoblasts. All these effects precipitate altered bone geometry, such as increased intracortical porosity but increased trabecular bone density due to ineffective load distribution, as well as reduced bone strength observed in T2DM patients. Impaired glucose tolerance, when progresses to T2DM, has other indirect effects on fracture risk. Patients with diabetes have a higher risk of sarcopenia, which could increase their risk of falls and fractures.

HPT due to high circulating level of sodium ion prevents the reabsorption of calcium, thereby increasing calcium excretion. Subsequently, parathyroid hormone (PTH) production will increase and lead to bone resorption. Mutations in thiazide-sensitive sodium-chloride co-transporter (NCCT) responsible in sodium resorption at the distal convoluted tubule have also been postulated as a genetic link between HPT and bone health. Inactivating mutation of this transporter, as in the case of Gitelman's syndrome, leads to excessive sodium excretion but high BMD phenotype. Heterozygote of mutated NCCT may

also confer protection to the bone but the prevalence of this genotype is not clear.

A diet rich in fat will increase the free fatty acid (FA) in the blood. Oxidized FA can activate PPAR- γ , which subsequently induces the differentiation of adipocytes in the bone marrow and suppresses differentiation of osteoblasts. Oxidized LDL impairs osteoblast differentiation and mineralization process.¹¹⁶ Accumulation of oxidized LDL can induce apoptosis of osteoblasts by lysosomal membrane damage. Oxidized LDL can increase the production of RANKL of osteoblasts without corresponding changes in OPG level and stimulate the differentiation of osteoclasts. On the other hand, oxidized LDL can directly suppress the formation of osteoclasts and the fusion of lysosomes to the ruffled border, thereby affecting their bone resorption activity, via scavenger receptor-A. Mevalonate pathway responsible for the synthesis of cholesterol and isoprenoids is the drug target for dyslipidaemia treatment. Isoprenoids generated from the mevalonate pathway are involved in the prenylation of GTPases, such as Rho, Ras and Rac. Suppression of GTPase prenylation through mevalonate is known to suppress osteoclast differentiation, function and survival.

HDL can prevent oxidized LDL-induced apoptosis of osteoblast by preserving lysosome integrity. Paraoxonase 1 associated with HDL has been shown to prevent oxidation of LDL and lipid peroxidation products, thereby contributing to the protection of HDL on the bone. Apart from cholesterol transport, HDL also suppresses proinflammatory cytokine synthesis from macrophages, which would otherwise promote the formation of osteoclasts over osteoblasts, leading to bone loss.

Conclusion

The relationship between MetS and BMD is complex. After adjusting for the effects of mechanical loading exerted by BMI, the association seems to be negligible or negative. In addition, the relationship may be mediated by sex. The proinflammatory, pro-oxidative and pro-calcic body environment may contribute to the negative effects of MetS on bone. Improving the metabolic profile of the patients through medications could potentially alleviate the negative effects on BMD. However, excessive weight loss due to MetS management could be detrimental to the bone, and exercises can balance it. In particular, the combination of calorie restriction and exercise can promote a reduction in fat mass while retaining lean and bone mass. Thus, proper management of MetS can benefit not only the cardiovascular system but also the skeletal system.

References:

1. Wong SK, Chin K-Y, Suhaimi F, Ahmad F, Ima-Nirwana S. The relationship between metabolic syndrome and osteoporosis: a review. *Nutrients*. 2016;8(6):347. doi: 10.3390/nu8060347
2. Cornier M.A., Dabelea D., Hernandez T.L., Lindstrom R.C., Steig A.J., Stob N.R., van Pelt R.E., Wang H., Eckel R.H. The metabolic syndrome. *Endocr. Rev.* 2008;29:777–822. doi: 10.1210/er.2008-0024.
3. Sugimoto T., Sato M., Dehle F.C., Brnabic A.J., Weston A., Burge R. Lifestyle-related metabolic disorders, osteoporosis, and fracture risk in Asia: A systematic review. *Value Health Reg. Issues*. 2016;9:49–56. doi: 10.1016/j.vhri.2015.09.005.
4. World Health Organization . Assessment of Osteoporosis at the Primary Health Care Level: Summary Report of a WHO Scientific Group. World Health Organization; Geneva, Switzerland: 2007.
5. Nayak N.K., Khedkar C.C., Khedkar G.D., Khedkar C.D. Osteoporosis. In: Caballero B., Finglas P.M., Toldrá F., editors. *Encyclopedia of Food and Health*. Academic Press; Oxford, UK: 2016. pp. 181–185.
6. Hippisley-Cox J., Coupland C. Predicting risk of osteoporotic fracture in men and women in England and Wales: Prospective derivation and validation of QFractureScores. *BMJ*. 2009;339:b4229. doi: 10.1136/bmj.b4229.
7. Muka T., Trajanoska K., Kieft-de Jong J.C., Oei L., Uitterlinden A.G., Hofman A., Dehghan A., Zil-likens M.C., Franco O.H., Rivadeneira F. The association between metabolic syndrome, bone mineral density, hip bone geometry and fracture risk: The Rotterdam Study. *PLoS ONE*. 2015;10:347. doi: 10.1371/journal.pone.0129116.
8. Blaauw R., Albertse E.C., Hough S. Body fat distribution as a risk factor for osteoporosis. *S. Afr. Med. J.* 1996;86:1081–1084.
9. Jankowska E.A., Rogucka E., Medras M. Are general obesity and visceral adiposity in men linked to reduced bone mineral content resulting from normal ageing? A population-based study. *Andrologia*. 2001;33:384–389. doi: 10.1046/j.1439-0272.2001.00469.x.
10. Thirunavukkarasu V., Nandhini A.T.A., Anuradha C.V. Lipoic acid attenuates hypertension and improves insulin sensitivity, kallikrein activity and nitrite levels in high fructose-fed rats. *J. Comp. Physiol. B*. 2004;174:587–592. doi: 10.1007/s00360-004-0447-z
11. Oron-Herman M., Kamari Y., Grossman E., Yeger G., Peleg E., Shabtay Z., Shamiss A., Sharabi Y. Metabolic syndrome: Comparison of the two commonly used animal models. *Am. J. Hypertens*. 2008;21:1018–1022. doi: 10.1038/ajh.2008.218.
12. Mamikutty N., Thent Z.C., Sapri S.R., Sahrudin N.N., Yusof M.R.M., Suhaimi F.H. The establishment of metabolic syndrome model by induction of fructose drinking water in male Wistar rats. *BioMed Res. Int.* 2014 doi: 10.1155/2014/263897.
13. Pang X., Zhao J., Zhang W., Zhuang X., Wang J., Xu R., Xu Z., Qu W. Antihypertensive effect of total flavones extracted from seed residues of *Hippophae rhamnoides* L. in sucrose-fed rats. *J. Ethnopharmacol.* 2008;117:325–331. doi: 10.1016/j.jep.2008.02.002.
14. Davidson E.P., Coppey L.J., Dake B., Yorek M.A. Effect of treatment of sprague dawley rats with AVE7688, enalapril, or candoxatril on diet-induced obesity. *J. Obes.* 2011;2011:9. doi: 10.1155/2011/686952.
15. Poudyal H., Panchal S., Brown L. Comparison of purple carrot juice and beta-carotene in a high-carbohydrate, high-fat diet-fed rat model of the metabolic

- syndrome. *Br. J. Nutr.* 2010;104:1322–1332. doi: 10.1017/S0007114510002308.
16. Dissard R., Klein J., Caubet C., Breuil B., Siwy J., Hoffman J., Sicard L., Ducassé L., Rascalou S., Payre B., et al. Long term metabolic syndrome induced by a high fat high fructose diet leads to minimal renal injury in C57BL/6 mice. *PLoS ONE*. 2013;8:347. doi: 10.1371/journal.pone.0076703.
17. Okumura Y., Narukawa M., Watanabe T. Adiposity suppression effect in mice due to black pepper and its main pungent component, piperine. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 2010;74:1545–1549. doi: 10.1271/bbb.100117.
18. Noda K., Melhorn M.I., Zandi S., Frimmel S., Tayyari F., Hisatomi T., Almulki L., Pronczuk A., Hayes K.C., Hafezi-Moghadam A. An animal model of spontaneous metabolic syndrome: Nile grass rat. *FASEB J.* 2010;24:2443–2453. doi: 10.1096/fj.09-152678.
19. Demigne C., Bloch-Faure M., Picard N., Sabboh H., Besson C., Remesy C., Geoffroy V., Gaston A.T., Nicoletti A., Hagege A., et al. Mice chronically fed a westernized experimental diet as a model of obesity, metabolic syndrome and osteoporosis. *Eur. J. Nutr.* 2006;45:298–306. doi: 10.1007/s00394-006-0599-6.
20. Li Y., Lu Z., Zhang X., Yu H., Kirkwood K.L., Lopes-Virella M.F., Huang Y. Metabolic syndrome exacerbates inflammation and bone loss in periodontitis. *J. Dent. Res.* 2015;94:362–370. doi: 10.1177/0022034514561658.
21. Halade G.V., Rahman M.M., Williams P.J., Fernandes G. High fat diet-induced animal model of age-associated obesity and osteoporosis. *J. Nutr. Biochem.* 2010;21:1162–1169. doi: 10.1016/j.jnutbio.2009.10.002.
22. Xu F., Du Y., Hang S., Chen A., Guo F., Xu T. Adipocytes regulate the bone marrow microenvironment in a mouse model of obesity. *Mol. Med. Rep.* 2013;8:823–828. doi: 10.3892/mmr.2013.1572.
23. Fujita Y., Maki K. High-fat diet-induced obesity triggers alveolar bone loss and spontaneous periodontal disease in growing mice. *BMC Obes.* 2015;3:1. doi: 10.1186/s40608-016-0082-8.
24. Graham L.S., Tintut Y., Parhami F., Kitchen C.M., Ivanov Y., Tetradis S., Effros R.B. Bone density and hyperlipidemia: The T-lymphocyte connection. *J. Bone Miner. Res.* 2010;25:2460–2469. doi: 10.1002/jbmr.148.
25. Pirih F., Lu J., Ye F., Bezouglaia O., Atti E., Ascenzi M.G., Tetradis S., Demer L., Aghaloo T., Tintut Y. Adverse effects of hyperlipidemia on bone regeneration and strength. *J. Bone Miner. Res.* 2012;27:309–318. doi: 10.1002/jbmr.541.
26. Pelton K., Krieder J., Joiner D., Freeman M.R., Goldstein S.A., Solomon K.R. Hypercholesterolemia promotes an osteoporotic phenotype. *Am. J. Pathol.* 2012;181:928–936. doi: 10.1016/j.ajpath.2012.05.034.
27. Ward D.T., Yau S.K., Mee A.P., Mawer E.B., Miller C.A., Garland H.O., Riccardi D. Functional, molecular, and biochemical characterization of streptozotocin-induced diabetes. *J. Am. Soc. Nephrol.* 2001;12:779–790. doi: 10.1681/ASN.V124779.
28. Amir G., Rosenmann E., Sherman Y., Greenfeld Z., Ne'eman Z., Cohen A.M. Osteoporosis in the Cohen diabetic rat: Correlation between histomorphometric changes in bone and microangiopathy. *Lab. Invest.* 2002;82:1399–1405. doi: 10.1097/01.LAB.0000032378.19165.E2.
29. Bastos M.F., Brilhante F.V., Bezerra J.P., Silva C.A., Duarte P.M. Trabecular bone area and bone healing in spontaneously hypertensive rats: A histometric study. *Braz. Oral Res.* 2010;24:170–176. doi: 10.1590/S1806-83242010000200008.
30. Yaturu S., Humphrey S., Landry C., Jain S.K. Decreased bone mineral density in men with metabolic syndrome alone and with type 2 diabetes. *Med. Sci. Monit.* 2009;15:Cr5–Cr9.
31. Kim H.Y., Choe J.W., Kim H.K., Bae S.J., Kim B.J., Lee S.H., Koh J.M., Han K.O., Park H.M., Kim G.S. Negative association between metabolic syndrome and bone mineral density in Koreans, especially in men. *Calcif. Tissue Int.* 2010;86:350–358. doi: 10.1007/s00223-010-9347-2.
32. Hwang D.K., Choi H.J. The relationship between low bone mass and metabolic syndrome in Korean women. *Osteoporos. Int.* 2010;21:425–431. doi: 10.1007/s00198-009-0990-2.
33. Wang D., Liu N., Gao Y., Li P., Tian M. Association between metabolic syndrome and osteoporotic fracture in middle-aged and elderly Chinese peoples. *Cell Biochem. Biophys.* 2014;70:1297–1303. doi: 10.1007/s12013-014-0054-x.
34. Kinjo M., Setoguchi S., Solomon D.H. Bone mineral density in adults with the metabolic syndrome: Analysis in a population-based U.S. sample. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2007;92:4161–4164. doi: 10.1210/jc.2007-0757.
35. Lee K. Metabolic syndrome and osteoporosis in relation to muscle mass. *Calcif. Tissue Int.* 2015;97:487–494. doi: 10.1007/s00223-015-0033-2.
36. Cao J.J. Effects of obesity on bone metabolism. *J Orthop Surg Res.* 2011;6:30. doi: 10.1186/1749-799X-6-30.
37. Purohit A., Reed M.J. Regulation of estrogen synthesis in postmenopausal women. *Steroids.* 2002;67(12):979–983. doi: 10.1016/S0039-128X(02)00046-6.
38. Hetemäki N., Savolainen-Peltonen H., Tikkanen M.J., et al. Estrogen metabolism in abdominal subcutaneous and visceral adipose tissue in postmenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab.* 2017;102(12):4588–4595. doi: 10.1210/jc.2017-01474.
39. Nishimura S., Manabe I., Nagai R. Adipose tissue inflammation in obesity and metabolic syndrome. *Discov Med.* 2009;8(41):55–60.
40. Agidigbi TS, Kim C. Reactive oxygen species in osteoclast differentiation and possible pharmaceutical targets of ROS-mediated osteoclast diseases. *Int J Mol Sci.* 2019;20(14):3576. doi: 10.3390/ijms20143576.
41. Migliaccio S, Di Nisio A, Mele C, et al. Obesity and hypovitaminosis D: causality or casualty? *Int J*

Obes Suppl. 2019;9(1):20–31. doi: 10.1038/s41367-019-0010-8

42. Di Nisio A, Sabovic I, De Toni L, et al. Testosterone is sequestered in dysfunctional adipose tissue, modifying androgen-responsive genes. *Int J Obes (Lond)*. 2020;44(7):1617–1625. doi: 10.1038/s41366-020-0568-9

43. Zhang M, Li P, Zhu Y, et al. Higher visceral fat area increases the risk of vitamin D insufficiency and deficiency in Chinese adults. *Nutr Metab (Lond)*.

44. Khan M, Joseph F. Adipose tissue and adipokines: the association with and application of adipokines in obesity. *Scientifica*. 2014;2014:328592. doi: 10.1155/2014/328592

45. Reid IR, Baldock PA, Cornish J. Effects of leptin on the skeleton. *Endocr Rev*. 2018;39(6):938–959. doi: 10.1210/er.2017-00226

46. Liu K, Liu P, Liu R, Wu X, Cai M. Relationship between serum leptin levels and bone mineral density: a systematic review and meta-analysis. *Clin Chim Acta*. 2015;444:260–263. doi: 10.1016/j.cca.2015.02.040

47. Pal China S, Sanyal S, Chattopadhyay N. Adiponectin signaling and its role in bone metabolism. *Cytokine*. 2018;112:116–131. doi: 10.1016/j.cyto.2018.06.012

ASSOCIATION OF METABOLIC SYNDROME WITH VITAMIN D

Shkiryak A.*CEO and chief medical officer "Shkiryak Clinic"**Ukraine**Neurosurgeon**MD, MsSc**ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2282-8285>***Khanenko S.***"Shkiryak Clinic"**Ukraine**Family doctor**MD, MBA**ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4237-1158>**<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499260>***Abstract**

Metabolic syndrome and its complications – heart attacks, strokes, diabetes, cancer, degenerative diseases of the musculoskeletal system lead to the greatest number of deaths and disability than all other causes combined in developed countries.

The pathogenesis of metabolic syndrome is based on: cellular inflammation, inflammation of the endothelium of arteries, impaired microcirculation, liver, intestine, kidney dysfunction, visceral obesity of these organs, chronic mental stress. Simply put – a violation of normal metabolism, which begins with cellular inflammation and develops into generalized inflammation of the body with a total disruption of normal structures and functions of human organs.

In this article, we investigated the association between metabolic syndrome, various links in its pathogenesis, and vitamin D levels based on literature overview. We also provided the results of our own practical studies of effective correction of metabolic syndrome indicators by optimizing vitamin D levels.

Keywords: metabolic syndrome, vitamin D, cardiovascular risk, diabetes mellitus, obesity, insulin resistance.

Introduction

The prevalence of the metabolic syndrome is increasing in developed and developing Countries. Metabolic syndrome is constellation of disturbances including glucose intolerance, central obesity, hypertension and dyslipidemia (hypertriglyceridemia, elevated non-esterified fatty acids and decreased high density lipoprotein cholesterol) present in several forms, depending upon the combination of the different components of the syndrome. It is well accepted that the metabolic syndrome increases the risk for the development of cardiovascular disease, type 2 diabetes, stroke and cancer (1).

Several explanations have been proposed to explain the origin of the metabolic syndrome. Some consider an initial insulin resistant state progressing to the other components, while others are of view that obesity is the main initiator of the syndrome (2).

More recently, the chronic low-grade inflammatory condition that often accompanies the metabolic syndrome has been implicated as a major factor both in the installation of the metabolic syndrome and its associated pathophysiological consequences (3).

However, the inflammatory state that accompanies the metabolic syndrome does not completely fit into the classical definition of acute or chronic inflammation, as it is not accompanied by infection; there is no massive tissue injury and the dimension of the inflammatory activation is also not large. So it is often called 'low grade' chronic inflammation or 'meta-inflammation', meaning

metabolically-triggered inflammation (4) or even 'para-inflammation' an intermediate state between basal and inflammatory states (5).

Several studies support to the concept that a proinflammatory state is a component of the metabolic syndrome because of the strong association of elevated C-reactive protein (CRP) with metabolic syndrome risk factors and high CRP levels impart risk for major coronary events beyond that imparted by the other metabolic risk factors. High-sensitivity CRP (hs-CRP) has been developed and used as a marker to predict coronary vascular diseases in metabolic syndrome and it was recently used as a predictor for non-alcoholic fatty liver disease in correlation with serum markers that indicated lipid and glucose metabolism. Adipose tissue in obese persons with the metabolic syndrome releases increased amounts of cytokines into the circulation which in turn accounts for a greater production of CRP by the liver. Another possibility is that insulin resistance per se is responsible for a higher production of cytokines. Regardless of mechanism, the finding that patients with metabolic syndrome exhibit characteristics of a proinflammatory state provides a new and exciting connection between inflammation and metabolic processes. This connection promises to yield new insights into pathways whereby the metabolic syndrome leads to atherosclerosis and acute coronary syndromes (6).

Cellular inflammation and metabolic syndrome**Adipokines**

Subcutaneous adipose tissue (SAT) makes up 80% of adipose tissue and is a major provider of circulating free fatty acids (FFA) to the liver and other tissues. Dysregulation of SAT is believed to be detrimental and contributes to pathogenesis of MetS and its downstream consequences including T2DM and ASCVD. Studies have reported that increased adiposity results in insulin resistance (IR) and increased macrophages in SAT of patients with MetS.

CRP

CRP, a member of the pentraxin family of proteins, is secreted by hepatocytes, lymphocytes, alveolar macrophages, monocyte-derived macrophages and endothelial cells in atherosclerotic plaques in response to IL-6 and other inflammatory markers. It is considered as the prototypic downstream marker of inflammation. The interaction between CRP and Fc receptors promotes the release of proinflammatory cytokines in the inflammatory response.

Macrophage/monocyte function

MetS can be characterized by monocytes and tissue macrophages that are activated into the proinflammatory phenotype. This novel observation was first made by Natal et al. who demonstrated that monocyte CD40 expression was elevated along with increased interaction with CD40L in MetS patients compared to controls.

Role of PMNs in MetS

Despite their key role in mediating inflammation, neutrophils have received little attention in regard to MetS. Researchers have found that MetS is associated with alterations in hematopoietic progenitors. As neutrophils predominate during early stages of inflammation, they lead to a significant cascade of events such as tissue infiltration by macrophages.

Metabolomics and inflammation in MetS

Multiple investigations have established a connection between inflammation and changes in metabolites including amines, amino acids, and lipids in the setting of MetS. Recent studies have further elucidated the role of these metabolites in the development, screening, and treatment of MetS as well as their contribution to the chronic, low-grade inflammatory state in MetS.

Role of Visceral Adiposity in Metabolic Syndrome

Visceral adiposity is the major risk factor responsible for the development of insulin resistance and the common pathophysiologic link to MetS. The pathophysiology of MetS is related to a diet containing excess calories and/or high saturated fat or glucose content and physical inactivity. Triacylglycerols provide the major source of energy which is used by skeletal muscle. They are comprised of a glycerol backbone in which each of the 3 hydroxyl groups is esterified with a fatty acid (7). The function of white adipose tissue is to store excess energy as TGs and then lipolyze and release free fatty acids (FFAs) into the circulation for use as energy in muscle. When nutrient intake exceeds the metabolic demand for energy, the excess TG is stored in adipocytes, liver and skeletal muscle. White adipose tissue is a highly active metabolic tissue which releases more than 50 different

molecules known as adipocytokines, which regulate inflammation and immune function and the components of MetS including insulin sensitivity and blood pressure homeostasis as well as glucose and lipid metabolism (8). A second mechanism leading to insulin resistance results from actions of the FFAs lipolyzed from the stored TGs in adipocytes. FFAs function in signaling pathways to regulate glucose, fat and lipid metabolism and inflammation. FFAs can adversely affect insulin signaling and cause insulin resistance within adipocytes and in muscle and other tissues(9). Saturated fatty acids (SFAs) activate the Toll-like receptor (TLR) 4 signaling pathway indirectly through binding to Fetuin A, a circulating glycoprotein secreted from the liver. Fetuin A then binds to and activates TLR4. This induces activation of JNK and IKK which lead to serine phosphorylation of IRS-1 and inhibition of insulin signaling (10). JNK and IKK activation also leads to upregulation of NF- κ B and AP-1 activation and thus production of inflammatory cytokines and defective insulin signaling (11). Activation of NF- κ B upregulates VCAM1 on the endothelial cell to which monocytes attach and migrate into the subendothelial space where they are converted to macrophages which take up oxidized lipoproteins and form foam cells and the fatty streak (12,13). In support of these signaling events, TLR4-null mice do not develop insulin resistance or adipose inflammation when challenged with FFAs (14).

Vitamin D

Vitamin D is a fat-soluble prohormone that plays an essential role in bone mineral metabolism, being involved in calcium and phosphorus metabolism and skeletal homeostasis. The main source of vitamin D is cholecalciferol or vitamin D3, synthesized by sunlight on the skin from 7-dehydrocholesterol, for which cholesterol is a precursor (15). It is also available in the diet from animal (cholecalciferol) and vegetable (ergocalciferol) foods. Regardless of the source, vitamin D requires two hydroxylations in the organism to become biologically active, the first in the liver and the second in the kidney, resulting in the form known as 1,25(OH)₂ vitamin D or calcitriol (16).

In the past, vitamin D was almost exclusively associated with bone health; however, numerous other functions have gradually emerged, and deficiency of this vitamin has been associated with a higher risk of certain autoimmune diseases (17). These extraskelatal actions are enabled by the presence of vitamin D receptors and hydroxylation enzymes in the cells of different human tissues and by differences in vitamin D production depending on the tissue in which it is expressed. Therefore, the fact that the vitamin D receptor and the enzyme 1 α -hydroxylase are expressed in different tissues (kidney, pancreas, prostate, or immune system) shows the possible action of this vitamin on these tissues. Thus, changes in the expression of vitamin D receptors may be associated

with the development of MetS and its different components (18, 19, 20).

Vitamin D has also been attributed to hormonal activity, including endocrine, autocrine, and paracrine functions (21).

In addition to all these activities, vitamin D has other functions of pleiotropic nature such as its anti-inflammatory, anti-apoptotic and anti-fibrotic effects, preventive action against cardiovascular and renal diseases, diabetes mellitus, or cancer through different mechanisms of action widely described (22).

Interest in this vitamin has intensified over recent years due to the high prevalence of hypovitaminosis D, described as a worldwide epidemic (23).

Based on the levels of vitamin D, we can talk about insufficiency when 25(OH)D of 21–29 ng/mL, mild deficiency when levels are between 10 and 20 ng/mL, moderate deficiency between 9 and 5 ng/mL, and severe deficiency when vitamin D levels are lower than 5 ng/mL (24,25,26).

Meanwhile, the statements due to optimal level of Vitamin D 50-100 ng/mL have been discussing among family doctors, cardiologists, endocrinologists, dietologists.

The practical data shows that liver, intestine, kidneys, visceral obesity recovery strategies, in case of optimal vitamin D level, provides better results compare to normal (30-49 ng/mL) and deficiency levels.

Vitamin D and mental health

Vitamin D has immunomodulatory, neuroprotective, and neurotrophic properties and may affect the brain tissues involved in the pathophysiology of depression and anxiety. The results of studies in the literature on the relationship of vitamin D levels with supplementation, depression, and anxiety are inconsistent. It is thought that the reason for the inconsistency in studies examining vitamin D levels may be due to the use of different cut-off points regarding vitamin D adequacy, the differences in the groups in which the studies were conducted, and the differences in the tools used to determine depression and anxiety. It is thought that many factors may have contributed to the inconsistency in the studies in which vitamin D supplementation was evaluated, including the difference between the groups applied, the severity of depressive symptoms, the presence of comorbidities, initial 25(OH)D3 level, vitamin D supplement dose, supplement form, and duration. In addition, studies in the literature include not only individuals with symptoms of major depression or anxiety but also individuals with chronic inflammatory diseases such as ulcerative colitis, Crohn's, and diabetes. Therefore, positive outcomes in individuals with these diseases can be associated with the effect of vitamin D as an immunomodulator on metabolic and inflammatory markers. Although the cause and effect relationship of vitamin D with depression and anxiety has not been clarified in the literature, it is emphasized that low vitamin D levels cause an increase in the symptoms of these diseases. It is important to screen for vitamin D deficiencies regarding mood disorders, to plan appropriate treatments, and to determine the optimal

dose. Therefore, the necessity of monitoring vitamin D levels in planned vitamin D supplements is also clear. Besides, vitamin D is not included in the guidelines in the literature on mood disorders. For this disease group, cohort studies are needed to determine the effectiveness of vitamin D levels, supplement dose, and form. (27)

Metabolic syndrome and mental stress

Stress activates the sympathoadrenal system and the hypothalamic-pituitary-adrenocortical (HPA) axis. Defense reactions involve catecholamine release, vagal withdrawal, cortisol secretion, and activation of the renin-angiotensin system; the less well characterized defeat reaction is a stimulus for cortisol production. (28, 29)

These mediators subserve functions that help the individual during short-term stress. When stress is frequent, adaptation (coping) is lacking, the ability to shut off the stress response is deficient, or the responses to stress are inadequate and compensatory mechanisms are activated, the allostatic load may become overwhelming and the adaptive processes become maladaptive (30).

Epidemiological studies have, nonetheless, shown associations between psychosocial factors and cardiovascular disease. (31)

The study by Brunner and coworkers (32) in this issue of Circulation examines the role of neuroendocrine activation in the metabolic syndrome and discusses the role of psychosocial factors and stress in this context.

MetS and Vitamin D Deficiency

Numerous authors have addressed the possible association between micronutrient deficiency and metabolic disorders, including MetS (33). Various pathophysiologic mechanisms have been proposed to underlie the effect of vitamin D on MetS components. One plausible explanation is that vitamin D affects insulin secretion and sensitivity, which play a key role in MetS development. The vitamin D receptor is expressed by β cells in the pancreas and in musculoskeletal and adipose tissues, among other peripheral tissues, and vitamin D deficiency can compromise the capacity of β cells to convert pro-insulin into insulin (34). Another pathophysiological mechanism could be related to the association between obesity and vitamin D deficiency. The two most accepted hypotheses are vitamin D sequestration and volumetric dilution. In the first case, this vitamin is sequestered in adipose tissue, increased in obese individuals, which also influences a greater volumetric dilution, according to which 25(OH)D, a fat-soluble molecule, would be distributed among fat, muscle, liver, and serum, decreasing serum vitamin D levels. Other possible explanations for this relationship described may be poor dietary habits, decreased sun exposure, the difference in gene expression in vitamin D metabolizing enzymes, and impaired hepatic 25-hydroxylation (35, 36).

A study of non-diabetic young people also showed an inverse relationship between vitamin D levels and the presence of MetS, attributed to the combined effect of obesity and IR (37). Lee et al. described a higher risk of MetS in Korean men and women aged over 65 years

with low 25(OH)D levels. After adjusting for age, area of residence, season, and habits (exercise, tobacco, and alcohol), there appeared a relationship between low vitamin D levels and increased prevalence of MetS, so the lower the vitamin D levels (14.20–18.99 ng/mL in men and 11.20–15.59 ng/mL in women) the higher the prevalence of elevated waist circumference, hypertriglyceridemia, and high low-density lipoprotein cholesterol (LDL) concentrations (38). Likewise, Zhu and Heil reported that 25(OH)D levels were inadequate in 50% of the study population, formed by residents of Shanghai, China, aged 19–70 years and were associated with the presence of MetS, observing a linear relationship between 25(OH)D concentrations and serum concentrations of glucose and lipids (39). They calculated that each increase of 1 ng/mL 25(OH)D was associated with a significant reduction in total cholesterol and LDL and a 54% decrease in the risk of MetS. Subsequent studies also reinforce the possible association between vitamin D deficiency and MetS prevalence (40, 41, 42).

Effect of Vitamin D Supplementation on MetS

Vitamin D supplementation has been reported to exert a beneficial effect in the treatment of MetS-related diseases, such as lipid profile, insulin resistance and hyperglycemia, obesity, and hypertension (43). This effect could be based on the mechanism of action of vitamin D on different physiological parameters, including improved arterial stiffness; decreased renin-angiotensin-aldosterone system activity, parathyroid hormone levels, inflammatory cytokines; increased activity of lipoprotein lipase; and improved phospholipid metabolism and mitochondrial oxidation (44).

Injectable VS Oral Vitamin D Supplementation

Optimizing vitamin D levels to normalize metabolism, digestive, excretory, and nervous systems requires 2 circumstances:

1. Sufficient intake of vitamin D with food.
2. The ability of the digestive tract to absorb vitamin D.

According to observations conducted at the “Institute of Spine and Joint Pathology named after Prof. M.I. Sytenko of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine” (Kharkiv, Ukraine) in the period 2010–2024 (300 children aged 3 months to 18 years), oral correction of vitamin D levels among children leads to positive results within 3 months.

At the same time, during observations conducted in the SQLAB (experimental clinic, Kyiv, Ukraine) in 2016–2022 (500 patients), it was found that taking oral vitamin D among patients with metabolic syndrome without additional nutritional correction, adding co-factors to the diet, and treating gastrointestinal dysfunctions associated with metabolic syndrome did not yield the expected results in optimizing vitamin D levels.

The average time to optimize vitamin D levels in patients with metabolic syndrome took 6 months, included 4–8 consultations, 3–6 control tests for vitamin D, selection and replacement of various forms of oral

vitamin D preparations. The costs for this were 400–600 USD.

At the same time, the use of injectable forms of cholecalciferol, which allowed vitamin D to be delivered to the blood via intramuscular injection, allowed to significantly increase its level in the blood 2–4 weeks after the first injection at a dose of 50,000–150,000 IU (depending on the patient's condition) significantly increase the level of vitamin D in the blood. This required only 2 consultations and 2 tests for the level of vitamin D. The costs were 100–200 USD.

This, in turn, led to improved results in the improvement of the digestive, circulatory, nervous, hormonal systems and musculoskeletal system.

Conclusions

A syndromic approach on the example of metabolic syndrome compared to the isolated treatment of its individual manifestations, including correction of nutrition (including parenteral), physical culture, and mental stress management, can be effective and deserves further study.

Optimizing vitamin D levels has a positive effect on the correction of metabolic and mental health indicators.

Vitamin D supplementation among children should be carried out by oral means.

Injectable vitamin D supplementation among patients with metabolic syndrome is optimal from both a clinical and economic point of view compared to oral means.

References:

1. Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ. The metabolic syndrome. *Lancet*. 2005;365:1415–1428. doi: 10.1016/S0140-6736(05)66378-7.
2. Mittra S, Bansal VS, Bhatnagar PK. From a glucocentric to a lipocentric approach towards metabolic syndrome. *Drug Discov Today*. 2008;13:211–218. doi: 10.1016/j.drudis.2008.01.006.
3. Ferranti S, Mozaffarian D. The perfect storm: obesity, adipocyte dysfunction, and metabolic consequences. *Clin Chem*. 2008;54:945–955. doi: 10.1373/clinchem.2007.100156.
4. Hotamisligil GS. Inflammation and metabolic disorders. *Nature*. 2006;444:860–867. doi: 10.1038/nature05485
5. Medzhitov R. Origin and physiological roles of inflammation. *Nature*. 2008;454:428–435. doi: 10.1038/nature07201.
6. Grundy SM. Inflammation, metabolic syndrome, and diet responsiveness. *Circulation*. 2003;108:126–128. doi: 10.1161/01.CIR.0000082641.20034.6A
7. Havel RJKJ. Introduction: structure and metabolism of plasma lipoproteins. In: Scriver CRBA, Sly WS, Valle D, editors. *The Metabolic and Molecular Bases of Inherited Disease*. 7. New York: McGraw-Hill; 1995. pp. 1841–51.
8. Spite M, Claria J, Serhan CN. Resolvins, specialized proresolving lipid mediators, and their potential roles in metabolic diseases. *Cell metabolism*. 2014;19:21–36. doi: 10.1016/j.cmet.2013.10.006.

9. Guilherme A, Virbasius JV, Puri V, Czech MP. Adipocyte dysfunctions linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes. *Nature reviews Molecular cell biology*. 2008;9:367–77. doi: 10.1038/nrm2391.
10. Glass CK, Olefsky JM. Inflammation and lipid signaling in the etiology of insulin resistance. *Cell metabolism*. 2012;15:635–45. doi: 10.1016/j.cmet.2012.04.001.
11. Nguyen MT, Favelyukis S, Nguyen AK, Reichart D, Scott PA, Jenn A, et al. A subpopulation of macrophages infiltrates hypertrophic adipose tissue and is activated by free fatty acids via Toll-like receptors 2 and 4 and JNK-dependent pathways. *The Journal of biological chemistry*. 2007;282:35279–92. doi: 10.1074/jbc.M706762200.
12. Kawakami A, Aikawa M, Libby P, Alcaide P, Luscinskas FW, Sacks FM. Apolipoprotein CIII in apolipoprotein B lipoproteins enhances the adhesion of human monocyte cells to endothelial cells. *Circulation*. 2006;113:691–700. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.591743.
13. Kawakami A, Aikawa M, Alcaide P, Luscinskas FW, Libby P, Sacks FM. Apolipoprotein CIII induces expression of vascular cell adhesion molecule-1 in vascular endothelial cells and increases adhesion of monocytic cells. *Circulation*. 2006;114:681–7. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.622514.
14. Shi H, Kokoeva MV, Inouye K, Tzameli I, Yin H, Flier JS. TLR4 links innate immunity and fatty acid-induced insulin resistance. *The Journal of clinical investigation*. 2006;116:3015–25. doi: 10.1172/JCI28898.
15. Raposo L, Martins S, Ferreira D, Guimarães J.T., Santos A.C. Vitamin D, Parathyroid Hormone and Metabolic Syndrom—The PORMETS Study. *BMC Endocr. Disord*. 2017;17:71. doi: 10.1186/s12902-017-0221-3.
16. Valero-Zanuy M., Hawkins-Carranza F. Metabolismo, fuentes endógenas y exógenas de vitamina D. *Rev. Esp. Enferm. Metab. Oseas*. 2007;16:63–70. doi: 10.1016/S1132-8460(07)73506-7.
17. Illescas-Montes R., Melguizo-Rodríguez L., Ruiz C., Costela-Ruiz V.J. Vitamin D and Autoimmune Diseases. *Life Sci*. 2019;233:116744. doi: 10.1016/j.lfs.2019.116744.
18. Al-Daghri N.M., Al-Attas O.S., Alkharfy K.M., Khan N., Mohammed A.K., Vinodson B., Ansari M.G.A., Alenad A., Alokail M.S. Association of VDR-Gene Variants with Factors Related to the Metabolic Syndrome, Type 2 Diabetes and Vitamin D Deficiency. *Gene*. 2014;542:129–133. doi: 10.1016/j.gene.2014.03.044.
19. Han F., Lv Y., Gong L., Liu H., Wan Z., Liu L. VDR Gene Variation and Insulin Resistance Related Diseases. *Lipids Health Dis*. 2017;16 doi: 10.1186/s12944-017-0477-7.
20. Karonova T., Grineva E., Belyaeva O., Bystrova A., Jude E.B., Andreeva A., Kostareva A., Pludowski P. Relationship Between Vitamin D Status and Vitamin D Receptor Gene Polymorphisms with Markers of Metabolic Syndrome Among Adults. *Front. Endocrinol*. 2018;9:448. doi: 10.3389/fendo.2018.00448.
21. Gradillas-García A., Álvarez J., Rubio J.A., de Abajo F.J. Relationship between vitamin D deficiency and metabolic syndrome in adult population of the Community of Madrid. *Endocrinol. Nutr*. 2015;62:180–187. doi: 10.1016/j.endonu.2014.12.008.
22. Lai Y.-H., Fang T.-C. The Pleiotropic Effect of Vitamin, D. *Nephrol*. 2013;2013 doi: 10.5402/2013/898125.
23. Mukhopadhyay P., Ghosh S., Pandit K., Chatterjee P., Mukherjee P.S., Chowdhury S. Pandemic of Vitamin D Deficiency: Cardiometabolic Concern or Skeletal Biochemical Abnormality? *Indian J. Endocrinol. Metab*. 2019;23:215–221. doi: 10.4103/ijem.IJEM_59_19.
24. Holick M.F., Binkley N.C., Bischoff-Ferrari H.A., Gordon C.M., Hanley D.A., Heaney R.P., Murad M.H., Weaver C.M. Endocrine Society. Evaluation, Treatment, and Prevention of Vitamin D Deficiency: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *J. Clin. Endocrinol. Metab*. 2011;96:1911–1930. doi: 10.1210/jc.2011-0385.
25. Institute of Medicine (US) Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium. In: *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D*. Ross A.C., Taylor C.L., Yaktine A.L., del Valle H.B., editors. National Academies Press (US); Washington, DC, USA: 2011. The National Academies Collection: Reports funded by National Institutes of Health.
26. Gani L.U., How C.H. Vitamin D Deficiency. *Singap. Med. J*. 2015;56:433–437. doi: 10.11622/smedj.2015119.
27. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36097104/>
28. Folkow B. Physiological aspects of the “defense” and “defeat” reactions. *Acta Physiol Scand*. 1997; 161 (suppl 640): 34–37.
29. Henry JP, Grim CE. Psychosocial mechanisms of primary hypertension. *Rev J Hypertens*. 1990; 8: 783–973.
30. McEwen BS. Protective and damaging effects of stress mediators. *N Engl J Med*. 1998; 338: 171–179.
31. Hemingway H, Marmot M. Psychosocial factors in the aetiology and prognosis of coronary heart disease: systematic review of prospective cohort studies. *BMJ*. 1999; 318: 1460–1467.
32. Brunner EJ, Hemingway H, Walker BR, et al. Adrenocortical, autonomic, and inflammatory causes of the metabolic syndrome: nested case-control study. *Circulation*. 2002; 106: 2659–2665.
33. Mansouri M., Abasi R., Nasiri M., Sharifi F., Vesaly S., Sadeghi O., Rahimi N., Sharif N.A. Association of Vitamin D Status with Metabolic Syndrome and Its Components: A Cross-Sectional Study in a Population of High Educated Iranian Adults. *Diabetes Metab. Syndr*. 2018;12:393–398. doi: 10.1016/j.dsx.2018.01.007.
34. Schmitt E.B., Nahas-Neto J., Bueloni-Dias F., Poloni P.F., Orsatti C.L., Petri-Nahas E.A. Vitamin D Deficiency Is Associated with Metabolic Syndrome in Postmenopausal Women. *Maturitas*. 2018;107:97–102. doi: 10.1016/j.maturitas.2017.10.011.

35. Vranić L., Mikolašević I., Milić S. Vitamin D Deficiency: Consequence or Cause of Obesity? *Medicina*. 2019;55 doi: 10.3390/medicina55090541.
36. Walsh J.S., Bowles S., Evans A.L. Vitamin D in Obesity. *Curr. Opin. Endocrinol. Diabetes Obes.* 2017;24:389–394. doi: 10.1097/MED.0000000000000371.
37. Huang C.-Y., Chang H.-H., Lu C.-W., Tseng F.-Y., Lee L.-T., Huang K.-C. Vitamin D Status and Risk of Metabolic Syndrome among Non-Diabetic Young Adults. *Clin. Nutr.* 2015;34:484–489. doi: 10.1016/j.clnu.2014.05.010.
38. Lee S.J., Lee E.Y., Lee J.H., Kim J.E., Kim K.J., Rhee Y., Kim H.C., Youm Y., Kim C.O. Associations of Serum 25-Hydroxyvitamin D with Metabolic Syndrome and Its Components in Elderly Men and Women: The Korean Urban Rural Elderly Cohort Study. *BMC Geriatr.* 2019;19:102. doi: 10.1186/s12877-019-1118-y.
39. Zhu W., Heil D.P. Associations of Vitamin D Status with Markers of Metabolic Health: A Community-Based Study in Shanghai, China. *Diabetes Metab. Syndr.* 2018;12:727–732. doi: 10.1016/j.dsx.2018.04.010.
40. Liu L., Cao Z., Lu F., Liu Y., Lv Y., Qu Y., Gu H., Li C., Cai J., Ji S., et al. Vitamin D Deficiency and Metabolic Syndrome in Elderly Chinese Individuals: Evidence from CLHLS. *Nutr. Metab.* 2020;17:58. doi: 10.1186/s12986-020-00479-3.
41. Ganji V., Sukik A., Alaayesh H., Rasoulinejad H., Shraim M. Serum Vitamin D Concentrations Are Inversely Related to Prevalence of Metabolic Syndrome in Qatari Women. *Biofactors*. 2020;46:180–186. doi: 10.1002/biof.1572.
42. Pott-Junior H., Nascimento C.M.C., Costa-Guarisco L.P., Gomes G.A.O., Gramani-Say K., Orlandi F.S., Grato A.C.M., Orlandi A.A.S., Pavarini S.C.I., Vasilceac F.A., et al. Vitamin D Deficient Older Adults Are More Prone to Have Metabolic Syndrome, but Not to a Greater Number of Metabolic Syndrome Parameters. *Nutrients*. 2020;12 doi: 10.3390/nu12030748.
43. Ferreira P.P., Cangussu L., Bueloni-Dias F.N., Orsatti C.L., Schmitt E.B., Nahas-Neto J., Nahas E.A.P. Vitamin D Supplementation Improves the Metabolic Syndrome Risk Profile in Postmenopausal Women. *Climacteric*. 2020;23:24–31. doi: 10.1080/13697137.2019.1611761.
44. Faraji S., Alizadeh M. Mechanistic Effects of Vitamin D Supplementation on Metabolic Syndrome Components in Patients with or without Vitamin D Deficiency. *J. Obes. Metab. Syndr.* 2020;29:270–280. doi: 10.7570/jomes20003.

ANALYSIS OF THE RESULTS OF DIFFERENT METHODS OF SURGICAL TREATMENT OF VARICOCELE

Shamsiev A.

Doctor of Medical Sciences Professor, of the Department of Pediatric Surgery, Samarkand State Medical University. Samarkand. Uzbekistan

Shamsiev J.

Doctor of Medical Sciences Professor, Head of the Department of Pediatric Surgery, Anesthesiology and Reanimation, Faculty of Postgraduate Education, Samarkand State Medical University. Samarkand. Uzbekistan

Makhmudov Z.

PhD, Assistant of the Department of Pediatric Surgery, Anesthesiology and Resuscitation of the Faculty of Postgraduate Education of the Samarkand State Medical University. Samarkand. Uzbekistan

Daniyarov E.

Assistant of the Department of Pediatric Surgery, Anesthesiology and Reanimation of the Faculty of Postgraduate Education of the Samarkand State Medical University. Samarkand. Uzbekistan

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499262>

Abstract

According to the WHO, varicocele is the cause of infertility in 9-40% of patients. The prevalence of varicocele among children and adolescents aged 10-18 years reaches 19%. Early detection of varicocele can correct impaired fertility and maintain reproductive function in childbearing age. The existing methods of surgical treatment do not in all cases relieve the patient of infertility and cannot guarantee the recurrence of the disease. The aim of the study was to improve the results of diagnosis and surgical treatment of varicocele in children. This work is based on the results of treatment of 376 patients with left-sided varicocele. Of 376 patients, 363 (96.5%) patients had varicocele for the first time and 13 (3.5%) patients had a relapse. The patients were between the ages of 11 and 18. Depending on the method of surgery, 2 groups of patients were identified. 181 (48.1%) patients underwent conventional surgical interventions (Ivanissevich's or Polomo's operations), which made up the comparison group. 195 (51.9%) patients underwent subinguinal selective operations (antegrade endovascular sclerotherapy of the left testicular vein and Marmara operation), which were included in the main group. Selected 26 practically (control group) healthy children data of ultrasound and Doppler ultrasound of the testicular veins, we took as the norm. During the surgical treatment of varicocele, an individual, differentiated approach was chosen for each patient depending on the hemodynamic type. The analysis of the surgical treatment of patients with varicocele revealed a relapse of the disease in 15% of cases. The developed methods of treatment, taking into account the type of blood flow, are low-traumatic and exclude the possibility of recurrence. The proposed methods of surgical treatment of varicocele have reduced the number of complications from 24.8% to 2.3%.

Keywords: varicocele, children, subinguinal selective operations, ultrasound Doppler, hemodynamic type.

Relevance. According to the WHO, "... the etiology of male infertility is currently represented by almost 30 reasons. In this case, the idiopathic form accounts for up to 16-25% of all cases and varicocele is the cause of infertility in 9-40% of patients. " Such large differences in these indicators indicate the controversy of this situation. The prevalence of varicocele among children and adolescents aged 10-18 years reaches 19%.

Early detection of varicocele can correct impaired fertility and maintain reproductive function in childbearing age. Adolescents, like fathers-to-be, socially represent demographic potential. Therefore, this disease is attracting increased attention not only from a medical, but also from a socio-demographic position.

The existing methods of surgical treatment do not in all cases relieve the patient of infertility and cannot guarantee the recurrence of the disease. So, according to Dunphy L. (2019) "venous renal hypertension on the left due to compression of the mouth of the left renal vein (aorto-mesenteric forceps) leads to the development of retrograde blood flow along the left testicular vein, and, as a result, varicocele occurs". Therefore, there is still an opinion that ligation of the left spermatic vein is a pathogenetically justified method of treatment,

since one of the main causes of varicocele is a violation of venous outflow through the left renal vein system and its valve insufficiency. However, this condition is also possible in healthy people, so it remains unclear why not everyone has varicocele. Despite the large number of proposed methods of operations, the choice of the optimal method of surgical treatment of varicocele remains a subject of discussion (Gurevich A.I.).

The aim of the study was to improve the results of diagnosis and surgical treatment of varicocele in children.

Materials and research methods. This work is based on the results of treatment of 376 patients with left-sided varicocele who received treatment at the 2-clinic SamMI for the period from 1997 to 2018. Of 376 patients, 363 (96.5%) patients had varicocele for the first time and 13 (3.5%) patients had a relapse. The patients were between the ages of 11 and 18. The average age of the patients was 16.5 ± 2.3 years. Depending on the method of surgery, 2 groups of patients were identified. In 1997-2010. 181 (48.1%) patients underwent conventional surgical interventions (Ivanissevich's or Polomo's operations), which made up the **comparison group**. 2008 to 2018 195 (51.9%) patients underwent

subinguinal selective operations (antegrade endovascular sclerotherapy of the left testicular vein and Marmara operation), which were included in the **main group**.

Selected 26 practically (**control group**) healthy children data of ultrasound examination (UE) and ultrasound Doppler (UD) of the testicular veins, we took the norm. In addition, 17 adult men with varicocele over 20 years of age were studied, in whom sperm analysis was performed before and after surgery. All patients admitted with a diagnosis of varicocele underwent a complex of clinical, laboratory and instrumental studies.

Ultrasound examinations of the scrotum were routinely performed with the patient in a horizontal position, lying on his back, and no preliminary preparation was required. In all cases, both testicles were necessarily examined, which made it possible to carry out a

comparative assessment. To assess the condition of the testicular vein, all patients underwent ultrasound Doppler. Vein diameter and duration of the reflux wave were measured both at rest and during the Valsalva test. The state of spermatogenesis was assessed in accordance with the WHO guidelines.

Research results. Not all patients with asymptomatic varicocele were operated on, but only those who had grade II and III disease. Patients with grade I varicocele underwent surgical treatment only when they had one of the above signs of the disease. A comparative analysis of clinical symptoms (Table 1) showed that the asymptomatic course of varicocele was the highest number 328 (81.4%) of all examined patients.

Table 1.

Revealed symptoms of varicocele in the study groups

Symptoms	Comparative group (n=181)	Main group (n=195)	Total
Asymptomatic course	156 (81,7%)	172 (81,1%)	328 (81,4%)
Pain and discomfort in the left groin and testicle area	17 (8,9%)	16 (7,6%)	33 (8,2%)
Scrotal enlargement	11 (5,8%)	15 (7,1%)	26 (6,4%)
Testicular hypotrophy	7 (3,6%)	9 (4,2%)	16 (4,0%)
Total	191 (100%)	212 (100%)	403 (100%)
$\chi^2=0,583$; critical value $\chi^2=7,815$ ($p<0,05$); $p=0,901$ ($p>0,05$)			

Note: one patient had 2-3 symptoms at the same time.

When performing varicocelectomy until 2010, they used exclusively traditional conventional methods. Of the comparison group, 103 (56.9%) patients underwent Ivanissevich's operation and 78 (43.1%) patients

underwent Palomo's operation. The distribution of patients in the comparison group according to the degree of disease and the choice of surgical intervention are presented in Table 2.

Table 2.

Distribution of patients in the comparison group depending on the degree of varicocele and the choice of surgery

Varicocele grade	Comparative group (n=181)	
	abs.	%
I degree	1	0,6
II degree	71	39,2
III degree	109	60,2
Total	181	100

Since 2011, in the surgical treatment of varicocele, depending on the clinical course of the disease and the hemodynamic type, we choose an individual, differentiated approach for each patient. Thus, all patients of the main group with primary varicocele with renospermatic I type (106 - 82.2%) and mixed type with prevalence of renospermatic reflux (III A type 23 - 17.8%) used antegrade endovascular sclerotherapy of the left testicular vein (Table. 3).

The method of varicocelectomy developed by us - antegrade endovascular sclerotherapy of the left testicular vein (AES LTV) is a minimally invasive method of treating varicocele (patent for invention No. IAP 04234, Intellectual Property Agency of the Republic of

Uzbekistan "Method for treating varicocele"), interruption of pathological blood flow.

The proposed method has several advantages:

- Minimally invasive.
- Does not require expensive equipment - cost effective.
- The leakage of the sclerosing substance into the renal vein and its reflux into the veins of the groin-like plexus are excluded.
- Reliably prevents the development of postoperative complications and recurrence of the disease.
- The length of hospital stay for patients is reduced.

Table 3

Distribution of patients in the main group who underwent AES LTV

Varicocele grade	Distribution of patients in the main group who underwent AES LTV					
	Choice of surgery				Total	
	AES LTV (n=129)					
	Hemodynamic type					
	I type		III A type			
abs	%	abs	%	abs	%	
I degree	1	0,8	0	0	1	0,8
II degree	49	37,9	9	7,0	58	44,9
III degree	56	43,4	14	10,9	70	54,3
Total	106	82,2	23	17,9	129	100

The indicators of treatment results were as follows: the course of the postoperative period, the nature of the healing of the postoperative wound, the time of the patient's stay in the hospital (bed-day), the duration

of the operation (min), the duration of the temperature (days), UD signs of persistence of reno- or ileo-testicular pathological venous refluxes (Table 4).

Table 4

The incidence of postoperative complications in patients after varicocelectomy

Complication type	Patient group				Total, n=376	
	Comparative group n=181		Main group n=195			
	aбс.	%	aбс.	%	aбс.	%
Testicular hypotrophy	5	2,75	-	-	5	1,3
Hydrocele	5	2,75	1	0,5	6	1,6
Number of patients with complications	10	5.5	1	0,5	11	2,9
$\chi^2=1,977$; critical value $\chi^2=9,488$ (p=0,05); p=0,741 (p>0,05)						

The use of ultrasound and Doppler sonography for postoperative monitoring of the results of surgical treatment of varicocele indicates the need for this non-invasive and more informative research method.

The median postoperative follow-up time was 12 months. In addition to the disappearance of signs of

varicocele, in the long-term postoperative period spermogram indices were compared, the effect of surgical treatment on the onset of pregnancy in women in a sexual couple was assessed.

Long-term results were analyzed in 236 (62.8%) of 376 operated patients with varicocele (Table 5).

Table 5

The number of patients observed in the late postoperative period

Hemodynamic type	Comparison group n=105		Main group n=131				Total	
			AES LTV (n=89)		Operation Marmar (n=42)		(n=236)	
	abs	%	abs	%	abs	%	abs	%
I type	17	16,2	78	59,5	4	3,0	99	41,9
II type	5	4,8	-	-	32	24,4	37	15,7
III A type	2	1,9	11	8,4	-	-	13	5,5
III B type	1	0,9	-	-	6	4,6	7	3,0
In the preoperative period, hem.type not identified	80	76,2	-	-	-	-	80	33,9
$\chi^2=130,970$; critical value $\chi^2=13,277$ (p=0,01); p<0,001 (p<0,01) AES LTV AЭC $\chi^2=105,744$; critical value $\chi^2=13,277$ (p=0,01); p<0,001 (p<0,01) Operation Marmar $\chi^2=151,152$; critical value $\chi^2=13,277$ (p=0,01); p<0,001 (p<0,01) Comparison group								

To assess long-term results, patients underwent a thorough survey, outpatient and inpatient examination. Long-term results were studied in the period from 1 to 12 years. One of the main indicators characterizing the effectiveness of surgery for varicocele is the frequency of disease relapses. When studying the nature of the relapse, the hemodynamic type of varicocele was com-

pared. Of 236 patients observed in the late postoperative period, the hemodynamic type of pathological venous reflux according to Coolsaet (1980) in the preoperative period was determined in 156 (66.1%), in 80 (33.9%) patients from the comparison group in the preoperative period, the hemodynamic type was not defined.

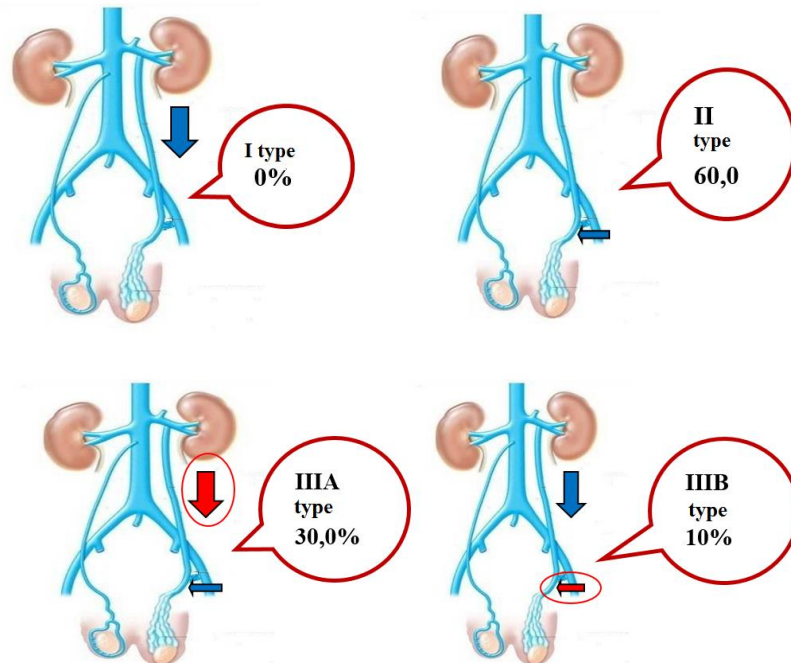


Figure: 1. Hemodynamic types in patients with recurrent varicocele.

In a retrospective analysis of long-term results, the overwhelming majority of patients with relapses were of types II and III (85.0%), in patients of the comparison group, where the hemodynamic type was not taken into account when choosing a surgical intervention (Fig. 1).

Relapse of varicocele was observed in 20 (8.5%) patients, out of 236 examined in the long-term, while in the group of patients operated on in 2005-2010, this indicator reached 17.1%. Subsequently, due to the application of the above innovations and measures of disease prevention, the frequency of disease relapses was reduced in the main group of patients to 1.5% (Table 6).

Table 6

The number of patients with relapses of varicocele observed in the late postoperative period

Hemodynamic type	The number of relapses depending on the type of surgery				Total (n=236)	
	Comparison group n=105		Main group (n=131)			
	abs	%	abs	%	abs.	%
I type	-	-	-	-	-	-
II type	5	4,8	1	0,8	6	2,5
III A type	2	1,9	1	0,8	3	1,3
III B type	1	0,9	-	-	1	0,4
In the preoperative period, hem.type not identified	10	9,5	-	-	10	4,2
Total	18	17,1	2	1,5	20	8,5

In order to identify the quality of life of the patients we operated on in the long-term postoperative period, the reproductive function of 78 volunteers over 18 years old was studied, in whom the spermogram was examined earlier in the preoperative period.

Table 7 shows the results of a study of ejaculate in adult men for comparative analysis before and after surgical correction. There was a higher scatter of digital indicators for all parameters of the ejaculate. The value

of each parameter before surgery was close to the values of the same parameters in adolescents. After surgery, the level of sperm motility did not change; the number of normal forms of germ cells did not increase.

Table 7 shows the results of assessing the state of spermatogenesis in patients 2-4 years after surgery. The results obtained indicate the normal state of the ejaculate parameters corresponding to the WHO standards for adults.

Table 7

The state of spermatogenesis and the function of the gonads in a group of men with varicocele before and after surgery n = 17

Indicators	before surgery	after operation	WHO standards	P
Ejaculate volume (ml)	2,5±0,8	3,8±0,8	2,0-6,0	0,259325
Sperm concentration (mln / ml)	36,0±33,0	61,0±33,0	more than 20	0,915370
Live sperm (%)	42,0±4,0	77,0±4,0	more than 50	0,019002
Actively motile sperm (%)	29,0±14,0	36,0±14,0	more than 25	0,960042
Sedentary (%)	25,0±6,0	23,0±6,0	more than 25	0,906946
Normal forms (%)	31,0±11,0	37,0±11,0	more than 50	0,949158
Spermatogenesis cells (%)	2,3±0,3	2,0±0,3	1-2	0,484782
Fructose (mM / L)	14,0±4,3	13,0±4,3	more than 13,0	0,870450
Citric acid (mM / L)	13,1±5,3	13,9±5,3	more than 53,0	0,915688
Zinc ions (mM / L)	0,9±0,3	1,5±0,3	more than 2,0	0,167265

Since 2016, male fertility was assessed according to a program developed by us (certificate of official registration of a computer program No. DGU 05025, Intellectual Property Agency of the Republic of Uzbekistan "Program for assessing and predicting the reproductive state in men after various types of surgery with varicocele disease"), including objective and subjective signs, instrumental data on which it is possible to assess the reproductive state of men after varicocelelectomy.

By the presence of points scored from the program by objective signs and instrumental data in the postoperative period, the reproductive state was assessed in 96 men who underwent varicocelelectomy in our clinic in various ways in childhood. Of these, 17 (17.7%) were men from the comparison group and 79 (82.3%) were men from the main group (Table 8).

Table 8.

Distribution of patients depending on the assessment and prediction of the reproductive state in men after different types of operations for varicocele

Study groups	Research results					
	Favorable		Moderately favorable		Adverse	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Comparison group (n=79)	43	54,4%	24	30,4%	12	15,2%
Main group (n=17)	14	82,4%	2	11,8%	1	5,8%
χ^2 criterion between groups	$\chi^2 = 25,023$; critical value $\chi^2 = 9,21$ ($p=0,01$); $p<0,001$					
Total (n=96)	57	59,4%	26	27,1%	13	13,5%

All surveyed men were divided into 3 main subgroups: 1-subgroup - men who scored from 14 to 20 points were assessed as a favorable prognosis, the result is good, not subject to further treatment; 2-subgroup with scores from 7 to 13 - moderately favorable result, satisfactory, complex rehabilitation (physiotherapy exercises, taking drugs that improve microcirculation, repeated surgeries, hormone therapy); 3-subgroup with a lower score from 0 to 6 - a poor prognosis (relapse, dropsy, testicular atrophy, hormonal changes, infertility).

As can be seen from Table 8, the reproductive state of men in the main group improved in contrast to men in the comparison group. Thus, a favorable result in the main group was 82.4% (in 14 out of 17 men); while in the comparison group, this indicator was 54.4% (in 43 out of 79). In general, for all the results taken together, a reliable best value was obtained in the main group (between the groups, the criterion $\chi^2 = 43.087$; Df = 3; $p < 0.001$).

Thus, in a retrospective analysis of long-term results, the overwhelming majority of patients with relapses were of types II and III (85.0%), in patients of the comparison group, where the hemodynamic type was not taken into account when choosing a surgical intervention.

Conclusion

1. The conducted analysis of the surgical treatment of patients with varicocele revealed a relapse of the disease in 15% of cases, during the study it was determined that the latter were associated with the fact that the types of hemodynamics were not taken into account.

2. The developed method of treatment, taking into account the type of blood flow, is low-traumatic and excludes the possibility of relapse.

3. The proposed methods of surgical treatment of varicocele made it possible to reduce the number of complications from 24.8% to 2.3%.

References:

1. Akilov F.A., Shomaruflov A.B., Abbosov S.A. Analysis of the combined effect of age and duration of infertility on the effectiveness of varicocelelectomy // Urological Bulletin. - 2019. - T. 9. - No. 1S. - S. 8-9.
2. Akramov N.R., Akhunzyanov A.A., Khamidullin A.F. et al. Choice of treatment tactics for patients with varicocele // Kazan Med. g. - 2005. - No. 3. - S. 201-204.
3. Hamidov S., Ovchinnikov R., Popova A., Nikitin P., Izhbaev S. Varicocele: current state of the problem // Doctor. - 2013. - T. 1. - S. 12.

4. Zhukov OB, Verzin AV, Penkov PL Regional renal venous hypertension and left-sided varicocele // Andrology and genital surgery. - 2013. - No. 3.S. 29-37.
5. Kadyrbekov NM, Muravyov AA Development of ultrasonic Doppler sonography for varicocele // European research: innovation in science, education and technology. - S. 70.
6. Makhin.Yu.Yu. Angiosurgical treatment of varicocele in children and adolescents. Abstract dissertation. for a job. scientific degree of candidate of medical sciences, St. Petersburg - 2013, p. 22.
7. Osadchuk L.V., Popova A.V., Voroshilova N.A. Influence of prostatitis and varicocele on reproductive indices of young men // Experimental and clinical urology. - 2014. - No. 2. - S. 77-81.
8. Shamsiev A.M., Kodirov N.D. Analysis of the results of surgical treatment of varicocele // Journal of Problems of Biology and Medicine. Samarkand city. No. 3, 2019. Pp. 145-148.
9. Bogaert G., Orye C., De Win G. Pubertal screening and treatment for varicocele do not improve chance of paternity as adult //The Journal of urology. – 2013. – T. 189. – №. 6. – C. 2298-2304.
10. Shamsiev A.M., Shamsiev J.A., Yusupov Sh.A., Kodirov N.D., Boimuradov N.S., Pulatov P.A. Application of an improved method of surgical treatment of varicocele in children. // Materials of the scientific and practical conference with international participation "Men's health - the health of a generation." J. "Problems of biology and medicine", Samarkand No. 4.1 (92), 2016, –S.120 (14.00.00. No. 19).
11. Shamsiev A.M., Kodirov N.D. Structural Features of the Seminal Veins with Varicjele // American Journal of Medicine and Medical Sciences 2019, 9(11): 445-452

BALNEOTHERAPY AND HORMESIS FOR OSTEOARTRITIS PAIN HEALING**Simon M.***Faculty of Chemistry and Chemical Engineering, Smetanova 17, 2000 Maribor, Slovenia*<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499264>**Abstract**

Balneotherapy is an ancient therapy that is still popular today. Thermal mineral water is used for this therapy. Some positive effects of mineral baths on human health have been demonstrated. These positive effects are probably due to the combined mechanical, thermal and chemical effects of mineral water and mud. The combination of balneotherapy and physiotherapy was more effective in improving pain, physical function and walking speed in advanced knee osteoarthritis than physiotherapy alone. Hormesis is a type of cellular response to the low dose of toxin and is considered an adaptive compensatory process after an initial disturbance of homeostasis. There are several factors that can be considered hormetins, e.g. heat and thermal water. This mini-review summarizes the improvements in the treatment of osteoarthritis by balneotherapy and hormesis.

Keywords: Balneotherapy, Thermal water, Hormesis, Osteoarthritis

Abbreviations

BT	Balneotherapy
OA	Osteoarthritis
RA	Rheumatoid arthritis
FM	Fibromyalgia
OARSI	Osteoarthritis Research Society International
HT	Hydrotherapy
EULAR	European League Against Rheumatism
MMP	Matrix metalloproteinase
CRP	C-reactive protein
PGE2	Prostaglandin E2
LTB4	Leukotriene B4
ACTH	Adrenocorticotropic hormone
SNS	Sympathetic nervous system
TS	Heat shock
BTS	Heat shock protein

Introduction

Balneotherapy (BT) refers to bathing in natural mineral or thermal water (e.g. mineral baths, sulfur baths, Dead Sea baths), the use of mud packs or both (Verhagen, et al., 2015). BT and mud therapy have always been used empirically to treat numerous diseases. Baths are considered an integral part of traditional medicine in many cultures and countries, e.g. in: France, Italy, Spain, Portugal, Germany, Austria, Switzerland, Turkey, Poland, Czech Republic, Hungary, Romania, Russia, Israel, Japan and others. Cures are now an important part of the public health systems of many countries in Europe and beyond (Protano, et al., 2023).

BT is an effective, well-tolerated and complementary approach in the treatment of various pathologies, especially those related to chronic inflammation, such as cardiovascular, respiratory, gastrointestinal, endocrine and neurological diseases and, above all, skin and rheumatic diseases (Forestier, et al., 2017). In recent decades, a growing number of studies (including high-quality meta-analyses and systematic reviews) have reported the beneficial effects of BT, including mud therapy, on various clinical outcomes in patients with osteoarthritis (OA) (Espejo-Antúnez, et al, 2013; Liu, et al, 2013; Forestier, et al, 2016), rheumatoid arthritis (RA) (Santos, et al, 2016; Tékus, et al, 2018), fibromyalgia (FM) (Abidin, et al, 2013 ; Naumann Sadaghiani, 2014; Schitter, et al, 2022) and other rheumatic diseases

(Gálvez, et al, 2018). Of all these pathologies, OA is most commonly treated with balneological interventions (Gálvez, et al., 2018). The beneficial effect is probably due to the combined mechanical, thermal and chemical action of mineral water and mud (Tékus, et al, 2018). Balneological and hydrotherapeutic therapies have only a few or no side effects, they are particularly relevant for OA patients, who are usually elderly patients at risk of side effects related to multimorbidity and polypharmacy (Gálvez, et al., 2018). The Osteoarthritis Research Society International (OARSI) guidelines state that BT is appropriate in OA patients with comorbidities when treatment options are limited (McAlindon, et al., 2014).

The purpose of this term paper is to introduce BT and OA, present the beneficial effects of BT in patients with OA, and describe the ways in which BT affects OA symptoms. In addition, the usage of hormesis is introduced as promising healing technique.

Joint inflammation

Osteoarthritis (OA) is a degenerative process of articular cartilage associated with hypertrophic bone changes (Tékus, et al., 2018). OA is a common chronic degenerative disease associated with pain and a weakened state with progressive damage to the articular cartilage, moderate inflammatory changes in the tissue in and around the joints and, in more severe cases, the formation of osteophytes and bone cysts (Loeser, et al., 2016). OA is the most common joint disease and the main cause of pain and mobility impairment in older people. OA is the result of complex mechanical, biological, molecular and enzymatic interactions that ultimately lead to degeneration of the joint tissue and affect the entire joint (Man Moloughianu, 2014).

OA is considered one of the most common musculoskeletal disorders and one of the ten most disabling diseases in industrialized countries. Globally, an estimated 7% of the world's population (more than 500 million people) suffer from OA, with a much higher risk among women. The number of people affected by this disease increased by 48% between 1990 and 2019. However, in 2019, OA was the 15th leading cause of years lived with disability (Hunter, et al., 2020). In the United States, OA affects more than 32.5 million adults and is considered one of the most expensive diseases to

treat (CDC, 2020). The extent of OA is directly proportional to age, especially in individuals aged 75 to 79 years. Men are more commonly affected than women until the fifth decade of life, but the trend reverses after menopause, with the latter having a higher prevalence (Protano, et al., 2023).

OA can affect any movable joint, but some specific forms of the disease have a selective localization such as gonarthrosis (also called OA of the knee), OA that affects one or both knees. The global age-standardised prevalence of knee OA was 3.8% and was higher in females compared to males (Cross, et al., 2014).

OA therapy includes conservative (pharmacological and non-pharmacological) or surgical approaches (Kulisch, et al., 2014). The aim of therapy is to relieve pain, maintain joint mobility and maximize joint and overall function. The main non-pharmacological conservative treatment consists of some physical measures such as rehabilitation, assistive devices, exercises to increase muscle strength, flexibility and endurance, patient education about yoga through suggestions for daily living and thermotherapy, which includes massage, HT, mud therapy and BT (Rausch Osthoff, et al., 2018; Kolasinski, et al., 2020; Bernetti, et al., 2020). Several studies have compared BT with other standard OA treatments and found that BT has greater long-term effects on quality of life in people with severe disabilities by reducing joint pain and stiffness and increasing limb mobility (Fioravanti, et al., 2017). Due to its numerous positive effects, BT is recommended in the OARSi guidelines as a complementary non-pharmacological treatment for gonarthrosis, coxarthrosis and polyarticular OA (Bannuru, et al., 2019). In addition, due to its positive effects on OA, BT is also listed in the EULAR (European League Against Rheumatism) recommendations for healthcare professionals' approach to pain management in inflammatory arthritis and OA (Geenen, et al., 2018).

Balneotherapy

In medical hydrology and physical medicine, bath therapy encompasses a range of techniques based on the healing effects of water, including balneotherapy (BT) and hydrotherapy (HT) (Gomes, et al., 2013). Different types of mineral water may be used in this therapy, just above 31 °C (Verhagen, 2007). Some beneficial effects of mineral baths compared to no treatment were demonstrated.

Exercises in warm (tap) water are commonly referred to as "hydrotherapy" or "aquatic therapy" (Verhagen, et al., 2015). BT is a set of methods and practices that use medically and legally recognized mineral thermal waters, muds and natural gasses from natural sources (e.g. CO₂, H₂S) for therapeutic purposes in the premises of thermal spas, based on scientific evidence (Gomes, et al., 2013; Fioravanti, et al., 2015b). Muds (or peloids) are mature mud suspensions composed of a complex mixture of fine-grained materials of geological origin, mineral water and, usually, organic compounds from biological metabolic activity. Mud therapy or pelotherapy is therefore a balneological procedure that consists of the external application of mud for therapeutic purposes (Gomes, et al., 2013).

Histry of balneotherapy

The term "balneotherapy" comes from the Latin word *balneum* (bath). The term is classically used in (Eastern) European countries when natural mineral or thermal waters are used for bathing, drinking and inhalation (Verhagen, et al., 2015). One of the basic elements of BT is the use of (natural) mineral and thermal waters just above 31 °C, gasses and peloids (including dressings - local application of peloids). In most European countries, BT often takes place in centers with thermal or sea baths (Gutenbrunner, et al., 2010). In Homeric times, baths were mainly used for cleansing and refreshment. At the time of Hippocrates, bathing was not only seen as a simple hygienic measure. It was considered useful for the treatment of most diseases. The Romans used the water to treat orthopedic diseases, but after the Roman era the baths were no longer used. The baths were rediscovered in the sixteenth century. The baths were rediscovered in the nineteenth century and since then bath therapy has been used continuously to treat musculoskeletal conditions. BT is most commonly prescribed to patients with any form of arthritis, including ankylosing spondylitis. Positive effects are also mentioned in the treatment of other diseases, such as psoriasis (Verhagen, et al., 2015).

BT is based on the beneficial effects of natural thermo-mineral waters, gases and peloids. The effects of BT are attributed to the atmosphere of thermomineral water, its density, specific gravity, hydrostatic pressure, buoyancy, viscosity, temperature and the effects of dissolved substances (Gutenbrunner, et al., 2010). The authors Gálvez, et al. (2018) state that BT is a clinically effective complementary approach in the treatment of low-grade inflammatory and stress-related pathologies. BT is one of the oldest forms of treatment for osteoarthritis patients. Nowadays, individually tailored combinations of non-pharmacological and pharmacological treatment are used to achieve the best results. In several countries, especially in Central Europe, drug therapies are used as part of non-pharmacological treatment (Hanzel, et al., 2018).

Effect of balneotherapy in patients with osteoarthritis

Arthritic diseases are the most common causes of chronic pain and disability (Tékus, et al., 2018).

The biological mechanisms by which immersion in mineral medicinal water and the application of mud alleviate the symptoms of many pathologies are not yet fully understood, but it is known that neuroendocrine and immunological responses to BT, including humoral and cell-mediated immunity, are involved in these mechanisms of action. This leads to anti-inflammatory, analgesic, antioxidant, chondroprotective and anabolic effects along with neuroendocrine and immunological regulation in various diseases (Gálvez, et al., 2018). The positive effect of BT is probably due to the combined mechanical, thermal and chemical effects of mineral water and mud (Tékus, et al., 2018).

BT causes local and general physiological effects in the organism, which are carried out by physical mechanisms, mainly related to thermal therapeutic effects. Temperature plays a central role in the effects of BT. Mineral healing waters and mud are usually applied hot, as they are excellent for heat transfer, can

store heat and release it slowly, so that these treatments can be considered thermotherapeutic interventions. The special feature of BT is that its beneficial effect on the body is not only due to the physical properties of the mineral healing water and mud, but also to their chemical and biological composition. On the other hand, in other spa treatments where ordinary tap water is used, such as HT, only the physical properties of the water (temperature, hydrostatic pressure, hydrodynamics, buoyancy, viscosity, electrical conductivity, etc.) are responsible for the beneficial effects (Gomes, et al., 2013).

While the physical therapeutic effects of BT are well known, the chemical-biological effects are difficult to identify and evaluate. Indeed, thermotherapeutic effects are the basis of BT treatment as a result of the increased application temperature, which is usually in the range of 38 to 42 °C (Naumann Sadaghiani, 2014). Irrespective of this, the absorption of biologically active inorganic and organic substances through the skin also plays a role in the effectiveness of BT. In vitro and in vivo studies have shown that some water-soluble minerals can penetrate human skin and appear to be a key mechanism responsible for improving some clinical outcomes in both BT and mud therapy, implying that these beneficial effects are not exclusively related to the action of heat (Sarsan, et al., 2012). Mineral water or mud treatments had better and longer improvements in e.g. osteoarthritis, osteoporosis compared to baseline and non-mineral similar treatments (Morer C. et al, 2017)

Studies on the effect of thermal water from Hungary on mice artificially infected with OA showed that thermal water as well as the combined treatment of water and mud significantly reduced mechanical hyperalgesia and knee edema in an OA model. Neither healing water nor mud treatment improved the deep structural bone and joint damage in the animal models (Tékus, et al., 2018). Based on these results, it could be concluded that BT is an effective complementary treatment to reduce pain and swelling in degenerative joint disease. Research by authors Tékus, et al. (2018) confirmed the anti-nociceptive and anti-inflammatory effects of thermal water and mud treatment in patients with degenerative diseases. The exact molecular mechanism of BT is not yet fully understood, but its efficacy has also been confirmed in human studies (Gálvez, et al., 2018). A randomized, controlled, single-blinded follow-up study showed that BT reduced pain, function and quality of life in patients with knee OA and that it is a potentially beneficial treatment modality for patients with this condition (Kulisch, et al., 2014). A study by Sahin-Onat et al. (2015) found that a combination of BT and physiotherapy was more effective in improving pain, physical function and walking speed in advanced knee OA than physiotherapy alone.

Balneotherapy and immune system

Balneotherapy or spa treatment is commonly known for the various forms of using medicinal waters and their effects on the human body. In this section the effect on immune system would be inspected more in detail. Over the last two decades, numerous studies have investigated immunological mechanisms of action

that suggest anti-inflammatory effects that may underlie the clinical benefits of BT. In various pathologies associated with mild inflammation, particularly rheumatic diseases, BT and mud therapy have been reported to lead to a reduction in serum concentrations of the proinflammatory cytokines TNF- α and IL-1 β , the regulatory cytokine IL-6, and an increase in the anti-inflammatory growth factor IGF-1 (Gálvez, et al., 2018). Similar results were shown in the research (Ortega, et al., 2017) on a comprehensive evaluation of the effect of mud therapy on the cytokine profile of OA patients. The data showed a drastic decrease in unhealthily elevated systemic levels of IL-1 β , TNF- α , IL-8, IL-6 and TGF- β , confirming the anti-inflammatory effects of mud therapy (Ortega, et al., 2017). Mud therapy can also reduce circulating levels of adipokines, adiponectin and resistin in OA (Fioravanti, et al., 2015a). All of these cytokines and adipokines are important mediators of inflammation and cartilage metabolism (Berenbaum, et al., 2013), and their modulation by BT leads to anti-inflammatory chondroprotective effects that may play a beneficial role in rheumatic diseases such as OA. Similarly, matrix metalloproteinases (MMPs) are involved in cartilage degradation. Serum MMP-3 levels have decreased following mud therapy in OA patients, either as a direct effect of the intervention or as a result of a reduction in pro-inflammatory mediators such as cytokines that stimulate MMP secretion, suggesting that mud therapy contributes to the integrity of the extracellular matrix (Gargiulo, et al., 2014). In addition, C-reactive protein (CRP) levels, which increase in response to inflammation, are lowered in patients with rheumatic and cardiovascular diseases after BT (Oyama, et al., 2013). Prostaglandin E2 (PGE2) and leukotriene B4 (LTB4) are other important mediators of inflammation. There is evidence that BT and mud therapy reduces circulating levels of these biomarkers in patients with rheumatic diseases (Gálvez, et al., 2018). It is known that the inflammatory response plays a key role in the development and maintenance of many pathological pain conditions. As part of the inflammatory response, some proinflammatory cytokines such as IL-1 β , IL-6 and TNF- α are strongly involved in the inflammatory and neuropathic pain process. They can directly modulate neuronal activity in the peripheral and central nervous system and stimulate the production of other mediators associated with inflammation and pain, such as substance P and PGE2, contributing to hyperalgesia and allodynia (Gálvez, et al., 2018). In this way, the reduction in the levels of these mediators after BT may also be related to the analgesic effects of the treatment, as shown by the simultaneous reduction in pain sensation (Ortega, et al., 2017).

The hypothalamic-pituitary-adrenal axis (stress axis) is activated in response to various stressors, including hyperthermia, and leads to the release of β -endorphin, a peptide with morphine-like analgesic effects, adrenocorticotrophic hormone (ACTH) and cortisol. The latter is particularly important due to its anti-inflammatory effect and its ability to inhibit the production of most cytokines. At the same time, activation of the sympathetic nervous system (SNS) by stressors stimulates the release of catecholamines. After BT,

when hyperthermia occurs, systemic ACTH, cortisol, growth hormone and prolactin levels increase in patients with various pathologies, including inflammatory pathologies (Gálvez, et al., 2018).

The authors Ortega, et al. (2017) reported on neuroendocrine immune regulation in OA patients undergoing mud therapy. In these patients, there was an increase in the concentration of circulating cortisol, which contributes to the reduction of elevated systemic levels of inflammatory cytokines in this pathology (Ortega, et al., 2017). This suggests that the effects of BT on the neuroendocrine system are mainly due to the heat stress caused by the application of elevated temperatures. Heat stress triggers a cellular response, the heat shock response (HSR), in which heat shock proteins (HSPs) are synthesized and released. Maintaining the response to TS by repeated mild heat stress leads to hormetic effects in the organism. In this way, the response to TS and BTS could play a role in the beneficial effects of BT (Scapagnini, et al., 2014). However, the optimal intensity, duration and interval of heat stimulation for clinical use, especially in diseases associated

with inflammation and stress, have yet to be determined (Gálvez, et al., 2018).

Hormesis

The hormonal effects of BT are due to various factors. The most important factor common to all types of mineral healing waters and mud is heat. Other factors are specific biochemical components of the water, such as hydrogen sulfide (H₂S) and radon. The results of several studies show that the beneficial effects of BT and HT are consistent with the concept of hormesis, thus supporting the role of hormesis in hydrothermal treatment (Gálvez, et al., 2018). While severe heat stress leads to cell damage and cell death, mild heat stress induces a response to TS that protects cells and organisms from severe damage, allows the resumption of normal cellular and physiological activities, and leads to a higher degree of thermotolerance. An important aspect of stress responses is that they can lead to higher levels of stress tolerance and greater resistance to subsequent stress damage from more than one type of stress. In this way, mild heat stress can protect against oxidative stress or toxin damage (Scapagnini, et al., 2014).

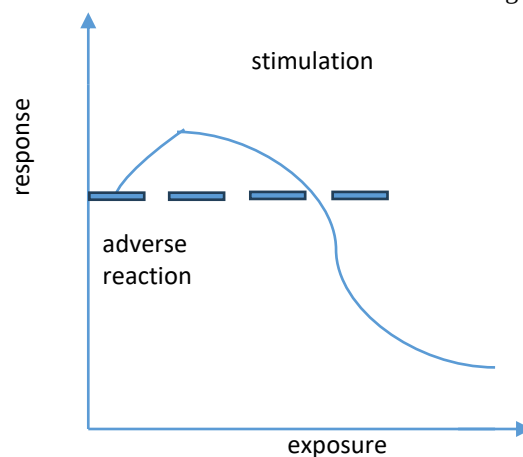


Figure 1: Response in dependence of exposure time

Hormesis is a biphasic dose-response phenomenon where low doses of stressor or toxin can have a beneficial effect on an organism, contrary to the traditional understanding of dose-response relationships (Calabrese, et al., 2007). Higher doses result in an inhibitory or toxic effect. This response to low doses of stress is considered an adaptive compensatory process or an adaptive and stress response after an initial disturbance of homeostasis that increases the organism's ability to withstand more severe stress (Mattson, 2008). A hormetin is defined as a condition that may be potentially hormetic in a physiological sense by activating or regulating one or more cellular and molecular stress response pathways that protect against a similar but more severe stress (Rattan Demirovic, 2010). There are several conditions and factors that can be considered hormetins, in addition to chemicals and toxins, these can include: biological hormetins such as infection, hypoxia/ischemia, endogenous metabolites, dietary caloric restriction, intermittent fasting, and micronutrients; psychological hormetins such as mental challenges and meditation; and physical hormetins such as exercise, heat, and radiation (Ortega, 2016). In fact, repeated mild heat stress affects various parameters of

cellular senescence and other functional characteristics such as differentiation, wound healing and angiogenesis. These hormetic effects result in an important biological response that leads to an overall improvement of the living system (Gálvez, et al., 2018). In this context, thermotherapeutic strategies such as BT and HT can be considered as potential hormonal interventions.

Hormetic effect of radon

Mineral healing waters containing radon are radioactive and can also be regarded as a therapeutic hormonal strategy. Therapy with radon-containing healing water consists of the intake of radon by inhalation or by transcutaneous absorption of radon dissolved in water. This therapy is used for many inflammatory diseases, including arthritis, asthma, bronchitis and psoriasis (Gálvez, et al., 2018). Although ionizing radiation has been shown to be carcinogenic at high doses, it has biologically beneficial effects at low doses by initially causing minor molecular damage, which then leads to the activation of one or more stress response pathways, triggering adaptive mechanisms that can prevent adverse health effects (Gutenbrunner, et al., 2010). Radiation-induced hormetic response mechanisms include activation of DNA repair, scavenging of free radicals,

elimination of damaged cells through apoptosis, synthesis of stress proteins and stimulation of the immune response (Gálvez, et al., 2018). Some older studies have shown positive effects of BT with radon in OA patients. They had improvements in antioxidant and immune function as well as changes in pain-related biomarkers (Yamaoka, et al., 2004a; b). Treatment with radon-rich medicinal water at optimal radon concentration would be beneficial as an adjunct treatment for rheumatic diseases such as OA (Calabrese Calabrese, 2013). In addition, a randomized clinical study (Annegret and Thomas, 2013) showed significantly better long-term pain reduction after radon therapy for rheumatic diseases. Compared to treatment without radon, BT with radon was superior in terms of pain relief, improvement in function, reduction in the use of anti-inflammatory drugs and analgesics and the persistence of these benefits in the longer term (Annegret and Thomas, 2013).

Hormetic effect of hydrogen sulfide

The active molecule in sulphur and sulphate mineral healing waters is hydrogen sulphide H_2S , hormetin, which can actively penetrate the skin. While high concentrations of H_2S are extremely toxic, low concentrations are tolerated and have potential cytoprotective effects with anti-inflammatory and antioxidant applications (Carbajo and Maraver, 2017). H_2S has important physiological functions as an endogenous cell signaling molecule in the regulation of inflammation and oxidative stress (Jin, et al., 2015; Olas, 2017). In vitro research by the authors Braga, et al. (2013) demonstrated the antioxidant and anti-inflammatory effects of sulfate thermal water. Fioravanti, et al. (2013) demonstrated that sulfate thermal water inhibits nitric oxide (NO) production and apoptosis in chondrocytes of OA patients. There is also evidence that H_2S treatment reduces interleukin secretion in OA patients (Sieghart, et al., 2015). H_2S also blocks the production of inflammatory cytokines (IL-8, IL-1 β , TNF- α , IL-6 and IL-10) and balances the formation of reactive oxygen species (Burguera, et al., 2020). From all these studies, it can be concluded that BT with water rich in H_2S (in low concentrations, as found in natural sources) can exert hormetic therapeutic effects in various pathological conditions related to inflammation. The hormonal effects of sulfurous thermal water may be due to the synergistic action of two different hormetins: H_2S and heat (Gálvez, et al., 2018).

Disadvantages

Every mineral healing water and mud in the world have different characteristics, physical properties and chemical compositions. Despite mounting evidence, it is difficult to analyze the specific effects of each mechanism and chemical component separately. Depending on the predominant ions and gasses, mineral healing waters can be divided into chlorinated, sulphated, bicarbonated, ferrous, carbonated, sulphuric, and radioactive waters (Monasterio, et al., 2016). It is known that different diseases generally require remedies with different chemical compositions to achieve therapeutic results (Gálvez, et al., 2018). However, the exact components best suited to each pathology and the ideal concentration of each element required for optimal

biological and clinical outcomes are not yet fully understood. It is plausible to assume that the mechanism of action is the result of a complex synergistic combination of several factors (Morer, et al., 2017).

Furthermore, there are no precise data on the side effects and complications of BT. This applies in particular to rare side effects. Adverse effects may include skin rash, infections and accidents, such as slipping on wet surfaces near the bathroom (Verhagen, et al., 2015).

The treatment environment is also an important factor in treatment outcomes. It was stated that many factors may contribute positively to the reported effects, e.g. changes in the environment, "spa scenery", absence from (domestic) work commitments, physical and mental relaxation, physical therapy, etc. (Verhagen, et al., 2015) Thus, the potential benefits of the spa could also be attributed to the effects of factors unrelated to the water-therapy itself.

The evaluation of the effectiveness of BT often has weaknesses that can lead to a high risk of bias. For example, there is often a lack of data presentation and information about the study design, particularly strategies to avoid bias. Therefore, a solid analysis of the effectiveness of BT cannot be presented. Quality of life assessments are also often not provided. This is surprising as one of the aims of BT or therapy for patients with chronic diseases in general is to improve health-related quality of life. The follow-up period also appears to be quite short. The heterogeneity of the 'balneotherapy' intervention was also noted (Verhagen, et al., 2015). BT sometimes referred to treatment with tap water or to mineral baths, carbon dioxide baths, Dead Sea baths, sulphur baths or combinations of all of these. Sometimes it also involved treatment with the mud itself. It is therefore difficult to determine which form of BT is most effective, indicating the need for further research.

Conclusion

Balneotherapy is an effective complementary approach in the treatment of many mild inflammatory and stress-related diseases, especially rheumatic diseases. Most studies report positive effects of balneotherapy. However, despite the proven clinical and symptomatic benefits of balneotherapy, its role in modern medicine remains controversial, mainly because the biological mechanisms underlying these benefits are not yet fully understood. Further research is needed to elucidate the mechanisms of balneotherapy efficacy that are related to the stress response and consequently to the inflammatory response. Due to the diversity and heterogeneity of balneotherapy modalities, water and mud composition and application protocols, it is difficult to determine the exact intervention to achieve optimal biological and clinical outcomes in different pathologies. In hormesis, the ideal temperature and concentration of different bioactive chemical elements (as well as the number and duration of treatments and the intervals between each treatment) must be determined in order to trigger hormetic responses without causing harmful or toxic effects. Clearly, further research is needed to understand the hormonal mechanisms of efficacy. There-

fore, balneotherapy can be administered by health professionals on the basis of scientific evidence supporting its use.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to thank Mrs. Nataša Jurić for the support by the data preparation.

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare that no conflict of interests exist.

FUNDING

No funding has been received for the conduct of this study and/or preparation of the manuscript.

ETHICAL APPROVAL

The study was not performed on humans or animals. The study used anonymized data in accordance with applicable health data legislation and General Data Protection Legislation.

References:

1. Ablin JN, Häuser W, Buskila D. Spa treatment (balneotherapy) for fibromyalgia—a qualitative-narrative review and a historical perspective. *Evid Based Complement Alternat Med* 2013; 2013:638050.
2. Annegret F, Thomas F. Long-term benefits of radon spa therapy in rheumatic diseases: results of the randomised multi-centre IMuRa trial. *Rheumatol Int* 2013; 33(11):2839-2850.
3. Bannuru RR, et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee hip and polyarticular osteoarthritis. *Osteoarthr Cartil* 2019;27(11):1578-1589.
4. Berenbaum F, Eymard F, Houard X. Osteoarthritis inflammation and obesity. *Curr Opin Rheumatol* 2013;25(1):114-118.
5. Bernetti A, et al. Spa therapy and rehabilitation of musculoskeletal pathologies: a proposal for best practice in Italy. *Int J Biometeorol* 2020; 64(6):905-914.
6. Braga PC, Ceci C, Marabini L, Nappi G. The antioxidant activity of sulphurous thermal water protects against oxidative DNA damage: A comet assay investigation. *Drug Research* 2013;63(4):198-202.
7. Burguera EF, et al. Hydrogen sulfide biosynthesis is impaired in the osteoarthritic joint. *Int J Biometeorol* 2010;64(6):997-1010.
8. Calabrese E J, et al. Biological stress response terminology: Integrating the concepts of adaptive response and preconditioning stress within a hormetic dose-response framework. *Toxicol Appl Pharmacol* 2007;222(1):122-128.
9. Calabrese E J, Calabrese V. Reduction of arthritic symptoms by low dose radiation therapy (LD-RT) is associated with an anti-inflammatory phenotype. *Int J Radiat Biol* 2013;89(4):278-286.
10. Carbajo J M, Maraver F. Sulphurous mineral waters: new applications for health. *Evid Based Complement Alternat Med* 2017; 2017:8034084.
11. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) 2020 *Arthritis cost statistics* [Online] Available at: https://www.cdc.gov/arthritis/data_statistics/costhtml [Accessed 9 1 2024]
12. Cross M, et al. The global burden of hip and knee osteoarthritis: estimates from the global burden of disease 2010 study. *Ann Rheum Dis* 2014;73(7):1323-1330.
13. Espejo-Antúnez L, et al. Clinical effectiveness of mud pack therapy in knee osteoarthritis. *Rheumatol* 2013;52(4):659-668.
14. Fioravanti A, et al. Thermal water of Vetricolo Trentino inhibits the negative effect of interleukin-1#946; on nitric oxide production and apoptosis in human osteoarthritic chondrocyte. *J Biol Regul Homeost Agents* 2013; 27(3):891-902.
15. Fioravanti A, et al. Circulating levels of adiponectin resistin and visfatin after mud-bath therapy in patients with bilateral knee osteoarthritis. *Int J Biometeorol* 2015;59(11):1691-1700.
16. Fioravanti A, et al. One-year follow-up of mud-bath therapy in patients with bilateral knee osteoarthritis: a randomized single-blind controlled trial. *Int J Biometeorol* 2015;59(9):1333-1343.
17. Fioravanti A, Karagülle M, Bender T, Karagülle M Z. Balneotherapy in osteoarthritis: Facts fiction and gaps in knowledge. *Eur J Integr Med* 2017;9:148-150.
18. Forestier R, Erol-Forestier FB, Francon A. Current role for spa therapy in rheumatology *Joint Bone Spine* 2017;84(1):9-13.
19. Forestier R, Erol Forestier FB, Francon A. Spa therapy and knee osteoarthritis: A systematic review *Ann Phys Rehabil Med* 2016;59(3): 216-226.
20. Gálvez I, Torres-Piles S, Ortega-Rincón E. Balneotherapy, immune system, and stress response: A hormetic strategy? *Int J Molecular Sci* 2018;19(6):1687.
21. Gargiulo S, Gamba P, Poli G, Leonarduzzi G. 2014 Metalloproteinases and metalloproteinase inhibitors in age-related diseases. *Curr Pharm Des* 2014;20(18):2993-3018.
22. Geenen R et al. 2018 EULAR recommendations for the health professional's approach to pain management in inflammatory arthritis and osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 2018; 77(6):797-807.
23. Gomes C, et al. Peloids and pelotherapy: Historical evolution classification and glossary. *App Clay Sci* 2013;75-76:28-38.
24. Gutenbrunner C, Bender T, Cantista P, Karagülle Z. A proposal for a worldwide definition of health resort medicine balneology medical hydrology and climatology. *Int J Biometeorol* 2010;54(5):495-507.
25. Hanzel A, et al. Clinical improvement of patients with osteoarthritis using thermal mineral water at Szigetvár Spa—results of a randomised double-blind controlled study. *Int J Biometeorol* 2018; 62(2):253-259.
26. Hunter D J, March L, Chew M. Osteoarthritis in 2020 and beyond: a Lancet Commission. *Lancet* 2020;396(10264):1711-1712.
27. Jin Z, et al. The role of hydrogen sulfide in

pathologies of the vital organs and its clinical application. *J Physiol Pharmacol* 2015;66(2):169-179.

28. Kolasinski SL, et al. 2019 American college of rheumatology/Arthritis foundation guideline for the management of osteoarthritis of the hand, hip, and knee. *Arthritis Care Res* 2020;72(2):149-162.

29. Kulisch Á, et al. Evaluation of the effect of Lake Hévíz thermal mineral water in patients with osteoarthritis of the knee: a randomized controlled single-blind follow-up study *Eur J Phys Rehabil Med* 2014;50(4):373-381.

30. Liu H, et al. The effect of mud therapy on pain relief in patients with knee osteoarthritis: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Med Res* 2013;41(5):1418-1425.

31. Loeser RF, Collins JA, Diekman BO. Ageing and the pathogenesis of osteoarthritis. *Nat Rev Rheumatol* 2016;12(7):412-420

32. Man GS, Mologhianu G. Osteoarthritis pathogenesis - a complex process that involves the entire joint *J Med Life* 2014;7(1): 37-41.

33. Mattson MP Hormesis defined. *Ageing Res Rev* 2008;7(1):1-7.

34. McAlindon TE, et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartil* 2014;22(3):363-388.

35. Monasterio A, Armijo F, Maraver F . Therapeutic effects of the mineral waters from Copahue Spa In: Copahue Volcano. Springer, Berlin, Heidelberg; 2016. pp.273-282.

36. Morer C, et al. The role of mineral elements and other chemical compounds used in balneology: data from double-blind randomized clinical trials. *Int J Biometeorol* 2017;61(12):2159-2173

37. Naumann J, Sadaghiani C. Therapeutic benefit of balneotherapy and hydrotherapy in the management of fibromyalgia syndrome: a qualitative systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Arthritis Res Ther* 2014;16(4):R141.

38. Olas B. Hydrogen sulfide as a 'double-faced' compound: one with pro- and antioxidant effect. *Adv Clin Chem* 2017;78:187-196.

39. Ortega E. The 'bioregulatory effect of exercise' on the innate/inflammatory responses *J Physiol Biochem* 2016;72(2):361-369.

40. Ortega E, et al. Anti-inflammatory effect as a mechanism of effectiveness underlying the clinical benefits of pelotherapy in osteoarthritis patients: regulation of the altered inflammatory and stress feedback response. *Int J Biometeorol* 2017;61(10):1777-1785

41. Oyama J-I, et al. Hyperthermia by bathing in a hot spring improves cardiovascular functions and reduces the production of inflammatory cytokines in

patients with chronic heart failure. *Heart Vessels* 2013;28(2):173-178.

42. Protano C, et al. Balneotherapy for osteoarthritis: a systematic review. *Rheumatol Int* 2023;43(9):1597-1610.

43. Rattan SIS, Demirovic D. Hormesis can and does work in humans. Dose-response 2010;8(1):58-63.

44. Rausch Osthoff AK, et al. 2018 EULAR recommendations for physical activity in people with inflammatory arthritis and osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 2018;77(9):1251-1260.

45. Sahin-Onat S, et al. Balneotherapy in the treatment of knee osteoarthritis: a controlled study. *Arch Rheumatol* 2015;30(4):292-297.

46. Santos I, Cantista P, Vasconcelos C. Balneotherapy in rheumatoid arthritis-a systematic review. *Int J Biometeorol* 2016;60(8):1287-1301.

47. Sarsan A, et al. Comparing the efficacy of mature mud pack and hot pack treatments for knee osteoarthritis. *J Back Musculoskeletal Rehabil* 2012;25(3):193-199.

48. Scapagnini G, et al. Thermal hydrotherapy as adaptive stress response: hormetic significance mechanisms and therapeutic implications In: S Rattan and E Le Bourg eds *Hormesis in Health and Disease* Boca Raton FL USA: CRC Press Taylor Francis Group 2014, 153-165.

49. Schitter AM, Radlinger L, Kurpiers N, Frei P . Application areas and effects of aquatic therapy WATSU - A survey among practitioners. *Complement Ther Clin Pract* 2022;46:101513.

50. Sieghart D, et al. Hydrogen sulphide decreases IL-1 β -induced activation of fibroblast-like synoviocytes from patients with osteoarthritis. *J Cell Mol Med* 2015;19(1):187-197.

51. Tékus V, et al. Investigation of Lake Hévíz mineral water balneotherapy and Hévíz mud treatment in murine osteoarthritis and rheumatoid arthritis models *Evid Based Complement Alternat Med* 2018; 2018:4816905.

52. Verhagen AP, et al. Balneotherapy (or spa therapy) for rheumatoid arthritis *Cochrane Database Syst Rev* 2015; (4):CD000518.

53. Verhagen AP, Bierma-Zeinstra S, Boers M, Cardoso JR, Lambeck J, de Bie R, de Vet H. Balneotherapy for osteoarthritis. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2007; Oct 17;4:CD006864

54. Yamaoka K et al 2004a Biochemical comparison between radon effects and thermal effects on humans in radon hot spring therapy. *J Radiat Res* 2004;45:83-88.

55. Yamaoka K, et al. Study on biologic effects of radon and thermal therapy on osteoarthritis. *J Pain* 2004;5(1):20-25.

STATUS OF OXIDANT-ANTIOXIDANT HOMEOSTASIS OF ORAL FLUID IN PATIENTS WITH GENERALIZED PARODONTAL DISEASES IN EATING DISORDERS**Reshetnyk L.***Associate Professor, PhD, Department of Dentistry, Institute of Postgraduate Education, Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine***Savchuk I.***Assistant, PhD, Department of Dentistry, Institute of Postgraduate Education, Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine.***СТАН ОКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНОГО ГОМЕОСТАЗУ РОТОВОЇ РІДИНИ У ПАЦІЄНТІВ З ГЕНЕРАЛІЗОВАНИМИ ЗАХВОРЮВАННЯМИ ПАРОДОНТА ПРИ РОЗЛАДАХ ХАРЧОВОЇ ПОВЕДІНКИ****Решетник Л.Л.***PhD, доцент кафедри стоматології Інституту післядипломної освіти Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна***Савчук І.Ю.***PhD, асистент кафедри стоматології Інституту післядипломної освіти Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна
<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499266>***Abstract**

The aim of this study was to compare the state of oral health and the antioxidant system of saliva in patients diagnosed with anorexia nervosa (AN) and healthy people from the control group. The study included 25 female patients with AN and 25 healthy patients from the control group. Clinical parameters and saliva samples were collected from each patient. Two questionnaires were administered to study oral health and hygiene. Superoxide dismutase (SOD) activity and high levels of reactive oxygen species (hROS) were assessed. The concentration of SOD in saliva was significantly higher in patients with AN compared to the control group (1.010 ± 0.462 vs. 0.579 ± 0.296 U/ml; $p=0.0003$). There were no significant differences between groups in hROS (233.72 ± 88.27 vs. 199.49 ± 74.72 ; $p=0.15$). The questionnaire data showed that although most patients recognized the importance of oral hygiene for maintaining good oral health, more than half of them had poor oral hygiene. The altered biochemical composition of saliva in patients with AN can be interpreted as an effective mechanism of protection against oxidative stress. Moreover, despite the discrepancy between clinical data and perceptions of oral health in the AN patient population, the quality of life of these patients does not appear to be significantly affected by the condition of their teeth.

Анотація

Метою даного дослідження було порівняння стану здоров'я порожнини рота та антиоксидантної системи слини у пацієнтів з діагнозом нервової анорексії (НА) та здорових людей із контрольної групи. У дослідження було включено 25 пацієток жіночої статі з НА та 25 здорових пацієнтів контрольної групи. У кожного пацієнта були зібрані клінічні показники та зразки слини. Було проведено два опитувальники для вивчення здоров'я та гігієни порожнини рота. Оцінювали активність супероксиддисмутази (СОД) та високий вміст активних форм кисню (hROS). Концентрація СОД у слині була достовірно вищою у пацієнтів з НА при ГЗП порівняно з контрольною групою ($1,010 \pm 0,462$ проти $0,579 \pm 0,296$ ОД/мл; $p=0,0003$). Достовірних відмінностей між групами по hROS не виявлено ($233,72 \pm 88,27$ проти $199,49 \pm 74,72$; $p=0,15$). Дані анкет показали, що, хоча більшість пацієнтів визнають важливість гігієни ротової порожнини для підтримки хорошого здоров'я порожнини рота, більше половини з них мають погану гігієну порожнини рота. Змінений біохімічний склад слини у пацієнтів з НА може бути інтерпретований як ефективний механізм захисту від окислювального стресу. Більше того, незважаючи на розбіжність між клінічними даними та сприйняттям здоров'я порожнини рота в популяції пацієнтів з НА, якість життя цих пацієнтів, мабуть, не істотно впливає на стан їх зубів.

Keywords: anorexia nervosa, oxidative stress, reactive oxygen species, saliva, superoxide dismutase, eating disorders, generalized periodontal diseases.

Ключові слова: нервова анорексія, окислювальний стрес, активні форми кисню, слина, супероксиддисмутаза, розлади харчової поведінки, генералізовані захворювання тканин пародонта.

Розлади харчової поведінки (РПХ) – це група психопатологічних розладів, що впливають на ставлення пацієнта до їжі та власного тіла, які проявляються у спотвореній чи хаотичній харчовій поведінці [1]. В даний час Американська психіатрична асоціація класифікувала ці розлади на

нервову анорексію (НА), нервову булімію (НБ) та розлади харчової поведінки, не зазначені інакше [2]. НА характеризується обмеженням у їжі, що призводить до недостатньої ваги, НБ визначається переїданням та неадекватною компенсаторною по-

ведінкою, таким як самоіндуковане блювання, використання проносних/діуретиків та надмірні фізичні навантаження, в той час як розлади харчової поведінки, не зазначені інакше відносяться до тих, хто не відповідає всім критеріям двох інших синдромів. В даний час РПХ є справжньою соціальною епідемією, настільки, що в європейських країнах НА і НБ є найбільш поширеними захворюваннями серед підлітків [3].

Усі ці розлади пов'язані з широким спектром несприятливих психологічних, фізичних та соціальних наслідків. РПХ може викликати ряд медичних ускладнень через недоїдання, мимовільне блювання та зловживання наркотиками. Різні органи та апарати можуть бути уражені зі ступенем порушення, що корелюється з тяжкістю та тривалістю захворювання. Деякі органи та системи, такі як кісткова тканина, печінка, нирки та зубна емаль, можуть зазнавати остаточних ушкоджень, незворотних при відновленні ваги [4, 5]. Всі ці медичні ускладнення, як правило, можуть призвести до смерті пацієнта. Справді, рівень смертності серед цих суб'єктів набагато вищий, ніж очікувалося населення аналогічного віку, і коливається від 5,9% до 8,4% [6]. Крім того, пероральні прояви РПХ залежать від тривалості та частоти дисфункціональної поведінки, індукції блювання, прийому лікарських препаратів, дієти та рівня гігієни порожнини рота пацієнта [7]. Вражаючи як м'які, так і тверді тканини, вони включають ряд ознак і симптомів, що зачіпають періоральні тканини, слизову оболонку порожнини рота, зуби (такі як ерозія зубів і карієс), пародонт, слинні залози і скронево-нижньощелепний суглоб [8].

Клінічні ознаки зміни слизової оболонки включають атрофію епітелію, ерозії та виразки слизової оболонки порожнини рота, які часто реєструються у пацієнтів з РПХ. Спочатку ці зміни слизових оболонок пов'язані з прямим пошкодженням ДНК та інших клітинних компонентів, генеруючи високоактивні форми кисню (hROS), які можуть спричинити каскад біологічних подій, таких як дисбаланс метилювання ДНК або змінена експресія факторів зростання [9, 10].

Для нейтралізації hROS та запобігання незворотним ушкодженням клітинних компонентів в організмі діє потужна система антиоксидантного захисту, яку можна розділити на дві частини: ферментативну та неферментативну [11, 12, 13]. Декілька досліджень показали, що антиоксиданти слини мають високу специфічність щодо патологій порожнини рота [14, 15]. З цієї причини клінічний інтерес може представляти дослідження слини на маркери окислювального стресу, які точно відображають окисно-відновний статус ротової порожнини стосовно місцевих патологій [16].

Ферментативна система антиоксидантного захисту, очевидно, грає першорядну роль протидії окислювальному стресу. Супероксиддисмутаза (СОД) є основним антиоксидантним ферментом, присутнім у значній та стабільній концентрації у слині, що дозволяє припустити, що він є корисним біомаркером антиоксидантної системи слини. Крім

того, наскільки нам відомо, в жодному з попередніх досліджень не вивчалася концентрація СОД у слині у пацієнтів з РПХ при ГЗП.

Метою даного дослідження було порівняння стану здоров'я порожнини рота та антиоксидантної системи слини у пацієнтів з діагнозом нервової анорексії (НА) та здорових людей із контрольної групи. Нульова гіпотеза в тому, що між цими двома групами був відмінностей.

Матеріали та методи. 25 пацієнтів, які проходили психіатричне та/або амбулаторне лікування на кафедрі медичної психології, психосоматичної медицини та психотерапії, були включені в даний дослідження в період з 1 жовтня 2023 по 1 жовтня 2024 року. Діагностика НА проводилася групою експертів відповідно до критеріїв діагностичного та статистичного посібника з психічних розладів-IV (DSM-IV). Діагностування ГЗП проводилося за класифікацією М.Ф. Данилевського, 2004.

Дослідження було проведено відповідно до принципів Гельсінської декларації, переглянутої у 2013 році та основ законодавства України про охорону здоров'я (1992 р.). Дослідження схвалено Біомедико-етичною комісією НМУ імені О. О. Богомольця, Київ, Україна (протокол № 2 від 28 серпня 2023 р.). Письмова, поінформована згода була отримана від усіх учасників.

Критеріями включення були: (а) діагноз НА не менше 1 року; (б) вік старше 18 років.

Критеріями виключення були: розумова відсталість; наявність в анамнезі захворювань, які, як відомо, впливають на харчову поведінку: цукровий діабет, захворювання щитовидної залози та втрата апетиту, пов'язані з синдромом кахексії (наприклад, рак, СНІД, ниркова недостатність, прогресуюче захворювання печінки, розсіяний склероз).

Для огляду ротової порожнини та аналізу слини контрольна група з 25 пацієнтів без попередньої РПХ в анамнезі, підібраних за статтю та віком, була обрана зі стандартних пацієнтів у Стоматологічному медичному центрі Національного медичного університету імені О.О. Богомольця та на кафедрі стоматології Інституту післядипломної освіти НМУ імені О.О. Богомольця.

Усі пацієнти були обстежені індивідуально з метою оцінки наявності карієсу, пломб, ерозій, дефектів шийки матки чи горбків, рухливості зубів. Були досліджені лінгвальна/піднебінна та щічна поверхня всіх зубів, а також оклюзійна поверхня премоларів та молярів. Для класифікації ступеня тяжкості ерозії зубів використовувалася система оцінки Basic Erosive Wear Examination (BEWE) (0 = відсутність ерозії; 1 = початкова ерозія; 2 = помірна ерозія; 3 = тяжка ерозія). Також реєструвалася кількість та розподіл уражених зубів та поверхонь. Індекс зубного нальоту, глибина зондування пародонту, рівень клінічного прикріплення, індекс пародонтального скринінгу та реєстрації (PSR) та наявність кровотечі при зондуванні вимірювали у 6 місцях для кожного зуба, крім третіх молярів, та реєстрували. Пародонтальний статус оцінювали за допомогою ПСР. Спеціалізований пародонтальний

зонд з кулястим наконечником діаметром 0,5 мм був використаний для обстеження та оцінки шести ділянок на зуб у кожному секстанті зубного ряду кожного пацієнта за ієрархічною шкалою оцінки від 0 до 4, при цьому був зареєстрований лише найвищий бал PSR на секстант. В індексі використовується загальний метод оцінки, що ґрунтується на наступних трьох показниках захворювань пародонту: кровотеча з ясен при зондуванні, накопичення конкrementу та глибина зондування.

Крім того, індекс PSR дає більш докладну картину стану пародонту, реєструючи наявність рухливості зубів, ураження фуркації, рецесії ясен більше 3,5 мм та проблеми зі слизовою оболонкою. Якщо присутня хоча б одна з перерахованих вище умов, зірочка записується з оцінкою PSR для даного секстанта. Стан слинних залоз оцінювали шляхом візуального огляду та пальпації. Були досліджені порушення скронево-нижньощелепного суглоба, а також наявність ксеростомії, потрісканих та зневоднених губ. Також реєструвалися ураження м'яких тканин та ступінь гігієни порожнини рота.

Зразки слини були зібрані у кожного пацієнта та контрольної групи. Всім випробуваним було рекомендовано утримуватися від їжі та пиття, а також від гігієни порожнини рота і куріння протягом 1 години до збору зразків. Забір слини проводився стандартизованим методом Salivette відповідно до інструкцій виробника і був запрограмований таким чином, щоб на добу було не більше 2-3 пацієнтів. Зразки зібраної слини були центрифуговані, а відновлена слинна рідина була аліквотирована та зберігалася при температурі -80°C до використання. Всі ці процедури проводилися протягом 1 години між відбором проб та обробкою зразків слини.

Активність СОД оцінювали за допомогою набору колориметричної активності супероксиддисмутази (СОД) DetectX (K028-H1, Arbor Assays, Ann Arbor, MI, США), дотримуючись інструкцій виробника і раніше повідомлених. Коротко, супероксид-аніон, що утворюється в результаті перетворення ксантину в кисню в сечову кислоту і перекис водню ксантиноксидазою, перетворює водорозчинні солі тетразолію 1 (WST-1) у формазан WST-1, пофарбований у фіолетовий колір продукт, що поглинає світло при довжині. СОД знижує концентрацію супероксид-іонів і тим самим знижує швидкість утворення формазану WST-1. Ступінь інгібування СОД залежить від швидкості утворення супероксиду. Таким чином, активність СОД визначається відсотком інгібування швидкості продукції формазану WST-1 і виражається в Од/мл.

Рівні hROS визначали за допомогою барвника-зонда гідроксифенілфлуоресцеїну (Cell Technology Inc., Mountain View, CA, США), який виявляє селективно гідроксильний радикал і пероксинітрит.

Статистичний аналіз. Всі дані проаналізовано за допомогою програмного комплексу «Statistica 6.1» (SN AJAX909E615822FB). Нормальний розподіл безперервних змінних було перевірено за допомогою критерію Колмогорова-Смирнова.

Відмінності в персональних даних, пародонтологічному статусі та стоматологічному статусі між пацієнтами та контрольною групою визначали за допомогою t-student з корекційним тестом Вейха. Відмінності в активності СОД та експресії hAFK між пацієнтами та контрольною групою, виражені в Од/мл та РФІ відповідно, визначали за допомогою U-критерію Манна-Уїтні. Лінійний регресійний аналіз був використаний для виявлення будь-яких можливих кореляцій між змінними, що тестуються. Дані були виражені як середнього $\pm$ SD. Значення $p < 0,05$ вважалося статистично значущим.

Результати дослідження. З 25 пацієнтів з НА при ГЗП, включених до цього дослідження, усі були жінками із середнім віком $24,5 \pm 9,2$ років (діапазон 18–56 років). 56% пацієнтів приймали антидепресанти, про ксеростомію та дисгевзію щодня повідомляли 20% пацієнтів, тоді як про гіперчутливість зубів один раз на тиждень повідомляли 16% пацієнтів. Більше того, 76% пацієнтів ніколи не повідомляли про глосодінію або лицьовий біль.

У 76% пацієнтів з НА спостерігалася кілька ерозій зубів, середній бал за шкалою BEWE склав $5,24 \pm 4,47$. Усього було виявлено 104 зубні ерозії: 75% були класифіковані як первинна ерозія, 24% - як помірна та 1% - як важка. Найчастіше уражались оклюзійні поверхні молярної та премолярної областей нижньої щелепи. Середні значення DMFT становило $6,80 \pm 3,76$ (діапазон 0–12): зокрема, у 14 пацієнтів було виявлено 40 карієсу зубів (середні значення $1,60 \pm 2,08$; діапазон 0–7), тоді як середні відсутніх зубів становило $3,04 \pm 2,05$ (діапазон 0–7). Щодо пломб, то 54 зубні пломби були встановлені у 16 пацієнтів (середні значення $2,16 \pm 1,99$; діапазон 0–6).

Результати цього дослідження свідчать про зміну біохімічного складу слини у пацієнтів з НА. Пацієнти з РПХ при ГЗП страждають від порушення здоров'я ротової порожнини та великої кількості симптомів порожнини рота. Утруднення ковтання, принаймні частіше одного разу на місяць, було виявлено у 55% піддослідних. Це з депресією, тривогою, соматизацією і психологічними проблемами, гастрозофагеальним рефлюксом чи гіпосалівацією.

Про зміну смакових відчуттів повідомили 45% пацієнтів, відповідно до даних, отриманих у попередніх дослідженнях, де воно було пов'язане з дефіцитом мінералів або незвичайними звичками харчування, переїданням та блюванням.

Крім атрофічного глоситу чи атрофічної слизової оболонки, інших уражень м'яких тканин виявлено було. Зниження надходження вітамінів та інших поживних речовин, а також загальні метаболічні порушення, дефіцит заліза та анемія можуть сильно впливати на біологію слизової оболонки ротової порожнини, визначаючи генералізовану атрофію. Зокрема, дефіцит вітаміну групи В був пов'язаний зі зниженням регенерації епітеліальних клітин, що в основному виявляється мовою.

Атрофія слизової оболонки також може викликати загальне відчуття печіння в ротовій порожнині, яке може проявлятися більш інтенсивно на

мові, навіть якщо тільки у 30% зразків спостерігалася глосодинія. Еритематозні ураження м'якого піднебіння у пацієнтів з очисною поведінкою можуть бути пов'язані з дією прямого контакту кислоти під час блювання. Більш того, дослідження показали, що передракові ураження ротової порожнини, такі як червоний плоский лишай і лейкоплакію, а також плоскоклітинний рак порожнини рота, пов'язані з підвищенням маркерів окислювального стресу в слині, таких як малоновий діальдегід.

Гіперчутливість дентину є одним із найчастіше реєстрованих симптомів (60%) і, ймовірно, пов'язана із втратою зубної тканини через ерозію, дефекти шийки матки та/або карієсу. Цілком можливо, що ерозія зубів є типовою ознакою у пацієнтів з РПХ при ГЗП.

У 81% обстежених у тестовій групі цього дослідження спостерігалися ерозивні ураження. Повідомлялося, що ерозія зубів не з'являється доти, доки регургітація не відсутня протягом як мінімум двох років. Що стосується типу РПХ, було висловлено припущення, що жінки з НБ страждають від важких ерозій зубів і що суб'єкти з самоіндукованою блювотою або булімічними звичками мають переважання ерозій зубів, ніж пацієнти з НА та розладами харчової поведінки, не зазначені інакше, у той час як пацієнти з НА більш схильні до розвитку ерозій зубів проти здорової популяції.

Таким чином, наявність численних ерозій зубів має змусити лікаря запідозрити, що пацієнт з ГЗП має РПХ. У цьому дослідженні зубами з ширшими ерозіями були нижні моляри і премоляри, за ними слідували верхні моляри і премоляри, верхні різці і ікла і, нарешті, нижні різці і ікла. У літературі верхні різці і ікла є зубами, найбільш схильними до ерозії; тоді як із найбільш вираженою ерозією є оклюзійні поверхні нижніх молярів.

Оскільки етіологія карієсу є багатофакторною, наявність карієсу може бути повністю віднесено до РПХ, та його взаємозв'язок перестав бути остаточною. Справді, сприйнятливість до карієсу у пацієнтів з РПХ при ГЗП достовірно не вище, ніж у здорових осіб.

У пацієнтів, обстежених у цьому дослідженні, був ознак набряку привушної залози. Тим не менш, набряк слини був пов'язаний в основному з пацієнтами з НБ, тоді як ніхто з присутньої вибірки не страждав від НБ.

Половина пацієнтів повідомляла про ксеростомію щомісяця чи щодня. Це може залежати від прийому антидепресантів. Крім того, зв'язок між ксеростомією та поганою гігієною порожнини рота може призвести до накопичення зубного нальоту, що, у свою чергу, може сприяти розвитку карієсу та/або запалення пародонту. Гінгівіт спостерігався у всіх обстежених, переважно пов'язаний з поганою гігієною порожнини рота. Наявність сухості губ внаслідок зневоднення та самоіндукованого блювання було виявлено у більшості пацієнтів (76,2%).

Оскільки слина відображає поточний фізіологічний та патологічний стан організму,

зміни в її біохімічному складі можуть бути інтерпретовані як опосередкований вираз добре відомих метаболічних порушень, що виникають при РПХ на фоні ГЗП. Крім того, окислювальний стрес може відігравати роль у розвитку та підтримці аміачної селітри або бути одним з її подальших ефектів.

Ідентифікація антиоксидантів у тканинах, крові, слині та інших рідинах організму дає уявлення про місцеву або системну захисну ефективність людини, а слина вважається важливою захисною лінією проти окислювального стресу. Серед сироватки, плазми, цільної крові та клітин крові паркан слини є простим і недорогим протоколом, що викликає мінімальний дискомфорт.

Антиоксидантна слинна система формується деякими ферментами у вигляді СОД, яка в основному виробляється привушними залозами. Попередні протеомні дослідження показали, що порожнина рота експресує 3 ізоформи СОД: зокрема великі слинні залози є джерелами мідно-цинкової СОД, тоді як малі слинні залози є джерелами як мідно-цинкової, так і марганцевої СОД. Крім того, повідомлялося про експресію позаклітинних СОД підщелепними та сублінгвальними залозами. Цей фермент є маркером окислювального стресу і здатний збільшуватися у відповідь на різні запальні реакції, як тонзиліт, пульпіт, періодонтит та періімплантит. СОД у слині здатна захищати порожнину рота від негативного впливу ендегенних та екзогенних АФК і є першим антиоксидантним захистом у тканинах.

Висновки: у цьому дослідженні ми вимірювали загальну активність СОД незалежно від конкретної ізоформи. Що ж до hАФК, їх продукція переважно нейтрофілами, інфільтруючими пародонтальну тканину і ясенну борозну, добре відома.

Порівняно з контрольною групою, пацієнти з ЕД значно відрізнялися за концентрацією СОД у слині, яка була статистично значно збільшена. Це значно змінений біохімічний склад слини у пацієнтів з АН порівняно зі здоровими контрольними групами, що спостерігається в даному дослідженні, може бути інтерпретовано як захисний механізм слини проти окислювального стресу, ймовірно, через атрофічну слизову оболонку, атрофічний глосит, гінгівіт та імуносупресію, викликану неправильним годуванням. Справді, збільшення продукції СОД у слині вважатимуться частковою компенсаторною реакцією за наявності окислювального стресу в ротовій порожнині. Таким чином, як описано в роботі Bachmeier et al., організм виробляє потужні антиоксидантні системи, такі як СОД для нейтралізації біологічних негативних подій, викликаних hROS [12]. Високі рівні СОД, виявлені у пацієнтів з НА, можуть, своєю чергою, частково нейтралізувати значення hROS. На користь цієї гіпотези був виявлено істотних відмінностей між двома групами з концентрації hАФК.

Необхідно зазначити, що змінений біохімічний склад слини у пацієнтів з НА може бути інтерпретований як ефективний захисний механізм слини

від окислювального стресу. Збільшення концентрації СОД у пацієнтів з НА можна інтерпретувати як вплив СОД на стан здоров'я ротової порожнини. Більше того, навіть якщо виникла дихотомія між клінічними ознаками та сприйняттям здоров'я порожнини рота в досліджуваній популяції, якість життя цих пацієнтів, мабуть, не впливає на стан їх зубів. Однак через обмежений розмір вибірки для підтвердження таких гіпотез необхідні подальші дослідження на великих популяціях.

Список літератури:

1. Чабан О. С. Психічне здоров'я в період пандемії COVID-19 (особливості психологічної кризи, тривоги, страху та тривожних розладів) / О. С. Чабан, О. О. Хаустова // *НейроNews*. – 2020. – No 3 (114). – С. 26–36. Режим доступу: <https://neuronews.com.ua/ua/archive/2020/3%28114%29/pages-26-36/psihichne-zdorov-ya-v-period-pandemiyi-covid-osoblivosti-psihologichnoyi-krizi-trivo-gistrah-ta-trivozhni-rozladiv-#gsc.tab=0>.
2. Mental health and psychosocial considerations during the COVID-19 outbreak: World Health Organization. March 2020. Available from: https://www.who.int/docs/default-source/coronavirus/mental-health-considerations.pdf?sfvrsn=6d3578af_2.
3. Vitamin D3 and the system of oxidative stress-antioxidant protection in the pathogenesis and treatment of generalized parodontitis associated with anorexia nervosa / M. Antonenko, S. Palamarchuk, L. Reshetnyk [et al.] // *International Journal of Medical Dentistry*. – 2023. – Vol. 27, Issue 1. – P. 45–53.
4. Diversification features of therapy of generalized parodontal diseases with anorexia nervosa / M. Antonenko, N. Zelinskaya, L. Reshetnyk [et al.] // *georgian Medical News*. – 2020. – No. 9 (306). – P. 46–51.
5. WHO Health of the oral cavity: inform. bullet No. 318 [Internet]. 2012 May [cited on Dec. 23, 2018]. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs318/en>.
6. The DSM-5 diagnostic criteria for anorexia nervosa may change its population prevalence and prognostic value / L. Mustelin, Y. Silén, A. Raevuori [et al.] // *J Psychiatr Res*. – 2016. – No. 77. – P. 85–91. DOI: 10.1016/j.jpsychires.2016.03.003.
7. Reshetnyk L. generalized parodontal diseases and anorexia nervosa: clinic-laboratory parallels / L. Reshetnyk, M. Antonenko, N. Zelinskaya // *Science of Europe*. – 2020. – Vol 2, No. 47. – P. 53–58.

8. Reshetnyk L. Microbial and tissue hypersensitivity as a basic pathogenetic component of generalized parodontal diseases in patients with anorexia nervosa / L. Reshetnyk, M. Antonenko, N. Zelinskaya // *The Scientific heritage* (Budapest, Hungary). – 2020. – Vol. 1, No. 53. – P. 21–26.

9. Абсаямова Л. М. Харчова поведінка жінок: розлади та психокорекція: монографія / Л. М. Абсаямова. – Харків: Вид-во «Стильна типографія», 2019. – 393 с.

10. Абсаямова Л. М. Психологія харчової поведінки людини : навч.-метод. посіб. / Л. М. Абсаямова. – Харків: Видавництво «Смугаста типографія», 2017. – 181 с.

11. Абсаямова Л. М. Психологічне дослідження проб лем харчової поведінки у жінок. Науковий вісник Херсонського державного університету : зб. наук. праць. Серія «Психологічні науки» / Л. М. Абсаямова. – Херсон, 2016. – Вип. 5, Т. 1. – С. 7–12.

12. Абсаямова Л. М. Психологічний аналіз проблем харчової поведінки особистості / Л. М. Абсаямова // *Вісник ХНПУ імені Г. С. Сковороди. Психологія*. – Харків, 2017. – Вип. 55. – С. 5–12.

13. Абсаямова Л. М. Психологічні механізми адиктивних порушень харчової поведінки. Науковий вісник Херсонського державного університету : зб. наук. праць. Серія «Психологічні науки». Херсон, 2017. – Вип. 1, Т. 1. – С. 8–13.

14. Абсаямова Л. М. Психологічний аналіз причин виникнення порушень харчової поведінки. Науковий вісник Херсонського державного університету : зб. наук. праць. Серія «Психологічні науки» / Л. М. Абсаямова. – Херсон, 2017. – Вип. 3, Т. 1. – С. 8–13.

15. Touyz S. Eating disorders in the time of COVID-19 / S. Touyz, N. Lacey, P. Hay // *Journal of Eating Disorders*. – 2020. – Vol. 8. Available from: <https://jeatdisord.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40337-020-00295-3>. DOI: 1186/s40337-020-00295-3.

16. Оцінка якості лікування пацієнтів з функціональними розладами зубо-щелепного апарату, поєднаних з дентоальвеолярною формою глибокого прикусу / А. М. Проценко, Н. С. Проценко, М. Л. Шемелько [та ін.] // *Клінічна та профілактична медицина*. – 2024. – No (4). – С. 26–32. DOI: 10.31612/2616-4868.4.2024.04.

PEDAGOGICAL SCIENCES

EFFECTIVE METHODS OF TEACHING CHEMISTRY IN CONDITIONS OF REDUCED WORKLOAD OF THE CURRICULUM

Nurekenova A.

*candidate of biological Sciences, associate professor,
Department of chemistry and biology ,
«Shakarim University of Semey»*

Akparova A.

*Master of 2 courses
of the Department of chemistry and biology
«Shakarim University of Semey»*

ЭФФЕКТИВНЫЕ ПРИЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ В УСЛОВИЯХ СОКРАЩЕННОЙ НАГРУЗКИ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Нурекенова А.Н.

*кандидат биологических наук, доцент
химико-биологического факультета,
«Университета имени Шакарима г. Семей»*

Акпарова А.

*магистрант 2 курса
химико-биологического факультета
«Университета имени Шакарима г. Семей»
<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499268>*

Abstract

This article analyzes the problems that arise in the preparation of high school students in the natural science field, as well as the features of teaching chemistry to students in an abbreviated program.

Аннотация

В этой статье проанализированы проблемы, возникающие при подготовке учащихся старших классов естественно-научного направления, а также особенности преподавания химии, обучающимся по сокращенной программе.

Keywords: chemistry, education, abbreviated form, educational process, organization.

Ключевые слова: химия, обучение, сокращенная форма, учебный процесс, организация.

Введение.

Современное образование сталкивается с проблемой сокращения учебной программы из-за различных причин, таких как пандемия, экономические кризисы и т.д. В связи с этим возникает необходимость в поиске эффективных методов обучения, которые позволят учащимся освоить материал за более короткий срок. В условиях сокращенной нагрузки учебной программы обучающимся может быть сложно успеть освоить все материалы. [1]

Уже сегодня в нашей стране есть регионы, в школах которых химию не изучают в старших классах. В соответствии типовым учебным планам сокращенной образовательной программы в старшей школе ученики выбирают для изучения два предмета из четырех – химии, физики, географии и биологии. В условиях обновленной программы обучения на изучение предмета химия в старших классах по естественно-математическому направлению отводилось 2–3 часа в неделю, а на сегодняшний момент, при сокращенной образовательной программе количество часов в неделю составляет 1 час. Вместе с тем опыт показывает, что одночасовые курсы не эффективны и имеют тенденцию исчезать

из учебного плана. Таким образом, наблюдается отчетливая тенденция на сокращение естественно-научных предметов в средней школе. [2]

В связи с этим возникает вопрос: какие методы обучения химии в большей степени будут способствовать развитию понятийных способностей и в итоге помогут старшеклассникам в эффективном усвоении химических знаний. Если классифицировать существующие методы обучения химии, то их можно разделить на две большие группы: традиционные и инновационные. Безусловно, в школах преобладает использование традиционных методов обучения: объяснительно-иллюстративных и контрольно-оценочных, что предполагает подачу информации для ее восприятия учащимися и контроль знаний. Существенным недостатком этих методов является подача «готовой» информации, которая предполагается к усвоению и запоминанию. В этом случае школьники становятся «потребителями» знаний, им не приходится задействовать мыслительные способности: анализировать и систематизировать информацию, выдвигать новые идеи. Подобное пассивное восприятие информации снижает заинтересованность в предмете и ухудшает мотива-

цию к овладению достаточно сложными химическими знаниями. Использование традиционных объяснительно-иллюстративных методов в условиях цифровизации еще многократно снижает и без того недостаточную эффективность образовательного процесса, поскольку теряется контроль учителя над вниманием учеников. [3]

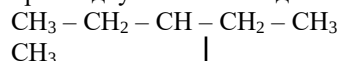
В условиях сокращенной учебной нагрузки для эффективного обучения химии можно применять следующие приемы:

1. Интерактивное обучение:
 - Использование интерактивных учебных пособий и онлайн-ресурсов для визуализации химических процессов.
 - Виртуальные лаборатории и симуляции для выполнения экспериментов.
2. Метод кейсов:
 - Решение практических задач и кейсов, связанных с реальными химическими проблемами.
 - Анализ конкретных ситуаций помогает лучше понять теорию и её применение.
3. Активное обучение:
 - Групповые обсуждения и проектная работа.
 - Метод “учим друг друга”, где учащиеся объясняют материал друг другу.
4. Концентрированное изучение тем:
 - Фокус на ключевых концепциях и принципах, которые служат основой для понимания остальных тем.
 - Использование модульного подхода, где обучение строится вокруг определенных модулей.
5. Смешанное обучение (blended learning):
 - Комбинация очного обучения и онлайн-курсов.
 - Использование видеуроков и онлайн-тестов для самопроверки и углубления знаний.
6. Формативное оценивание:
 - Частые короткие тесты и опросы для мониторинга прогресса.
 - Регулярная обратная связь для выявления и устранения пробелов в знаниях.
7. Интеграция с другими предметами:
 - Связь химии с биологией, физикой и другими дисциплинами для создания междисциплинарного подхода.
 - Применение химии в контексте повседневной жизни и других наук.
9. Использование современных технологий:
 - Приложения и программы для обучения химии. [4]

Для совершенствования содержания учебного процесса учащихся старших классов разработаны специальные учебные материалы. Издано учебно-методическое пособие по таким вариативным курсам как «Химия в задачах и упражнениях», «Основы органической химии». Данное пособие включает разделы, которые соответствуют программе. В каждом разделе представлены задания, а также практические и лабораторные работы. Все это должно оказать существенную помощь при изучении химии, выполнении контрольных работ и подготовке к итоговой аттестации.

В качестве примера приведены задания по разделу “Введение в органическую химию” по теме “Предельные углеводороды. Алканы”

1. Составьте формулы и дайте названия двух изомеров и двух гомологов для вещества:



2. Составьте формулы следующих веществ: а) 2,4-диметил-3,4-диэтилоктан; б) 2,3-дихлорбутан; в) 3-метилпентан

3. Составьте уравнения реакций:

- а) горения гексана
- б) бромирования метана
- в) дегидрирования этана

4. Составьте формулы следующих веществ: а) 2-бром-1-фторпропан; б) 2,3-диметилпентан; в) 2,2,4,4-тетраметилоктан

5. Составьте уравнения реакций: а) дегидрирования пентана; б) горения этана; в) бромирования пропана.

6. Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

Этан $\square$ бромэтан $\square$ бутан $\square$ хлорбутан $\square$ октан

7. Какой объём воздуха потребуется для полного сгорания 448 литров пропана?

8. Найдите молекулярную формулу углеводорода, если известно, что при полном сгорании его в кислороде образуется 0,5 моль оксида углерода (IV) и 0,6 моль воды. Относительная плотность неизвестного углеводорода по водороду равна 36.

Результативность:

Прослеживается результативность:

1. Повышение уровня обученности и качества знаний;
2. Формирование интереса к предмету;
3. Повышение уровня самостоятельности;
4. Развитие познавательной активности.

Заключение.

Таким образом, в условиях сокращенной учебной нагрузки эффективное обучение химии требует применения разнообразных методик, которые делают процесс усвоения знаний более продуктивным и интересным. Рациональная организация учебного процесса при изучении химии, организация лабораторного практикума как наиболее действенного средства активизации учебного труда, а также наличие необходимых учебно-методических материалов позволяют обеспечить учащимся получение качественного фундаментального химического образования и сформировать у них необходимую систему знаний, способствующую без длительной адаптации выходу на новый уровень овладения химическими науками, обеспечив при этом реализацию принципа непрерывности химического образования. Использование интерактивных технологий, активное и смешанное обучение, формативное оценивание — все эти приемы помогают адаптироваться к новым реалиям образовательного процесса и обеспечивают высокое качество знаний учащихся.

Список литературы:

1. "Методы преподавания химии" — В. И. Ковальчук.
2. "Индивидуализация обучения в школе" — Н. А. Гребенникова.
3. Управление качеством образования: Практикоориентированная монография и методологическое пособие / Под ред. М.М.Поташника.
4. "Активные методы обучения" — С. А. Михайлов.

THE USE OF DIGITAL TOOLS IN TEACHING CHEMISTRY IN VOCATIONAL AND TECHNICAL EDUCATION**Sapakova A.***candidate of biological Sciences, senior lecturer,
Department of chemistry and biology ,
«Shakarim University of Semey»***Zhumakanova N.***Master of 2 courses
of the Department of chemistry and biology
«Shakarim University of Semey»***КӘСІПТІК ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ БІЛІМ БЕРУДЕ ХИМИЯНЫ ОҚЫТУДА ЦИФРЛЫҚ ҚҰРАЛДАРДЫ ҚОЛДАНУ****Сапакова А.К.***Биология ғылымдарының кандидаты, аға оқытушы,
Химия және биология кафедрасы,
«Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті»***Жұмақанова Н.***Химия және биология
кафедрасының 2 курс магистранты
Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті»
<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499272>***Abstract**

This article provides information on the benefits of learning using digital tools in chemistry teaching in vocational and technical education.

Аннотация

В данной статье представлена информация о преимуществах обучения химии с использованием цифровых инструментов в профессиональном и техническом образовании.

Keywords: digital tools, chemical equilibrium, fire fighting, chemistry, chemical reactions, curriculum.

Ключевые слова: цифровые инструменты, химическое равновесие, пожаротушение, химия, химическая реакция, учебный план.

Kіріспе.

Қазіргі таңда еліміздің білім беру саласында сұранысқа ие кәсіби маман даярлау басты міндет. Осы орайда кәсіби маман даярлауда кәсіптік және техникалық білім беру маңызды рөл атқарады. Себебі кәсіптік және техникалық білім берудің мақсаты - студенттерді белгілі бір салада немесе мамандандыруда табысты және кәсіби мансапқа дайындау. Өкінішке орай өндірісте бәсекеге қабілетті, цифрлық сауатты кәсіби кадрлар елімізде тапшы. Осы орайда заманауи оқыту технологияларына сүйене отырып білім беру өзекті болып саналады. Заман талабына сай цифрлық білім беру ресурстарын пайдалану мәселесінің өзектілігін, біз Қазақстан Республикасының «Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасының мақсаты – цифрлық технологияларды пайдалану мен дамыту арқылы мемлекет экономикасының бәсекелестігін арттыруды жүзеге асырудың басты бағыты ретінде ұстанамыз [1]. Сондықтан қазіргі білім ұйымдарының басты мақсаты білім алушының барлық мүмкіншіліктерінің ашылуына қолайлы жағдай жасау. Білім беру үдерісінің жаңарту, үздіксіз білім беру жүйесін дамыту – бүгінгі күннің талабы. Кәсіптік және техникалық білім беру ұйымында химия пәні білім алушының

дүниетанымының, логикалық, құзырлы ойлауының қалыптасып, дамуына зор әсер етіп, мүмкіндік жасайды. Осы тұста, цифрлық құралдар оқытушы үшін таптырмас көмек құралы болмақ. Цифрлық құралдар - бұл аппараттық және бағдарламалық жасақтаманың жиынтығы. Цифрлық құралдар жиынтығында шартты түрде мынадай блоктарды атап көрсетуге болады: итербелсенді компоненттер; демонстрациялық графика; мәтіндер; мұғалімге арналған материалдар [2].

Цифрлық құралдарды қолдану қаншалықты білім алушының қызығушылығын арттыратынын бақылау мақсатында кәсіптік және техникалық білім беру ұйымы «Қайнар» Жоғары колледжі мысалында қарастырылды.

Кәсіптік және техникалық білім беру ұйымында «Химия» пәнінен күнтізбелік-тақырыптық жоспары бойынша «Химия» пәні 6 бөлімнен тұрады.

- Заттардың бөлшектері.
- Химиялық реакциялардың жүру заңдылықтары.
- Химиялық реакциялар энергетикасы.
- Химия және қоршаған орта. Жер химиясы.
- Органикалық химия. Көміртек және оның қосылыстары.
- Химия және өмір. Биохимия.

Мысал ретінде 10320200 «Төтенше жағдайда «Химиялық тепе-теңдік» тақырыбында сабақ қызмет көрсету» мамандығында «Химиялық өткізілді. реакциялар энергетикасы» бөлімі бойынша Сабақ жоспары 1-кестеде көрсетілген.

1-кесте. «Химиялық тепе-теңдік» тақырыбында сабақ жоспары

№	Топ,курс	ТЖҚ-11, 1-курс
1	Сабақ тақырыбы	Химиялық тепе-теңдік
2	Сабақ типі	Аралас сабақ
3	Мақсаты, міндеттер	-Химиялық тепе-теңдік туралы түсінік қалыптастыру. - Қайтымды және қайтымсыз реакция түрлерімен танысу. -Тепе-теңдік константасын өрнектеу.
4	Бағалау критерийлері	-Химиялық тепе-теңдік ұғымына анықтама бере алады. - Қайтымды және қайтымсыз реакция түрлерін ажыратады, мысал келтіреді. - Тепе-теңдік константасын өрнектей алады.
5	Оқу-әдістемелік құрал-жабдықтар, анықтамалық әдебиеттер	Оқулық.
7	Техникалық құралдар, материалдар	Презентация, интерактивті тақта.
8	Сабақ барысы	Білім алушылармен сәлемдесу. Жағымды ахуал тудыру мақсатында «Өрмекші торы» әдісін пайдалану Білім алушылар ортаға шығып шеңбер құрады. Жіпті бір-біріне лақтыру арқылы өрмекші торын құрап, біріне тілек айтып, сәттілік тілейді. Үй тапсырмасын «Educaplay» цифрлық құралындағы «Froggy jumps» қосымшасын қолдану. Сабақтың тақырыбы мен мақсаты айқындалады. Жаңа сабақтағы білімді негіздеу үшін Химиялық тепе теңдік және қайтымды қайтымсыз реакция түсініктеріне сипаттама беріліп, түсіндірілді. Қайтымды реакция: Аммиак синтезі $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$. Қайтымсыз реакция: Қыздырғанда бертолле тұзы $2KClO_3 = 2KCl + 3O_2 \uparrow$ мысалында түсіндірілді. Осы орайда солдан оңға қарай жүретін реакция тура, ал оңнан солға қарай жүретін реакция кері реакция деп аталатыны, ал тура және кері реакциялардың жылдамдықтары теңескен күйі тепе-теңдік деп аталатыны жайлы мағлұмат түсіндіріледі. Және йодсутек синтезінің реакция мысалында тепе-теңдік константасының өрнегі таныстырылады [3]. Қосымша ретінде мамандықтың ерекшелігін ескере отырып Төтенше жағдайдың бірі өрт қауіпсіздігі және химиялық тепе-теңдік арасындағы байланысқа тоқталдық. Себебі: <i>Жану және қайтымды реакциялар:</i> - Жануы күрделі химиялық процессболып табылады, ол көптеген сатыларын және реакцияларын тұруы мүмкін. Бұл реакциялардың кейбіреулері қайтымды болуы мүмкін және мұнда химиялық тепе-теңдік рөл атқарады. - Өрттің бастапқы кезеңінде қайтымсыз реакциялар басым болады, олар тез жүреді және көп мөлшерде жылу шығарады. Алайда, отын мен тотықтырғыш таусылғанда, бұл реакциялардың жылдамдығы төмендеуі мүмкін және жүйе жаңа тепе-теңдік күйіне ұмтылуы мүмкін. Энергетика және термодинамика: - Өрт кезінде жылу шығаратын және жүйенің температурасын арттыратын экзотермиялық реакциялар жүреді. Мұндай реакциялардағы химиялық тепе-теңдік температураға байланысты: жоғары температурада кейбір реакциялар тұзу бағытта жүруі мүмкін, ал температура төмендеген кезде тұзу және кері реакциялардың жылдамдығы теңестірілетін тепе-теңдік күйіне ауысуға болады. - Ле Шателье принципі жүйенің температураның, қысымның немесе концентрацияның өзгеруіне қалай жауап беретінін

		болжауға мүмкіндік береді. Мысалы, өртті салқындату кезінде экзотермиялық реакциялардың жылдамдығын төмендетуге және жану қарқындылығын төмендету арқылы жүйені тепе-теңдікке жақындатуға болады. Бақылау жануымен және өрттерді сөндіру: - Өртті сөндіру үшін олардың жылдамдығын төмендету немесе толығымен тоқтату үшін химиялық реакцияларға араласу керек. Әдістердің бірі-тепе-теңдік жағдайларын бұзатын және реакцияның әлсіреуіне әкелетін реагенттердің бірін (отын, оттегі немесе жылу) алып тастау. Осылайша, химиялық тепе-теңдікті түсіну өртті бақылау мен сөндірудің тиімді әдістерін жасауға, әртүрлі жағдайларда жүйенің әрекетін болжауға және қауіпті жағдайлардың алдын алу үшін шаралар қабылдауға көмектеседі. Жеке тапсырма орындау: «Joyteka» цифрлы қосымшасында «Зертханалық квест» тапсырмасын орындайды. Кері Байланыс орнату: Mentimeter цифрлық қосымшасын қолдану.
9	Үй тапсырмасы	§27 110 бет 1,2 тапсырма.

1-кестеде «Химиялық тепе-теңдік» тақырыбында сабақ жоспарында қолданылған цифрлық құралдардың сипаты келесідей:

Үй тапсырмасын «Educaplay» цифрлық құралындағы «Froggy jumps» қосымшасын қолдандық. «Froggy jumps» қосымшасы - бұл кейіпкерді дұрыс жауаптары бар лалагүл жастықшаларына секіріп жағаға бағыттауын ойын түрі. Froggy jumps қосымшасы білім алушылардың химия пәніне қызығушылығын ашуға, танымдық дағдыларын геймификация арқылы қалыптастыруға мүмкіндік береді. «Froggy jumps» қосымшасын арқылы талқыланған сұрақтар келесідей:

- Гомогенді реакция жылдамдығының формуласы?
- Гетерогенді реакция жылдамдығының формуласы?

■ Температураны әрбір 10°C көтергенде реакция жылдамдығы неше есе өзгереді?

■ Өршіткі қатысында жүретін реакциялар қалай аталады?

■ Әрекеттесуші заттар мен өршіткі бір агрегаттық күйде болатын катализ?

■ Әрекеттесуші заттар мен өршіткі әртүрлі агрегаттық күйде болатын катализ?

■ Реакцияның жүруіне қажетті ең аз мөлшердегі энергия қалай аталады?

■ Реакцияның жылдамдығына температураның әсерін сипаттайтын Аррениус теңдеуі?

■ Химиялық реакция жылдамдығына концентрацияның әсерін тұжырымдаған ғалымдар?

■ Гомогенді реакциялар дегеніміз не?

Сипаты сурет-1 ұсынылған:



Сурет-1 «Educaplay» цифрлық қосымшасындағы тапсырма сипаты.

Сабақ барысында білім алушылар тақырыпқа сәйкес оқу тапсырмаларын орындады. Ол үшін «Joyteka» цифрлы қосымшасында «Зертханалық квест» тапсырмасын ұсындық. Joyteka - білім беру веб-квестін, интеллектуалды викторинаны, кері байланыс бейнелерін, терминдік ойындарды және тест білімді бақылау құралын құру қызметтері бар білім беру платформасы. Қосымшаның «Зертханалық квест» функциясы ерекше түрде тапсырмаларды орындауға, логикалық ойлау және шығармашылық дағдыларды дамытып білім алушыларға жаңа білімді меңгеруге ынталандырады. «Joyteka» цифрлы қосымшасында «Зертханалық квест» тапсырмалары келесідей:

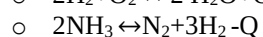
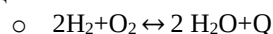
■ Химиялық тепе-теңдік динамикалық деп аталу себебі неде?

■ Тепе-теңдік константасының сандық мәні нені сипаттайды?

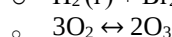
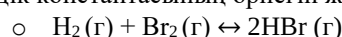
■ Тура және кері реакция дегеніміз не?

■ Химиялық тепе-теңдік дегеніміз не?

■ Төмендегі реакциялардағы тепе-теңдік пен өнімнің шығымына қысымның артуы қалай әсер етеді?



■ Берілген қайтымды реакциялардың тепе-теңдік константасының өрнегін жазыңыз.



Сипаты сурет-2 көрсетілгендей:



Сурет-2 «Joyteka» цифрлық қосымшасындағы тапсырма сипаты.

Кері байланыс орнату: Mentimeter цифрлық қосымшасын қолдандық. Ол аудиториямен кері байланыс жылдам орнатуға, сауалнама жүргізуге, тесттер мен викториналар ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Қосымша арқылы қатысушылар

өз құрылғылары арқылы тікелей жауап беріп, нәтижелерді экранда бірден көре алады. Mentimeter цифрлық қосымшасын арқылы талқыланған кері байланыс орнатылды.

Сипаты сурет-3 көрсетілгендей:

«ХИМИЯЛЫҚ ТЕПЕ-ТЕҢДІК» Тақырыбы бойынша кері байланыс



Сурет-3 «Mentimeter» цифрлық қосымшасындағы тапсырма сипаты.

Сабақ барысында пайдаланылған цифрлық қосымшалардың артықшылықтары мен кемшіліктері, білім алушыларда қалыптасатын дағдылары төмендегі 2-кестеде көрсетілген:

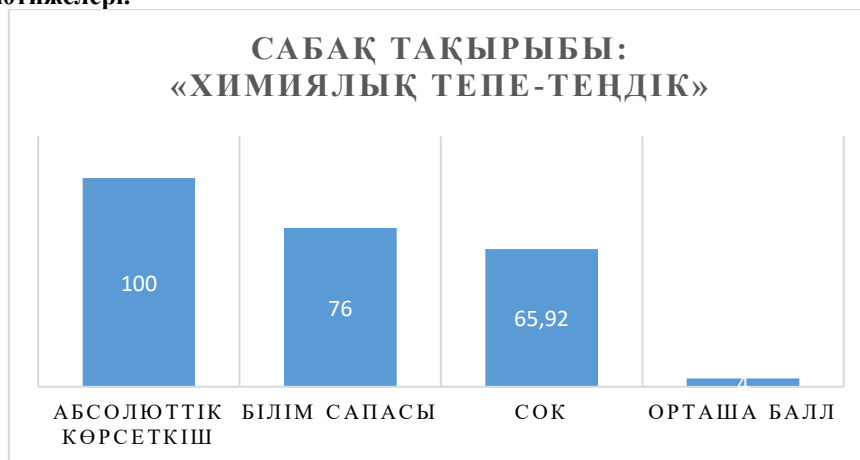
Цифрлық қосымша атауы	Артықшылығы	Кемшілігі	Студенттерде қалыптасатын дағдылар
«Froggy jumps»	- Интерактивтілік - Геймификация - Оқытушыға уақытты үнемдеу мүмкіндігі - Моториканы, жылдам ойлауды дамыту. - Көз-қол үйлесімі	- Техникалық қиындықтар - Ойынға көп мән беріліп, тапсырманың мәнін түсінбеу.	- Цифрлық сауаттылық - Шапшаңдылық - Стратегиялық ойлау
Joyteka	- Прогресті басқару - Мотивацияны арттыру - Оқытуды жекелендіруге мүмкіндік береді.	- Техникалық қиындықтар - Алаңдатушы факторлар - Назардың тең бөлінбеуі	- Логикалық ойлау - Проблемаларды шешу - Жауапкершілік алу - Уақытты басқару
Mentimeter	- Уақыт үнімділік - Көпфункционалдық	- Техникалық қиындықтар - Тек кері байланыс алу үшін ғана тиімді бағдарлама	- Коммуникациялық - Критикалық ойлау

Кестеде көрсетілгендей үй тапсырмасын сұрауда орындауда «Froggy jumps» қосымшасын қолдану тиімді себебі мұнда ешқандай шектеу берілмеген, бұл геймификация түрінде болғандықтан білім алушылардың қызығушылығын бірден оятады, стратегиялық ойлауын және шапшаңдылығын дамытады. Бұл қосымшаны жеке тапсырма, кері байланыс орнату мақсатында қолданған жөн. Ал Joyteka

қосымшасына келсек бұл қосымшаны сабақты бекіту үшін ғана емес, жеке жұмыстада, топтық жұмыстада қолдана аламыз. Яғни тек жеке жауапкершілік емес сонымен қатар топта жұмыс жасау қабілеттіліктерін дамыта аламыз. Яғни Joyteka қосымшасын қолдану сабақты әлдеқайда қызықты, сапалы өткізуде қолдануға болады. Ал Mentimeter бұл қосымшаның ерекшелігі жылдам кері байланыс орнатуға болады. Цифрлық

құралдардың пайдаланудың артықшылықтары көп, алайда сабақ барысында техникалық қиындықтар басты мәселе болып табылады. Барлық білім алушы интернет желісі және ұялы байланыс құралымен қамтамасыз етілуі және білім алушылардың жас ерекшелігін ескерген жөн.

Зерттеу нәтижелері.



Сурет -4 Білім алушылардың %-дық үлгерімі

Сабаққа қатысқан білім алушылардың жалпы саны- 25, оның ішінде «5»- 6 студент, «4»-13, «3» - 6 студент алды. Зерттеу нәтижелері бойынша білім сапасы 76% -ға тең болды, В.П.Симонов ұсынған көрсеткіш бойынша 65,92 % орташа үшінші дәрежені көрсетті, есептелген орташа балл-4,00, абсолюттік үлгерім-100%.

Қорытынды.

Зерттеу нәтижесіне сүйене отырып келесідей қорытынды шығардық:

- Цифрлық құралдарды сабақта қолдану білім алушыларда стратегиялық ойлау, критикалық ойлау, уақытты басқару дағдыларын қалыптастыруға көмектесе алады.
- Цифрлық құралдар оқытуды жекелендіруге, моториканы, жылдам ойлауды дамытуға негіз бола алады.
- Цифрлық құралдардың геймификация функциясы білім алушылардың қызығушылығын, мотивациясын арттырды.

Білім алушылардың оқу сапасын, орташа балл және абсолюттік үлгерімін есептеу үшін В.П.Симонов ұсынған формуланы қолдандық [4].

«Химиялық тепе-теңдік» тақырыбы бойынша білім алушылардың қорытынды бағалануы сурет- 4 те көрсетілген.

▪ Цифрлық құралдар көмегімен оқыту тақырыпты түсініп, тапсырмаларды орындауға оң әсерін берді.

▪ Цифрлық сабақ форматы білім алушылардың білім сапасын өте жақсы деңгейге көтерді.

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. «Цифрлық Қазақстан» Мемлекеттік бағдарлама. – Астана, 2017.
2. Т.Sadykov, Н.Ctrnactova. Application interactive methods and technologies of teaching chemistry // Chemistry Teacher International. – 2019.- с 1-7.
3. Қоқанбаев Ә.Қ.Физикалық және коллоидтық химия: Оқулық.Алматы: ЖШС РПБК«Дәуір»,2011.-102 бет.
4. Симонов В.П. Диагностика степени обученности учащихся: Учебно-справочное пособие. — М.:МРА, 1999. - 48 бет.

PHILOLOGICAL SCIENCES

ARTISTIC SYSTEM OF CHILDREN'S PROSE

Orazbek M.

Doctor of Philology, Professor,

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

ORCID 0000-0002-0703-1142

Baitanasova K.

Candidate of Philology,

L.N. Gumilyov Eurasian National

University, Astana, Kazakhstan

ORCID 0000-0001-5747-6147

БАЛАЛАР ПРОЗАСЫНЫҢ КӨРКЕМДІК ЖҮЙЕСІ

Оразбек М.

Филология ғылымдарының докторы,

профессор,

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия

ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

ORCID 0000-0002-0703-1142

Байтанасова К.

Филология ғылымдарының кандидаты,

профессор,

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия

ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

ORCID 0000-0001-5747-6147

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499274>

Abstract

The article analyzes the artistic system of prose works for children. Children's works have always been born in Kazakh prose. The distinctive feature of these works is the clarity of the plot, the diversity of the characters' actions, the figurativeness of the language. At the same time, the artistic, aesthetic, linguistic features of the works analyzed in the article are determined.

Аңдатпа

Мақалада балаларға арналған прозалық шығармалардың көркемдік жүйесі талданады. Қазақ прозасында балаларға арналған шығармалар әр кезде туып отырды. Бұл шығармалардың ерекшелігі сюжеттің айқындығы, кейіпкерлер әрекетінің алуан түрлілігі, тілінің көркемдігі. Осы ретте мақалада талданған шығармалардың көркемдік-эстетикалық, тілдік-стильдік ерекшеліктері айқындалады.

Keywords: genre, artistry, childhood, image, style

Түйін сөздер: жанр, көркемдік, балалық шақ, бейне, стиль

Бүгінгі жаһандық кезең әдебиет пен мәдениет секілді рухани құндылықтардың арасындағы сабақтастықты күшейтіп, оның бағыт-бағдарын түрлендіре түсті. Әдебиет – халықтың өткені, қазіргісі мен келешегі. Бұл ұғымдар әлем халықтарының рухани құндылығын және жалпы адамзаттың өркениетін анықтайды. Әр халықтың өзінің тарихи тағдыры бар. Тарих болған жерде сол елдің мәдениеті, әлеуметтік жағдайы мен сөз өнері қоса дамиды. Әлем халықтарының әдеби кеңістігі, олардың бір-бірімен ықпалдаса дамуы адамзат тарихының ортақ арналарын аңдатады. Қандай елдің де мәдени-әдеби құндылықтары сол елдің даму деңгейін танытады.

Әдебиет өнердің маңызды белгілерін бойына жинай отырып, сөз өнерінің барлық түрінде өзінің басты сипатын сақтап отырады. Өнердің басқа түріне қарағанда әдебиет дәнекерліктің ерекше формасы болып саналады. Әдебиет адамның әлемді

тануының көркемдік және жүйелі-логикалық формасын құрайды.

Көркем туынды – ұлттық болмысты айқындайтын, негізгі ойларды жинақтайтын күрделі құбылыс. Қаламгер – көркем шығарманы тудырып, ол оқырманның көркемдік-танымдық қабылдауына жетеді. Көркем әдебиеттің әр түрлі жанрларында (мәселен, драмада, хикаятта, романда, әр түрлі әңгіме-баянда) туындының байланысы, құрылымы, ішкі жүйесі түрліше болады. Бұдан басқа көркем жанрлар мен әдеби стиль, әдеби тіл стилі қарым-қатынасының өзі күрделі. Бір тарихи жағдай мен әдеби мектепте тілдің стилін айқындау қандай да бір әдеби-көркем жанрлармен берік байланысады; келесі бір әдеби-көркем жанрлардың стильдік және композициялық жағдайында әр түрлі сипаттағы, стилистикалық болмысы түрліше әлеуметтік-тілдік бірліктерді біріктіреді. Бұл кезде әдеби жанр мен тілдің стилі

арасындағы қатынас жаңа сипат иеленеді. Көркем бейне – нақтылық пен жалпылықтың бірлігі. Ол сөз болып отырған құбылыстар туралы көрнекі ұғымдардың тууына әсер етеді, әдеби шығарма кейіпкерінің нақты өмірлік жағдайға тасымалдануы оқырман эмоциясын тудырады.

Мәтіндегі ішкі құрылымды, автор мен оқырман проблемасын қарастырған Р. Ингарден өнердегі феноменологиялық тәсілдің субъектінің қабылдауына және елестетуіне байланысты екенін айтады [1]. Ғалым мәтіндегі әр түрлі көркемдікті қабылдаудың мезеті бар екенін, оқырман көркем мәтінмен танысу үстінде ондағы оқиғалардың алмасуын, өзгеруін бірте-бірте қабылдап отыратындығын дәйектейді. Сол арқылы тұтас мәтіннің мазмұнына, қалай аяқталатынына да ойша болжам жасайтындығына мән береді. Яғни мәтіннің өзіне тән көркемдігін қабылдау бірнеше қабаттан тұратындығын айтады. Көркем шығарманың композициялық мүмкіндігі, құрылымдық жүйесіндегі заңдылықты зерттеу – маңызды проблемалардың бірі. Яғни туындыға қатысты құрылымдық тәсіл ондағы көптеген жаңалықтың айқындалуына жол ашады. Өнер туындысы автордың идеясымен, көзқарасымен бірлікте қарастырылады. Автордың көзқарасы мәселесі бірқатар проблеманы тоғыстырады. Жалпы алғанда көзқарас ұғымы өнердің барлық түріне тән. Көркем туындыдағы автордың ұстанымы (көзқарасы) шығарманың болмыс-бітімін айқындайды. Автор – шығарманы жасаушы. Ендеше, туындының тақырыбынан бастап, соңына дейін көркем туындының құрылымын ұйымдастыру автордың құзіретінде.

XX ғасырдың екінші жартысы қазақ прозасы үшін мәнді кезең болды. Бұл дәуірде эпикалық проза барынша өрістеді. Қазақ қаламгерлері роман мен хикаят жанрының даму тенденциясын жеделдетті. Осы кездегі проза жанры бірқатар жаңа бағытқа ие болды. Атап айтқанда, а) психологизм тереңдеді; ә) шындық барша күрделілігімен берілді; 3) көркем туындар әлеуметтік-философиялық кеңдікке бет түзеді. Жазушылар кейіпкерлерінің ішкі әлеміне, сезім диалектикасына көбірек үңілді. Бұл туындылардың кеңдігі, идея тереңдігі, эпикалық баяндауы өзгеше бағыт алды. Осыдан келіп қазіргі қазақ прозасының күрделі құрылымы қалыптасты. Қазақ прозаиктерінің философиялық, әлеуметтік, адамгершілік, экологиялық тақырыптарға қызығушылықпен бой ұруы кеңістік пен уақыт категориясының мәнін де тереңдете түсті. Жаратылыстың кез келген құбылысы жоғарыда аталған ұғымдар аясында қарастырылды. Уақыт пен кеңістік байланысы арқылы қаламгерлер адам мен қоршаған ортаның байланысын кешенді қозғады.

Кезең дамуының екінші жартысында қазақ прозасы баяндаудағы драматизмді тереңдетті. Көркем туындыда суреттелген оқиғалар - саясаттағы, жаратылыстағы, ортадағы, тіпті адам бойындағы әрекет болсын - тартыс сипатын қалыптастырды. Жазушылар өз ортасының

өзгерісін, бейнесін бере отырып, көп жағдайда өткенге, тарихқа көз жібереді, осы арқылы көнедегі аңыз-әпсаналарды тірілтіп, шығарма кеңістігіне қиюластырады. Яғни бүгінгі күннің проблемасын қозғай отырып, суреткерлер шығармаларына өткеннің жақсылығын, тарихтың жадына тұнған әңгіме-мифті өзектестіреді. Адам бейнесі тек өзінің дағдылы тіршілігінде ғана емес, қоршаған ортамен қабат, қоғаммен, кейде тарихпен үндесе берілді. Мұндай көркемдік тәсілдер қазақтың белгілі қаламгерлері Ә.Кекілбаев, Т.Әбдіқұлы, О.Бөкей шығармаларында көрінді. Олар өз туындыларында қоғамының ең көкейкесті мәселелерін көтерді.

Әдеби туындыларда ұлттың, халықтың келбеті, тұрмыс-тіршілігі, көзқарасы суреттеліп, олардың әрқайсысына тән мәдени ортасы, этнографиялық ерекшеліктері, қарым-қатынастары бейнеленді. Бұл арқылы елдің мәдени-рухани дамуы, ой-парасаты байқалады. Адамзатты ежелден-ақ әлемдік кеңістіктегі – ғарыш, әрекет, болмыс, сана, өмір, өлім, от, кездейсоқтық, өң мен түс, елес, ізгілік, зұлымдық, қорқыныш секілді онтологиялық ұғымдар толғандырған. Осы құбылыстардың сырын адам табиғаттан, жаратылыс құбылыстарынан, өздерінің ішкі әлемінен іздеді. Міне, мұндай мәңгілік түсініктерді адам баласының игеруі өнер туындыларында бейнеленді. Соның ішінде балалар тақырыбына арналған әдеби шығармалардың көркемдік жүйесінің өзіндік ерекшелігі мол.

Адамзат тірлігінде оның тұлғалық аспектісінің мәні ерекше. Адамның санасында өзіне сену, өзін қоршаған әлеуметтік-мәдени, тұрмыстық құбылыстардан биікке көтерілу орнығады да, адамның болмысы ерекшелене бастайды. Адамның маңызды атрибуты – еркіндік, жауапкершілік, өмірлік құндылықтар туралы бағдар. Мұндай адам еркіндігіне қарсы антиподтар өздерінен жоғары күштерге көзсіз сеніммен бағынышты болады. Ал, адам еркі қоршаған ортасы үшін үлкен мәнге ие. Адамның саналы әрекетінің күші ерекше. Философ Э.Мунье: «Адам тұлғасы жанды, белсенді шығармашылық күш, ол басқа тұлғалық болмыспен саналы түрде қарым-қатынасқа түседі», - деген [2, 42]. Тұлғалық ерекшелік болмысы мен сана ақыл-ойы озық та сергек адамдарға да қатысты айтылады. Психология – адам баласының сана-сезіміне терең еніп, оның жан дүниесін, сезім-күйін бақылайды. Әр адам баласының психологиясы түрліше болады. Ал, бала психологиясы тіпті де өзгертмелі. Олар сыртқы әсер-ықпалды әр түрлі қабылдайды. Егер әдеби туындыдағы бала кейіпкерлердің болмысына зер салсақ, олардың әр қилы әрекет пен көңіл-күйді бастан кешіретінін байқаймыз. Адамға тән апатия (дағдарыс), қобалжу, үрей, агрессия (өктемдік) тағы басқаларының орын алуына әр түрлі сыртқы факторлар әсер етеді [3].

«Жабайы алма» хикаятындағы психологиялық ахуалдың трагедиялық сипаты шығарманың басынан-ақ көрінеді. Ол – Бүбітайдың отбасына келген жағдай. Оның баласы Сыпатайдың ит қорыған алма ағашынан жайсыз құлап мерт болуы,

Бүбітайдың есінен ауысуы. Бұдан әрі соғыс, ауылдың жайы, ауыл балаларының тағдыры суреттеледі. Мұндағы Көлбай, Рысбек, Әжібектердің әрекеті, ауыл жасы – Тоқтар мен Нәзіраның қатынасы, Рысбектің жөнсіз қылығы, Шымырбайдың баласы Тоқтардан қара қағаздың келуі, Қанат бастаған балалардың әрекеті суреттеледі [4].

Автор шығармасында соғыс кезіндегі ауыл балалары мен үлкендердің жағдайы, көңіл-күйлері ашылады. Сол бір соғыс жүріп жатқан кезеңнің ауыртпалығы үлкен-кішіге де салмақ салды. Алайда оны қабылдау ересектер мен балаларда бірдей болған жоқ. Бала кейіпкерлер осы ауыр кезде де ойыннан, балалық шақтың табиғи әрекетінен айырылған жоқ. Оны Әжібек бастаған балалардың ойдағы Шымырбай қарттың қауындығына жасаған жорығы арқылы білдіреді. Сол әрекеттерін батырлыққа балаған балалар қауындықты ойран етеді, піспеген қауындарды жарып-жарып тастайды. Әудем уақыттан соң Тоқтардан қара қағаз келеді. Қанат осы бір қаралы хабарды өздерінің жас, піспеген қауынды жайратып тастаған сәтімен байланыстырады. Бұл тұста қаламгер ұлттық дәстүрден хабар береді. Халық «көкті жұлма, көктей соласың» демей ме? Мәселен, С.Мұратбековтің «Жабайы алма» хикаятындағы Әжібек балалық пен ересектену сатысының аралығында айналасындағы балаларды әр түрлі әрекеттерге бастайды. Бірде ойдағы қауын егетін Шымырбай шалдың бақшасына түссе, бірде соғыстан оралған Рысбектің шылауына түсіп, сол «қолбасшының» әмірін орындайтын жауынгер сапында болуға кіріседі. Әлеуметтік психологияның адамның көпшілік ортасындағы сана-сезімін, эмоциясын назарға алатынына ден қойсақ, алаңсыз тіршіліктен шектелген балалардың бұл әрекеттері түсінікті бола түседі. Жазушы С. Мұратбеков шығармаларында өткен шақ пен бүгінгі болмыс қатар жүріп отырады. Оны біз «Жусан иісіндегі» Аян бейнесіне қатысты байқаймыз [4]. Аян ауылға көшіп келгеннен кейін оның өзге балалармен достығы әдеттегі балалардың достығы секілді емес еді. Әу баста өзге балалардан ерекше көрінген Аяның өмірге, жақын-жуығына деген көзқарасы, түсінігі мүлде бала ұғымына ұқсамайтын. Оны баяншы да оқырманға аңғартып отырады. Әжесі қайтыс болғанда Аяның көзіне жас алмауы өзге балаларды айран-асыр етеді. Неге? Оның орнына Аян балаларды ертіп күнделікті ертегісін айтып отырады. Осы кездегі Аяның ертегісі де ерекше еді. Бала біткен ертегідегі біресе таңғажайып, біресе үрейлі оқиға араласқан сәттерді демдерін ішіне ала тыңдайды. Бұл кездегі Аяның хал-жағдайын балалар аңғара да қоймады. Ал, ертегі арқылы Аян өзін жұбатып отыр еді. Мұндағы жусан Аян үшін киелі шөп. Жусан – ауыл, ата-ана, ағайын-бауыр, атамекен бейнесі, кейіпкердің жан сыры, толғанысы, сағынышы. Бұл жерде баяншы Аяның мінез-құлқын, жан дүниесіндегі өзгерісті жақыннан бақылайды, қасында жүріп, әрбір көңіл-күйіндегі эмоцияны қадағалап отырады.

Эпикалық қашықтық – әңгімелеуші – автордың шығармадағы баяндалып жатқан оқиғалардан белгілі бір мезгілдік немесе кеңістік ара қашықтықта орналасуы. Оған белгілі бір баяндау формасы аясында өзгерістер енгізіліп, түрлендіріледі. Кеңістік ара қашықтық оқиғаны тұтастай немесе даралай алып көрсетуден байқалады. Ол үш түрлі болуы мүмкін: шығармадағы оқиғаның баяндау кезімен сәйкес келмеуі; шығармадағы оқиғаның баяндау сәтімен сәйкес келуі және олардың аралығында мезгілдік қатынастың мүлде болмауы [5, 82]. Ал, қаламгер С. Мұратбеков туындылары осы үш қашықтықты қамтиды. Адам баласы үшін балалық шақ ортақ.

Көркем мәтіндегі уақыт позициясы әр түрлі тәсілдер арқылы көрінеді. Автор өзінің ұстанымын оқиға барысында өзгертіп отыруы мүмкін. Әрі бір мезетте бірнеше кейіпкердің оқиғасын қатар бере де алады. Басқаша айтқанда автор қандай да бір кейіпкердің позициясын ұстана отырып, алға қарай озып отырады. Яғни алдын ала оқиға-әрекеттің болмысын, нәтижесін аңғартады. Әсіресе, бұл жекелеген эпизодтарда көрінеді. Көркем уақыт пен кеңістіктің шынайы мекеншактан айырмасы бар. Көркем уақыттың шарттылық сипаты туындыдағы көркем бейнелілік табиғатын ашу үшін қажет. Зерттеуші Д. Лихачев: «Уақыт категориясы қазіргі өмірді, құбылысты, өнерді түсінуде неғұрлым кең сипат иеленіп отыр. Уақыттың басымдығы соншалық ол адам санасына барынша билік жүргізіп келеді. Сондықтан да уақыт – бейнелеудің объектісі, субъектісі және басты құралы. Әлемдегі өзгеріс пен қозғалыс көп қырлы сипатымен әдебиетке де ықпал етіп келеді», - дейді [6, 212]. Ендеше, уақыт пен кеңістіктің құндылығы өнер туындылары үшін аса мәнді. Оның ішінде әдебиет үшін бұл категориялар оның идеясы мен стиліне, тұтас концепциясына ықпал етеді. Кейіпкердің ішкі әлемінің шекарасы автордың көзқарасы бойынша әр түрлі сипат иеленеді. Сондықтан да онда мағыналық (семантикалық) көкжиек те, қайшылық та болады. Егер бұл ауысу, өту кейіпкер үшін кездейсоқ, бір сәттік, қиындықсыз болса, онда шекара ең алдымен белгілі бір мәнге ие болады. Ал, егер автор кедергіден өтудің қиындығына басымдық берсе, онда ол шекараның сипатын бейнелеуді кейіпкер үшін нақты бөгет етіп алады. Осыдан келіп нақты оқиға мен оның салдарын ажырату мүмкіндігі туады. В.Я. Пропп (1895-1970 жж, фольклорист, этнограф) «Сюжет – кейіпкерлер әрекетінің тізбегі және олардың өміріндегі оқиғалар», - деген [7]. Әдебиет әлемінде көркем туындының болмысы сандаған қырларымен ашылады. Оқырман кейде шығарманың толыққанды аяқталғанына сенер-сенбес күйде қалады. Бұл туындының аяқталмай қалуы мен оқырманның сол шығарманы оқуға деген дайындығының жетімсіздігі қатар келіп жатады. Себебі, шығарманың көп қырлы сипаты оқиған сайын жаңа бір қырынан ашылып, жалғасып отырады. Әдебиеттанушы М.Бахтин мұны ондағы кейіпкерлер мен олардың әрекеті үздіксіз жалғасып отыратындығы деп санайды [8]. Кейде автор

ұсынған монолог, диалог тәсілдері де ойдың әрі қарайғы жалғасуын көздеп тұрады. Кейде автор немесе кейіпкер аузымен айтылған әңгімеге, толғанысқа оқырман да қосылып кеткісі келетін ой сабақтастығы байқалады. Адам өзінің еркінен тыс әрекеттерге барады, өзінің көргені мен жасаған әрекеттеріне сенбейді, тіпті осы алмағайып тіршіліктің ішінен өзін жоғалтып та алады. Бұл әлемде орын алған құбылыс. Адам баласы жақсылықты күтуден, арман-аңсардан үміт үзе бастайды. Осыдан келіп адам мен болмыс, адам мен жаратылыс арасында кереғар қайшылық орын алады.

Қаламгер М. Омарованың әңгімелері өте қысқа, миниатюра, этюд, суреттеме (зарисовка) болып келеді. Алайда қаламгер өмірдегі мәні терең мәселелерді көтереді. Автор адамның басындағы, ішкі жан дүниесіндегі қайшылықты жайттарға көп барады. Жеке адамның мәселесін қоғамдық, әлеуметтік проблемалар деңгейінде көтереді. Қазіргі кездегі адамның жалғыздығы, ішкі дүниесіндегі қарама-қайшылық, жақындарының ортасында жүріп, жаттықты сезінуі көп кездеседі. Осы жайттарды көркем әңгімеге айналдыра отырып, автор адам баласының жалпы оқшау тіршілік кешетіндігін көрсетеді. Философтардың «адам болмысы негізінен – жалғыз» деген концепциясын әдеби түрде негіздейді. «Ана ғұмыр» мөлтек-романының прологі былай басталады: «Әдетте қиналған кезінде ойына балалық шағы оралады. Балалық шағының өзі екіге бөлінеді екен. Соның ішіндегі ең алаңсыз, мамыражайы әрине, әжесімен байланысты» [9, 3]. Адамның ғұмыры белгілі бір жүйеден тұрады. Негізінен адамның жас кезеңдерінің ішінде балалық шаққа қатысты концепцияда ұқсастық мол. Өйткені адамның балалық кезеңі ең бір қызықты, таңғажайып, әсерлі кезең. Оның ішінде де аса бір ерекше, тосын оқиғалар, суреттер адам жадында өшпей сақталып қалады. Әңгімедегі оқиға тұтастығы арқылы өмірлік мәңгілік заңдылықтар бейнеленеді.

Мәтін – автор үшін ой-сезімін жеткізу формасы да, тыңдаушы үшін танымдық және тәрбиелік, эстетикалық маңызы бар нысан. Көркем мәтін – күрделі жүйе. Мәтіннің бұл күрделілігі оның жанрлық түрінен де, идеялық мазмұнынан да көрінеді. Яғни мәтіннің көркемдік жүйесі әр түрлі түсіндіріледі. Әдеби туындының тұтас әрі күрделі

эстетикалық құрылым екендігі әр кезде айтылып келді. Мәселен, Н.Гартман көркем мәтіннің құрылымын бірнеше бөліктерге жіктей отырып, олардың арасындағы өзара сабақтастықты да сақтап қалуға болатынын айтады [10]. Мәтінді қарастырудың филологиялық бағыты оның ішкі мазмұнын, когнитивтік және антропоцентристік сипатын, семантикалық түрдегі ұйымдастырылу тәсілдерін кеңейтті. Осы ретте мәтіндегі дискурс, кодтық өлшемдер мәтіннің өзіне тән құрылымын тереңдетеді. Ал, көркем шығарманың осы көп қырлы сипаты балаларға арналған туындылардағы сюжет, кейіпкер, мекеншактың алуан түрлілігімен ерекшелене түседі.

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. Ингарден Р. Очерки по философии литературы. – М.: Прогресс, 1999. – 148 с.
2. Мунье Э. Персонализм. – М.: Искусство, 1992. – 143 с.
3. Грифцов Б.. Психология писателя. – М.: Прогресс, 1988. – 464 с.
4. Мұратбеков С. Шығармалары. – Алматы: Ан Арыс, 2010. – 360 б.
5. Греймас. Структура семантики. – М., 1990. – 185 с.
6. Лихачев Д. Текстология. 2-ое изд. – Л.: Наука, 1983. – 639 с.
7. Пропп В. Фольклор и действительность. – СПб.: Азбука, 2024. – 320 с.
8. Бахтин М. Эстетика словесного творчества. – М.: Искусство, 1986. – 445 с.
9. Омарова М. Ана ғұмыр. Проза. – Алматы: Жалын, 2009. – 128 б.
10. Гартман Н. Систематическая философия в собственном изложении. – СПб.: Азбука, 2001. – 274 с.

Мақала ҚР Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландыратын АР 19679524 «Қазіргі қазақ прозасындағы қалалық балалар типологиясы және ұлттық ментальдік (ағылшын әдебиеті мен қазақ әдебиеті шығармаларын салыстыру) тақырыбындағы ғылыми жоба бойынша дайындалды.

PHILOSOPHICAL SCIENCES

THE QUESTION IS ABOUT A NEW IDEA OF THE PSYCHOMETRICS OF A PERSON AS A NON-LINEAR WHOLE/INTEGRITY IN THE CONTEXT OF THE PHENOMENON OF CHAOS (HISTORICAL, CULTURAL AND PHILOSOPHICAL ASPECTS. CHINA)

Malchenko V.
applicant, Odesa, Ukraine

ПИТАННЯ ПРО НОВЕ УЯВЛЕННЯ ПСИХОМІРНОСТІ ЛЮДИНИ ЯК НЕЛІНІЙНОГО ЦІЛОГО/ЦІЛІСНОСТІ В КОНТЕКСТІ ЯВИЩА ХАОТИЗАЦІЇ (ІСТОРИКО-КУЛЬТУРНИЙ ТА ФІЛОСОФСЬКИЙ АСПЕКТИ. КИТАЙ)

Мальченко В.В.
здобувач, Одеса, Україна
<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499276>

Abstract

This article examines the development of Ukrainian philosophers in the field of social philosophy with regard to the historical, cultural and philosophical aspects of the question of a new idea of the psychodimensionality of human social reality as a non-linear whole/integrity in the context of the phenomenon of chaos and the process of chaos. An assumption is made about the observed existence of the "threshold of stability" phenomenon in the Chinese culture of the social present of this country. Also, in this article the assumption is made that this phenomenon corresponds to the conceptual model (new philosophical category) "The Whole-in-The Whole" and the concept "brain-psyche (mind/consciousness, ...)" - "b-p (m/c, ...)". But it is emphasized that this socio-cultural phenomenon needs further research.

Анотація

В даній статті розглядається розробка українських філософів в сфері соціальної філософії щодо історико-культурного та філософського аспектів питання про нове уявлення психомірності соціальної реальності людини як нелінійного цілого/цілісності в контексті явища хаосу та процесу хаотизації. Надається припущення та спостерігається існування явища «порог стійкості» в китайській культурі соціального сьогодення цієї країни. Також в даній статті висловлюється припущення, що даному явищу відповідає концептуальна модель (нова філософська категорія) «ціле-в-цілому» та концепт «brain-psyche (mind/consciousness, ...)» - «b-p (m/c, ...)». Але підкреслюється, що це соціально-культурне явище потребує подальшого дослідження.

Keywords: chaos, «The Whole-in-The Whole», philosophical aspect, "brain-psyche (mind/consciousness, ...)", China.

Ключові слова: хаос, «ціле-в-цілому», філософський аспект, «brain-psyche (mind/consciousness, ...)», Китай.

Як соціальні структури людського суспільства уникають незворотної деструкції себе в умовах незворотності періодичного хаосу і знову повертаються до свого порога стійкості, утримують його?

Один з найяскравіших прикладів утримання такого порога, тобто відродження та зберігання своєї структурної якості в умовах безперервного нелінійного хаосу, ми можемо побачити, на нашу думку, в давній історії соціально-культурного існування китайського суспільства.

Але не тільки «в давній». Тому що навіть прямо зараз ця культура Китаю демонструє один з механізмів врегулювання свого порогу стійкості.

Ми бачимо, як забезпечується це через механізм своєчасного «закриття-відкриття». Тобто через коливання стану та характер процесу відкритості та закритості суспільства. Це впливає на підтримку соціо-культурної структури. Таким чином, з одного боку, китайська культурна структура як і інші не уникає хаосу. А з другого, на відміну від інших, вона демонструє вміння користуватися

його продуктивністю, взаємодіяти з ним собі на користь. Тим самим вона спроможна забезпечувати своє існування та розвиток.

Фактично, мова йде про вміння існувати в сучасних хаотизованих соціальних умовах. Це соціально-культурне явище потребує дослідження. Як відомо, продуктивна якість хаосу описана в роботах відомого бельгійського вченого, Нобелівського лауреата І. Пригожина. Його ідеї стали теоретико-концептуальними засадами попередніх досліджень українських філософів [4], [8].

Виходячи з вищесказаного в даній статті ми хочемо розглянути історико-культурний та філософський (концептуально-методологічний) аспекти питання про можливості продуктивної взаємодії суспільства з хаосом, існування в його умовах.

Сучасна соціально-філософська думка демонструє потребу в розгляді на принципово новому рівні проблеми соціально-інформаційної взаємодії людини та соціальної реальності (суспільства,

соціального середовища) як проблеми взаємовідносин середовищ їх взаємовпливу та взаємообумовленості. Ця проблема пов'язана з людиною та продуктами її діяльності, тобто психомірними за походженням систем/середовищ [3].

В той же час у вітчизняній соціально-філософській думці існує чимала кількість робіт, присвячених цій проблемі в аспекті дослідження різних її трансформацій та модернізацій, пошукам нової ідентичності людини як суб'єкта соціальної реальності у всіх цих змінах. Але, разом з тим, ще є брак узагальнюючих історико-культурних та теоретико-концептуальних робіт, що відносяться до проблеми самої людини та її природи з позицій найновітнішого холізму, що інтегрує науковий (нейронаука, когнітивні науки, природознавство, медицина та ін.) та філософський підходи. Цей найновітніший холістичний підхід представлено концептуальною моделлю (новою філософською категорією) І. Єршової-Бабенко «ціле в цілому/ціле-в-цілому», включаючи цілісність [2, 3].

Мається на увазі дослідження людини і похідних від її діяльності (мозко - психічної) як «психомірних систем/середовищ» різної природи, в тому числі й соціальних в контексті цього підходу. Під «різної природи» маються на увазі матеріально-мозкові, з одного боку, та ідеально-психічні, ідеально-ментальні, з другого. Крім того, даний аспект дозволяє розширити поле соціально-філософських досліджень, запроваджуючи новий вимір соціальної взаємодії людини та суспільства – психомірність. Її автором-носієм є людина, а користувачем – соціокультурне середовище. Тому в роботах українських філософів актуальними стають такі соціально-філософські проблеми як психомірність соціальної реальності, «людинорічність»/«нелюдинорічність» продуктів діяльності людини, а також їх хаотизація в сучасних умовах. В тому числі вони представлені у вигляді різних гібридних систем «людина/робот», людино-машинний інтерфейс, роботизованих систем, нейронних мереж та навчальних машин, гаджетів та подібного. В цілому мова йде про штучний інтелект в його різних модифікаціях і на різному рівні [3, 4].

Сучасне суспільство живе в умовах нестабільності і ризику, що народжуються та посилюються процесами хаотизації. Образ і реалізація соціальної системи як усталеної ієрархічної структури, з якою стикається людина, йде в минуле. На зміну їй приходять не просто складний соціум як система, а як середовище, яке є «мінливим». Це доказово показано в роботі українського філософа І. М. Предборської «Мінливість, соціум, людина» [7] знаходиться в стані цілісності, постійному процесі становлення. Водночас в роботі іншого українського філософа І. В. Єршової-Бабенко (1992;2006) введено нове явище соціальних та психомірних середовищ - «мерехтливості». Автор має на увазі, що час від часу на декілька мить може виникати ціле як структура, система, але ж наступні зміни середовища потребують її трансформації. Тоді знов в її поведінці ми бачимо прояви середовища, нестійкості, нестабільності.

У цих нових умовах акцент переходить не просто і не тільки на важливість таких характеристик соціальної реальності як її хаотичність і психомірність, але й демонструє їх безперервне потенціювання одна одною, а також їх незворотність. Ці умови демонструють, що існування в соціумі, який постійно змінюється, збільшує такі вимоги до людини як ставлення до хаосу просто як до норми і вміння жити в його умовах.

Виникає нова галузь досліджень - екологія хаотизованої соціальної реальності людини, її психіки в умовах зростаючого хаосу. Ця галузь, запропонована в українській філософії на перетині століть. В ній психіка людини розглядається як складна відкрита система/середовище, що самоорганізується, виражена гіперконцептом «brain-psyche (mind/consciousness, ...)» [12]. Таке уявлення містить здатність до хаотизації і до існування в її умовах за визначенням.

Історично-культурний експурс – хаос, хаотизація:

давнина, міфи давнього Китаю. Етимологія терміну

Уявлення про Хаос як початковий етап утворення природного і соціального світу вважається універсальним. Фахівці підкреслюють, що міфологічною інформацією par excellence є космогонія як розповідь про структурування, формування упорядкованого світу з його хаотичного первісного стану. Образ хаосу, як такого, знаходимо в полінезійській, японській, китайській, давньоамериканській, (доколумбовій), єгипетській, вавилонській, грецькій, скандинавській, іудейській та інших міфологіях. Хаос здебільшого конкретизується як морок або ніч, як порожнеча або зіяюча безодня, як вода або неорганізована взаємодія води і вогню, як аморфний стан речовини в яйці, а також у вигляді окремих демонічних (хтонічних) істот, таких, як змії-дракони, стародавні велетні і боги старшого покоління.

При цьому привертає увагу те, що суть космогонічного процесу представляється фахівцям в переході від Хаосу до Порядку.

Але в нас виникає асоціація з іншою трактовкою Хаоса, сучасною, як продуктивного явища – «Порядок із Хаосу», що активує виникнення Порядку в Природі, в соціумі, в людині та в їх діалозі. Це демонструє продуктивність Хаосу. Мова йде про позицію відомого європейського вченого (1979/1984 pp.), Нобелівського лауреата І. Пригожина у співавторстві, що міститься в роботі “ORDER OUT OF CHAOS. Man's new dialogue with nature”. (Попередня назва «Альянс людини з Природою») [10]. Позиції цього автора є теоретико-концептуальними засадами дослідження в галузі соціальної філософії для створення концепції «психомірність соціальної реальності» [5, 11].

Тобто фахівці мають на увазі перехід від аморфного стану світу до впорядкованого і оформленого. Цей перехід в цілому, з його точки зору,

можна позначити як перетворення «Хаосу в космос». У міфологіях, як відомо, цей процес є представленим в різних образах: 1) перехід від водної стихії до суші; 2) відділення неба від землі; 3) боротьба з різними чудовиськами і хтонічними силами; 4) перехід від темряви до світла в результаті перемоги над злими силами, тобто захист космосу від загрозливих йому сил хаосу і тощо.

Однак ці міфологічні концепції хаосу, які є у великого числа древніх народів сформовані вже більш-менш розвиненим міфологічним мисленням, здатним створювати картини світобудови і космогенеза. За твердженням спеціалістів, в самий ранній період формування міфологій концепції хаосу не існувало, вони вважають, що міфопоетична концепція хаосу є породженням щодо пізньої епохи, яка передбачає вже певний рівень спекулятивної думки про витoki і причини сущого. Найбільш архаїчні культури (наприклад, австралійських аборигенів) практично не знають поняття хаосу.

Витоки образу «Хаос» в давньо-китайській міфології,

його історичне коріння у давньо-китайській літературі V - I ст. до н. е.

Поняття і явище «Хаос» в давньо-китайській філософській традиції.

Для давньо-китайської філософської традиції, для міфології китайської культури історично поняття (явище) «Хаос» (Хунь-дунь - хунь-тунь) є одним з найважливіших концептів китайського світогляду, особливо в його натурфілософському аспекті. Але ще й досі в літературі підкреслюється етимологічна неясність слова, з одного боку, та простежуваність значення «початковий («водний») Хаос», з іншого.

В ранньокитайській міфології таке трактування демонструє прояви будь-якої просторово-часової визначеності у вигляді сторін світу, пір року і т. і.

Також у давньо-китайській міфології підкреслюється початковий «хаотичний» стан світу, що асоціюється з цим образом стану міфологічних персонажів. Такі погляди, як відомо, звичайні в пам'ятках даоської орієнтації IV-II ст. до н. е. Маються на увазі такі тексти як «Чжуан-цзи», «Хуайнань-цзи» та «Ле-цзи». Поряд з цим прийнято виділяти ще чотири трактування Хаосу в давньо-китайській міфологічній традиції.

Другим трактуванням Хаосу в давньо-китайській традиції можна визнати трактування Хаосу як якоїсь живої істоти з ознаками первозданної неподільності. (В певній мірі ця позиція асоціюється в нашому дослідженні з концептуальною моделлю «ціле-в-цілому/цілісність-у-цілісності»: якщо ми хочемо такий об'єкт дослідження поділити за науковою традицією на частини, то воно зникає. Тобто мова йде про те, що є такі цілісності, котрі ми не можемо розчленувати і не загубити їх. Це почуття людини, наприклад, і подібне [2]. В цій традиції Хаос розглядається як бог середини, в якого часто зустрічалися бог Південного моря Шу і бог

Північного моря. Відома легенда про те, що вони замислили віддячити Хунь-Дуню («Хаосу») за доброту і сказали: «У всіх людей є сім отворів (в голові), щоб бачити, чути, їсти і дихати, і тільки у Хунь-Дуня немає жодного». Вони почали свердлили отвори, роблячи кожен день по одному, але Хунь-дунь помер. В контексті сучасного знання, це трактування викликає, на наш погляд, особливий дослідницький інтерес, як мінімум, через два аспекти.

По-перше, це те, що цифри «сім», асоціюючись із шумерсько-вавилонським трактуванням Хаосу, знайденим, як відомо, на семи глиняних табличках.

По-друге, дослідницький інтерес викликає те, що ідея «семи отворів» пов'язана з образом руйнування Хаосу при спробі приведення його до певного порядку. В даному випадку – семи отворів. Для даного дослідження останнє має особову важливість тому, що асоціюється з нашою пропозицією формування та розвитку у людей та влади вміння існувати в умовах Хаосу, що характеризує сучасний соціальний світ, сучасну соціальну реальність. Цю особливу важливість ми бачимо в тому, що в умовах приведення, наприклад, соціального Хаосу до соціального порядку руйнується не просто і не тільки сам соціальний Хаос. Але ж в дійсності руйнується людиномірність тієї соціальної реальності, в умовах якої живе людина. З нашої точки зору, це пов'язано з роллю психомірності соціальної реальності, притаманної людині, що забезпечує їй життя в прямому сенсі. Як відомо із сучасних наукових досліджень, стан крайньої нерівноважності, хаотичності поведінки є обов'язковою умовою життя людини і всього живого. Тому виникає ще один зв'язок: з одного боку «Хаос як жива істота» в давньокитайській міфології, а з другого – «Хаос як вираз стану крайньої нерівноваги середовища (системи, структури), що є умовою існування живого» з точки зору сучасних науковців.

Третім трактуванням Хаосу в давньо-китайській традиції можна визнати трактування Хаосу як міфічного звіра і теж з ознаками неподільності, хоча помітно ослабленими. Так, наприклад, в книзі «Шень і цзин» («Книзі про чудове і надзвичайне»), яку приписують Дунфан Шо, II-I ст. до н.е., присутній образ звіра, схожого на довгошорстого собаку з ведмежими лапами, але без пазурів. «У нього є очі, але він не бачить; ходити не вміє, є вуха, але він не чує, зате чує наближення людини».

У цьому трактуванні звертає на себе увагу те, що воно перегукується з попереднім через асоціацію присутності тут «непрацюючих отворів» - очей і вух. В сучасній науковій та методологічній термінології це можна трактувати як перехід від хаосу до структури нового порядку, враховуючи ослабленість ознак неподільності в запропонованому способі.

Четвертим трактуванням Хаосу в давньо-китайській традиції можна визнати його образ як образ якоїсь міфічної птиці Ді-Дзян. Цей образ згадується, наприклад, в такому джерелі як «Шань хай цзин» («Канон гір і морів») [9]. У тексті йдеться, що

птиця нагадує мішок, що випускає кіноварно-червоний вогонь, з шістьма ногами і чотирма крилами, але без обличчя і очей. Тут звертає на себе увагу присутність цифр, з одного боку, і відсутність «отворів», з іншого, - очей і обличчя. У аналізованій літературі згадується припущення, що в даній

інтерпретації відбулися архаїчні уявлення про небо у первозданному неподільному хаосі.

Нарешті, відомо п'ять трактування Хаосу в стадіально пізнішій історизованій китайській міфології, де представлено кілька негативних антропоморфних персонажів, в т. ч. Безпутний і злий син міфічного государя Ді-Хуна.

Пять трактувань Хаосу в давньокитайській міфологічній традиції

Хаос - «початковий («водний») Хаос».	В ранньокитайській міфології таке трактування демонструє прояви будь-якої просторово-часової визначеності у вигляді сторін світу, пір року і т. і. Підкреслюється початковий «хаотичний» стан світу, що асоціюється з цим образом стану міфологічних персонажів.
Хаос - Жива істота, неподільна.	Бог середини. Сім отворів: якщо їх закрити, то Хаос помирає.
Хаос - Звір неподільний	Очі є, але не бачить. Ходити не вміє. Вуха є, але не чує. В той же час чує наближення людини.
Хаос - Міфічна птиця Ді-Дзян.	Немає отворів – очей, обличчя
Хаос – Безпутний злий син міфічного государя Ді-Хуна	Хунь-дунь і Юй-чжоу

Важливою для нашого дослідження позицією в давньо-китайських міфах виявляється поетапне ускладнення в ході космологічного процесу просторово-часових структур, що веде до становлення (розгортання) повноцінного «космосу». «Космос» позначається терміном юй-чжоу, що буквально означає «чотири сторони світу, zenit і надир» (юй (2)) і «минуле, сучасне, майбутнє» (чжоу (1)).

Розгляд даної опозиційної пари хунь-дунь і юй-чжоу в даоському ключі породжує такі символи як неспроявлене, неоформлене і навіть ненароджене. Вони, в свою чергу, служать метафорою дао як речі, «вічно попередньої» всякому порядку [6].

Одночасно «хаотичність» висувається і в якості важливої властивості розуму даоського мудреця, який сам характеризує його як «серце-розум дурня», що відрізняється від звичайних людей саме своєю «тупістю» і «темрявою», що охороняють його від «обробки» і «структурування» за допомогою ненависного «освіти»-«сюе» [6].

Тільки Хаос в давньо-китайському трактуванні здатний володіти початковою цілісністю (нерозчленованістю). Її втрата веде до більш-менш віддаленої смерті-знищення, і тільки ототожнення з ним може забезпечити індивіду збереження або відновлення шуканої цілісності.

Останнє положення представляє для нас особливий дослідницький інтерес, так як асоціюється з концептуальною моделлю (новою філософською категорією, принципом) «ціле в цілому/ціле-в-цілому», включаючи цілісність і нелінійність, запропонованою на рубежі XX - XXI ст. в українській філософії [2].

Трохи пізніше, в «Каталозі/каноні гір і морів» [9], міфологічний образ «Хунь дунь» персоніфікується, набуваючи характерний для «народної» релігії фантастичний вид природного духу-шень або духу-птиці.

Образ птиці стає в нашому дослідженні асоціацією з образом птаха в трактуванні психіки античної міфологічної традиції, що буде розглянуто в наступній статті [1].

Іноді «Хаос» в давньо-китайській міфології розглядається як вихідний пункт космогенеза, що попереджує дао як принципу, що регулює вже диференційований універсум («Дао Де Цзін», & 25 - про дао: «С річ, в Хаосі сформована, перш Неба і землі народжена») [6].

В даоських текстах нерідко замість слова Хунь-дунь вживаються похідні від нього (хунь, хунь-хунь, дунь-дунь і т. ін.), які зазвичай використовуються як метафори невимовної простоти дао і субстанційної єдності універсуму.

Як відомо, ряд видів даоських релігійних практик спрямований на «повернення» до початкової простоти і цілісності Хаосу, втрата яких вважається в цій традиції початком світової деградації.

Теоретико-концептуальні витоки поєднання хаосу, хаотизації та соціальної сфери

Процеси хаотизації соціальної реальності починаються в моменти біфуркацій соціальної системи (І. Пригожин), коли під впливом різних подій/флуктуацій соціальна система втрачає стійкість і переходить в особливий режим функціонування. Виникаючий при цьому соціальний хаос стає джерелом нових можливостей і нових шляхів розвитку системи.

Однак в сучасних умовах на перше місце виходить політична стратегія. Але ж і вона виконується людиною-політиком/лідером. В концептуально-методологічному контексті виявляються нові аспекти дослідження системи психіки, мозку і свідомості людини, її гібридність, людиномірність і здатність

до хаотизації на підставі гіпертеорії і філософського концепту «brain-psyche-mind/consciousness» виявляються нові аспекти дослідження системи психіки, мозку і свідомості людини, її гібридність, людиномірність і здатність до хаотизації.

Формулюючи попередні висновки, ми маємо підкреслити наступне.

1. Ми вважаємо, що існує соціотультурне явище історичного походження, що виражене порогом стійкості, притаманним за визначенням системам та середовищам відповідного типу.

2. Одним з соціотультурних прикладів як в давнині, так і в сучасності можна виділити культуру Китаю.

3. Поріг стійкості, як відомо, виконує управляючу роль в умовах незворотного безперервного нелінійного хаосу.

4. Сучасні умови існування людини, соціуму та культури, в тому числі в Китаї, характеризуються присутністю даного типу хаосу.

5. Не всі країни (соціальні устрої) демонструють вміння використовувати явище порога стійкості для того, щоб уникати незворотної деструкції себе. Одним з продуктивних прикладів є Китай з його соціо-культурними традиціями.

6. Явище «порог стійкості», притаманне умовам хаосу, потребує наукового дослідження в сучасних умовах поширення хаосу на соціо-культурному рівні багатьох країн.

7. Теоретико-концептуальним інструментом дослідження може виступати концептуальна модель (нова філософська категорія) українського філософа «ціле-в-цілому» (додаючи «цілісність») [2].

Список літератури:

1. Yershova-Babenco I. V. Metodolohiya yssledovanyia psykhyky kak synerhetycheskoho obekta. O.: ODEKOM, 1992. – 124 c.
2. Yershova-Babenco I. V. Psykhsynerhetycheskye stratehyy chelovecheskoi deiatelnosti (Kontseptualnaia model). V.: NOVA KNYGA, 2005. – 360 c.

3. Єршова-Бабенко І. В., Жижко Т. А. Психомірність людини та її поведінки. К.: ЦП Компрінт, 2024. – 220 с.

4. Єршова-Бабенко І. В., Козобродова Д.М. Психомірність соціальної реальності в аспекті самоорганізації як предмету соціально-філософського і психосинергетичного аналізу. О.: Бондаренко М.О., 2020. – 224 с.

5. Козобродова Д.М. «Соціальна реальність як психомірне середовище в психосинергетиці». Proceedings of the 9 International Scientific and Practical Conference “International forum: problems and scientific solutions”, № 97. February 6-8, 2022, Melbourne, Australia. - P. 203-206.

6. Лао Цзы. Дао дэ цзин. «Книга пути и достоинства». М.: Центрполиграф, 2016. – 224 с.

7. Предборська І.М. «Мінливість, соціум, людина». С.: Видавництво Слобожанщина, 1996. – 136 с.

8. Селіверстова Г. С. «Входження постнекласичного гуманітарного поняття «хаос» в освітню сферу: соціально-філософський аспект проблеми соціалізації особистості», Освітній дискурс: збірник наукових праць (філософія, педагогіка), Випуск 12 (4), с. 36-45.

9. Яншина Э. М. (2004), «Каталог гор и морей (Шань хай цзин)». М.: Рипол Классик, 2004. – 349 с.

10. Ilya Prigogine, Isabelle Stengers. «ORDER OUT OF CHAOS. Man's new dialogue with nature. Heinemann». L.: Heinemann, 1984. – 349 p.

11. Kozobrodova D. «The conception of psychomodery? of social reality. Exit to more anthropological orientation». International scientific conference «The days of science of the faculty of philosophy-2023», May 11-12, 2023 (ABSTRACTS). Publishing centre «Kyiv University». Kyiv. C. 629-632.

12. Yershova-Babenco I. Integrity and initial “hybridity” of the “brain-psyche-mind/consciousness” hypersystem. research methodology // Norwegian Journal of development of the International Science. №31 (2), 2019, P. 58–64.

PHYSICAL SCIENCES

SPACE DEFECT: INTERSPACE MATTER TRANSITIONS

Bashirov M.

Candidate of physical and mathematical sciences, associate professor,

Abbasov V.

student,

Baku State University

Baku, Republic of Azerbaijan.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499278>

Abstract

The causes of gravitational phenomena between objects in the universe have always been an object of interest. Many such phenomena have led to the emergence of hypotheses about the existence of multidimensional spaces. This approach has not preserved its relevance until now in A. Einstein's time. In his presentation, defects in space and the events caused by them were discussed as a result of "astronomical disasters" in space. At the same time, an attempt was made to explain black holes, which are considered the most complex objects in the Universe, through this approach. Spatial defects have actually been shown to be the solution to many problems. The most important of these is how gravitational waves are generated. The information provided by gravitational waves proves the validity of many theorems. The importance of studying them in detail has been emphasized once again.

Keywords: gravitational field, 4-dimensional space, space defect, black holes, gravitational waves

Introduction. The reasons for the phenomena of attraction in the universe have always been an object of interest. I. Newton could not fully clarify why objects attract each other. This issue was later clarified by A. Einstein. According to A. Einstein, space and time are complete and resemble a material. Any object with

mass affects this material and bends it. The twisted material resembles a hole, and the greater the mass of the object, the wider the resulting hole. Since the hole formed by low-mass objects is smaller than the hole formed by large-mass objects, they orbit large objects [1].



We cannot observe this resulting hole. A. Einstein explained the reason for this by suggesting the fact that this hole exists in 4-dimensional space. In fact, it can be noted that the bending of this material does not depend on the properties of the objects, but only on their masses. Celestial bodies are distributed in space in a certain regular manner depending on their mass and distance between them. Because, although the objects in the Universe have different properties in different places, they are parts of a single whole. This fact specifically requires that celestial bodies have a certain regularity for their mass distribution. We noted that this distribution for celestial bodies depends on mass and distance. The quantity that links these two concepts is the potential of the gravitational field. In order for celestial bodies to be in balance, their potential should not differ in terms of energy. That is, the distance, which we call the radius of the circle of attraction, should have such a value that their potentials are the same.

$$M_1/R_1 = M_2/R_2 = \dots = M_n/R_n \quad (1)$$

M-the mass of the celestial body, R-the radius of the gravitation circle(1). Based on the statement, let's

try to prove this fact for the Sun and the Earth. Let's use the values of these quantities for the Sun and the Earth. $M_G = 1,9888 \cdot 10^{30}$ kg, $R_G = 1,455 \cdot 10^{12}$ m, $M_Y = 5,97237 \cdot 10^{24}$ kg and $R_Y = 3,844 \cdot 10^8$ m because it is.

$M_G/R_G = 1,9888 \cdot 10^{30} / 1,455 \cdot 10^{12} \sim 1,015 \cdot 10^{18}$ kg/m;
 $M_Y/R_Y = 5,97237 \cdot 10^{24} / 3,844 \cdot 10^8 \sim 1,015 \cdot 10^{18}$ kg/m
 relationships pay off. From the calculations, we see that the condition $M_g/R_g = M_y/R_y$ is satisfied. Therefore, the expression $M = X \cdot R$ (2) is satisfied for celestial bodies. The reason for the approximation of the value of the X-constant is obvious. Because other celestial bodies affect the observed celestial body [2].

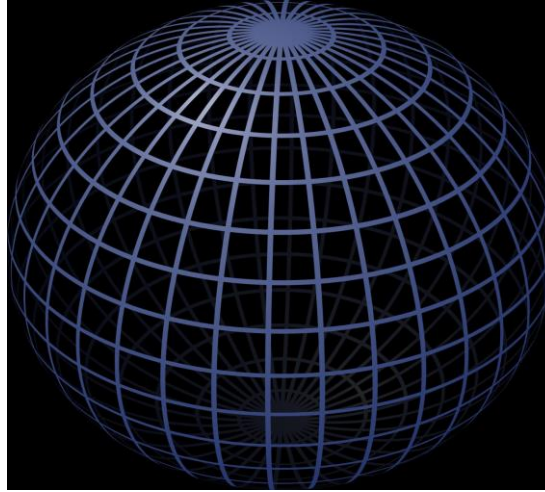
In 1905, A. Einstein combined space and time with the theory of special relativity and showed that movement in space affects the passage of time. In the 3-dimensional space we exist in, everything is actually energy. The existing unit of energy forms 3-dimensional space. 3-dimensional space is located within multi-dimensional spaces. Space and time are one whole. Hence, events occurring in high-dimensional spaces cause corresponding motion in 3-dimensional space, space, and time. In fact, all objects that exist in

the Universe have motion. Movement, in turn, affects the flow of time. We can write what we said mathematically as follows:

$$\text{Time} = \text{Space/Motion} \quad (3)$$

We conclude that these concepts are related to each other. The speed of light is considered the fastest speed for elementary particles in 3-dimensional space. Elementary particles do not have enough energy to

reach a value greater than this speed. The expansion rate of the universe is considered to be greater than the speed of light. This fact, in turn, leads to the fact that the speed of energy propagation in wires is greater than the speed of light. Strings are generally shapers of 3-dimensional space[3]. That is, it would be most correct to describe 3-dimensional space as a spatial grid of strings.



Problem: If the energy of any object is greater than the energy of the net of these strings, that object can cross the 3-dimensional phase. In doing so, that body will move into 4-dimensional space. At this time, there will be a defect in the space network of the wires. Based on the dependence between energy and speed, it is possible to explain the occurrence of this phenomenon by the fact that the speed of objects can exceed the speed of light. $E=mc^2$ (4) it would be more correct to write the expression for strings in this form: $E=mv^2$. As we can see, compared to strings, their mass is very small ($\sim 1,4 \cdot 10^{-84}$ kg [3]) since if objects with a certain mass have a speed greater than the speed of light, they can easily move into 4-dimensional space. At this time, a certain defect will appear in the space. Note that there are various objects in the Universe that can be explained by this approach. Let us clarify what we are

saying. Rotational motion is characteristic of any celestial body. For rotating celestial bodies, the intensity of the gravitational field takes a certain value. For celestial bodies, the cosmic velocity I is directly related to the intensity of the gravitational field as follows.

$$V_I = \sqrt{g \cdot R} \quad (5)$$

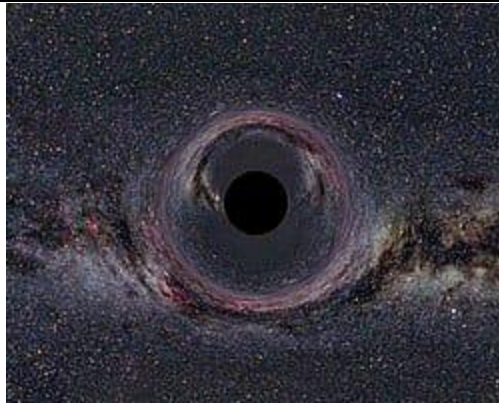
where v_I is the cosmic velocity I for the celestial body, g is the gravitational field intensity for the celestial body, and R is the radius of the celestial body

At the same time, there must be a certain relationship between the cosmic speed I and its rotation speed for celestial bodies. Combining these facts, we can explain the properties of black holes, the most complex objects in the Universe. The gravitational field of black holes is so strong that even light cannot escape [4].



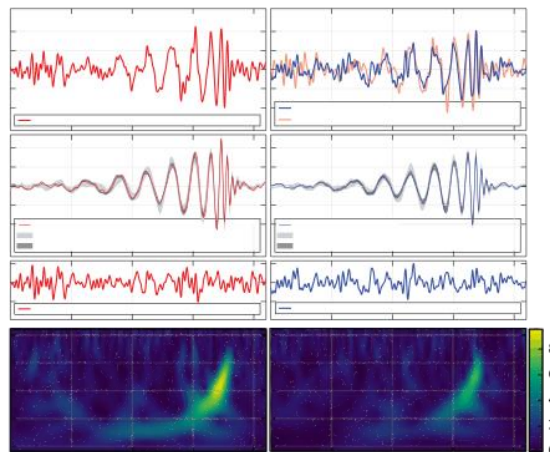
So, for black holes, the cosmic velocity I is greater than the speed of light. Based on the above facts, we can say that the rotation speed of black holes is equal to or greater than the speed of light. It can be seen from expression (4) that since the masses of black holes are very large, their energies will be much larger. However, it is not correct to explain the value of this energy exactly with the masses of black holes. Because they exist

in planet-sized black holes. So, the main issue here depends on the speed. As a result of such great velocities, the energy of black holes is extremely large. Such a large energy is enough to create a defect in space. As a result of this defect, black holes seriously bend space. At the same time, time flows more slowly near black holes [4].



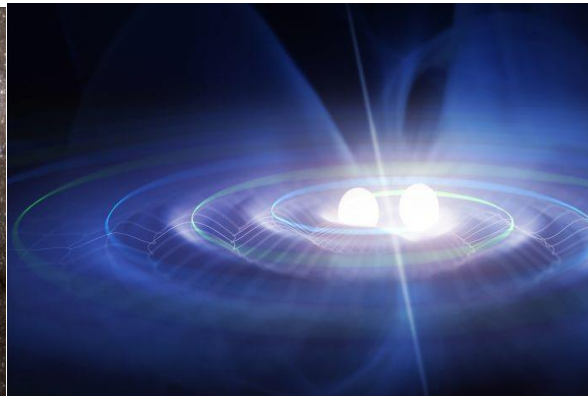
Problem solving. These facts are easily explained by expression (3). By the way, we can say that black holes differ from each other according to their properties. These differences are related to the variety of defects created in space. Since black holes are defects, they can be considered interstellar transitions. That is, matter flows from 3-dimensional space to 4-dimensional space or vice versa. Of course, this mentioned flow of matter will occur according to the characteristics of spaces. The fact that makes the study of 4-dimensional space relevant is that it exists in 4-dimensional space in the gravitational field [2]. We can define

this field only by its effect on objects. Just as there are electromagnetic waves related to the electromagnetic field, there must also be gravitational waves related to the gravitational field (in 4-dimensional space). A. Einstein stated this fact 100 years ago. Since then, some physicists have been searching for those waves. In the end, the search paid off. Gravitational waves do exist. On September 14, 2015, the Interferometric Gravitational Wave Laser Observatory detected gravitational waves.



At the heart of the station is a laser and a semiconductor mirror. The laser beam is split into two parts by this mirror, and after traveling the same distance, it returns back through the all-conducting mirror, and the difference between the light waves is measured by a very sensitive sensor [5]. Note that since the distance

and speed of light are the same, there should be no difference between the waves, but this was not the case and Einstein was proven right. The reason was the ripples of the Universe, caused by the collision of black holes 1.3 billion light years away.



So, if we don't feel it, when these waves pass through the interior of the Earth, they change its shape even if it is a little bit, that's where this difference comes from. Note also that the masses of the colliding black holes were 36 and 29 times that of the Sun, and the newly created black hole should have been 65 times that of the Sun, but a black hole with a mass of about 62 times was formed [6]. But what happened to the remaining 3 solar masses? Let's remember the formula $E=mc^2$. Mass is needed for energy to exist. That is, the remaining 3 solar masses are spent on energy. This energy is directly related to gravitational waves.



As these substances move into 3-dimensional space, they acquire the property of mass. Since these waves reach us from very long distances, it is very difficult to observe them. It is clear that the larger the defect created in the space, the larger will be the flow of matter into the 3-dimensional space. The cause of the observed gravitational waves was the enormous energy

Result. From what we said, we can conclude that black holes are defects created in space. Interspatial matter flows through them. In 3-dimensional space, each object has a certain mass, shape, etc. has such qualities. That is, every object moving into 3-dimensional space has a certain shape, mass, etc. acquires such characteristics. We noted that the gravitational field exists in 4-dimensional space, as well as its own gravitational waves. Therefore, gravitational waves flow into 3-dimensional space through black holes.

generated during the collision of two massive black holes. As a result, it was possible to determine gravitational waves. At the same time, in addition to black holes, gravitational waves are observed due to the explosion of stars, and in general, due to the defect caused by the release of large energy during the "astronomical catastrophe".



The discovery of gravitational waves confirms an important aspect of the theory of relativity. This discovery opens a new page in the study of space. So, from now on, electromagnetic radiation will no longer be the only method of studying the Universe. As Scott Hughes, an astrophysicist at the Massachusetts Institute of Technology, said, scientists will be able to study still-mysterious space objects with the help of gravitational waves[7]. Gravitational waves contain enormous amounts of information. As a result of the forms of vibrations that occur in space and time, it is possible to learn the dimensions and other characteristics of cosmic objects that cause those vibrations. In other words, from now on, scientists can learn not only the facts about the baryonic mass, which makes up 5% of the Universe, but also the remaining 95%.

References:

1. Abbasov V., Sarmasli V. "M THEORY". NJD-128. 2024.
2. Bashirov M., Abbasov V. "A new approximation to Dark matter". NJD-132. 2024.
3. Bashirov M., Abbasov V. "String theory: another approach to phenomena" NJD-141. 2024.
4. Davies, P.C.W. "Thermodynamics of Black Holes". Reports on Progress Physics. 1978
5. Naeye, Robert. "Gravitational Wave Detection Heralds New Era of Science" 2016.
6. "Einstein's gravitational waves 'seen' from black holes" BBC News. 2016.
7. "Asymptotic gravitational-wave fluxes from a spinning test body on generic orbits around a Kerr black hole"- Viktor Skoupy, Georgios Lukes-Gerakopoulos, Lisa V. Drummond, Scott A. Hughes. 2023.

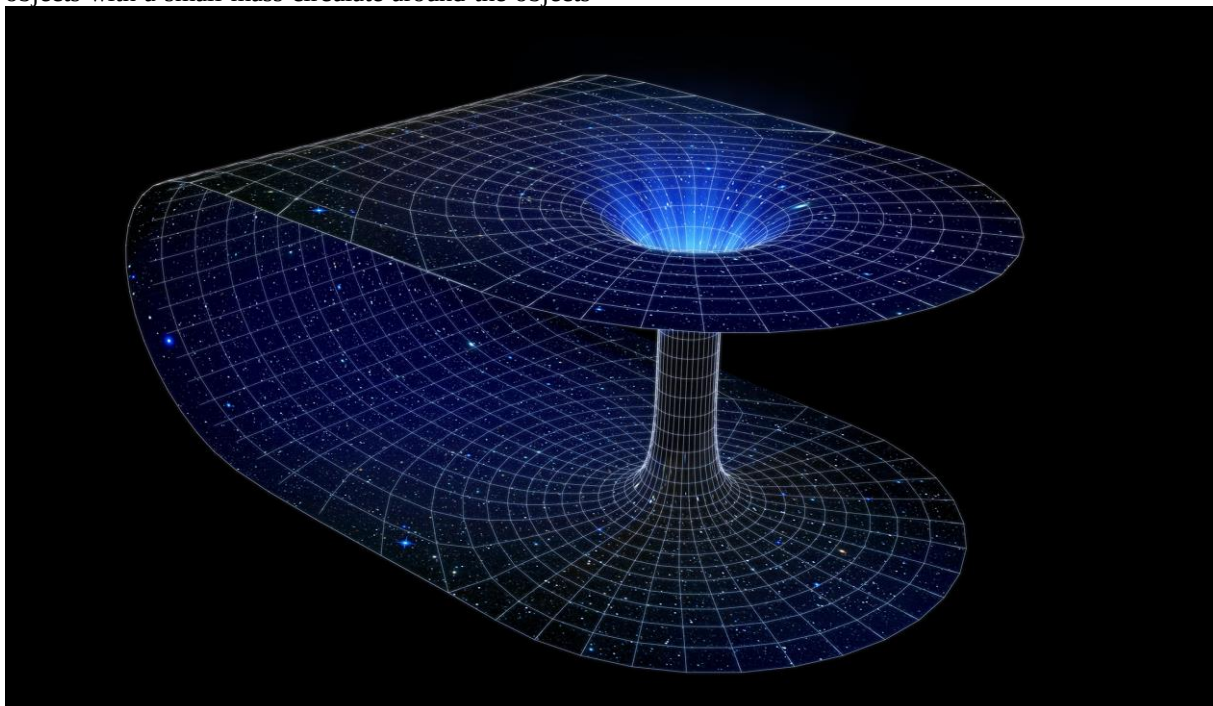
A SHORTCUT TO SPACE TRAVEL: THE SPACE TUNNEL**Abbasov V.***Baku State University, student.***Bayramova T.***Candidate of physical and mathematical sciences, docent.**Baku State University**Baku, Republic of Azerbaijan.*<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499280>**Abstract**

The causes of gravitational phenomena in the universe have always been an object of interest. In the end, it became clear that the reasons for the formation of the gravitational field cannot be fully explained by 3-dimensional space. As A. Einstein rightly noted, the properties of the gravitational field should be characterized by 4-dimensional space. A. Einstein combined this idea, that is, the results about the gravitational field, in his general theory of relativity. In modern science, the events occurring in the Universe are explained on the basis of the solutions obtained from A. Einstein's theory of relativity. In addition, an issue arising from the solutions of the theory of relativity is the existence of a space tunnel. A space tunnel is one of the shortest ways to travel through the Universe. In the presented work, modern approaches to the existence of the space tunnel were considered. At the same time, new ideas about the possibility of creating a space tunnel with our modern technological capabilities were mentioned. In the end, theoretical approaches to effectively use the positive results of the experience were touched upon.

Keywords: gravitational field, general relativity, gravitational waves, space tunnel, large adron collider.

Introduction. The phenomenon of attraction in the universe has always been an object of interest. Until the beginning of the 20th century, it was known to science that there is a force of gravity between objects in the Universe, but the reason for this was not completely clear. At the beginning of the 20th century, A. Einstein proved that space and time are a single entity through the theory of special relativity. Along with this, A. Einstein established the theory of general relativity and integrated this theory in the field of gravity. According to A. Einstein, space and time are complete and look like a piece of material. Any object with mass bends this material. A hole is formed in the bent part, and thus the objects with a small mass circulate around the objects

with a large mass [1]. According to A. Einstein, this material exists in 4-dimensional space. In many theoretical studies, A. Einstein was found to be right [2]. Another conclusion from general relativity is the question of the existence of space tunnels. The space tunnel is an object that connects different points of space and time, and its existence depends on the special solution of the equations of A. Einstein's theory of relativity. A space tunnel can connect billions of light years or more, parallel Universes, or different points in time. This is hypothetical, the space tunnel has not yet been discovered. However, mathematical and theoretical calculations show that they may exist.



The concept of a space tunnel was first proposed by Ludwig Flamm in 1916. Looking at the equations of Einstein's theory of general relativity, Flamm pointed out that a celestial body, which he named a white hole, with the exact opposite properties of black holes, could theoretically be possible. He thought it might be possible to build a bridge between a white hole and a black hole. In 1935, A. Einstein and Nathan Rosen proposed the existence of spatial bridges in space-time using the theory of general relativity. According to their thinking, these bridges act as a tunnel that bends space and creates a short distance between two different points. These tunnels have two parts: entrance and exit [3]. It is clear from this that an object entering this tunnel in space will reach the other side faster than at a normal distance. Since space and time are complete, we can also note that the space tunnel connects not only two spaces, but also two times. Therefore, the space tunnel can connect a certain moment in time with the previous time.

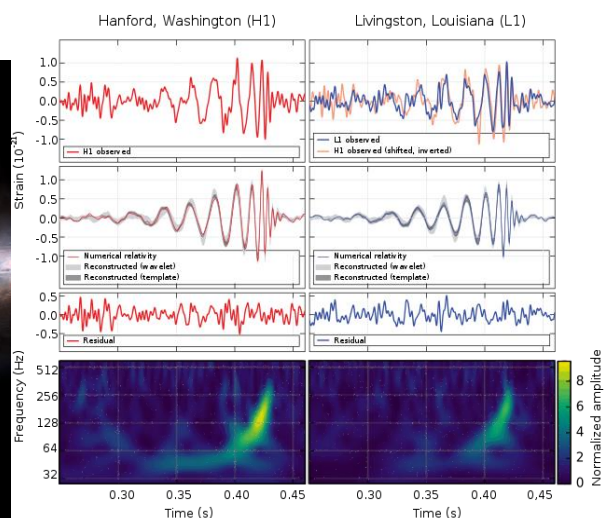
Setting the issue. Let's look at some cases of general relativity. There must be a black hole on either side of the space tunnel. But naturally, a black hole cannot

create a space tunnel by itself as a dying star collapses. Therefore, many scientists think that the space tunnel is only a part of a space in 4-dimensional space [4]. It is known that the whole phase is composed of vibrating strings. There is a continuous exchange of energy between these strings [5]. But in some cases, for example, during astronomical disasters, the space between these strings becomes too large for their dimensions, and at this time, depending on the distance, the energy exchange between the strings disappears, so this part of space cannot restore itself. At this time, as a result of this defect in the 3-dimensional space, matter transitions from the 4-dimensional space [6]. Since everything that exists in 3-dimensional space has mass and shape, every object that moves into this space gains these properties, or rather, loses some additional properties. As we mentioned above, it is already known that the gravitational field exists in 4-dimensional space. These material entities that exist in 4-dimensional space cannot be seen or felt. As a result of an astronomical catastrophe, the observed gravitational field shifts from 4-dimensional space to our space. It was possible to observe this field as it took the form of a wave.



Therefore, there must be a defect created in space in the part where the gravitational waves are detected. As a result of research, these waves were discovered for the first time in black holes. It turns out that black holes are actually defects in space.

From this point of view, one side of the space tunnel cannot be a black hole. Black holes bend space so much that time passes more slowly around it, and at the same time defects appear in space. It can be said that kinks present in phase do not always cause defects. If



values close to the energy released by the explosion are obtained, some faultless bending will occur in the cavity. The mechanism of creating a space tunnel can be justified in this way. To visualize the space tunnel more clearly, it is necessary to imagine space as a 2-dimensional space. The space tunnel will now appear as just a hole. However, beneath the 2-dimensional level lies a 3-dimensional cylindrical bridge. The end of this tunnel will appear as a hole at any point in 2D space. Actually, the space tunnel looks like these.



Solution of problem. A space tunnel can allow any object to travel at speeds greater than the speed of light without exceeding the speed of light. Through space tunnels, it is possible to travel to greater distances in the Universe in a short time. This fact shows the importance of detecting tunnels. It may be possible to create these tunnels through existing devices. From what we mentioned above, it is possible to create a space tunnel if we can get an energy level close to the energy of a star at the moment of explosion. The length of the space tunnel will vary depending on the price of this energy. Therefore, it is necessary to look at the events

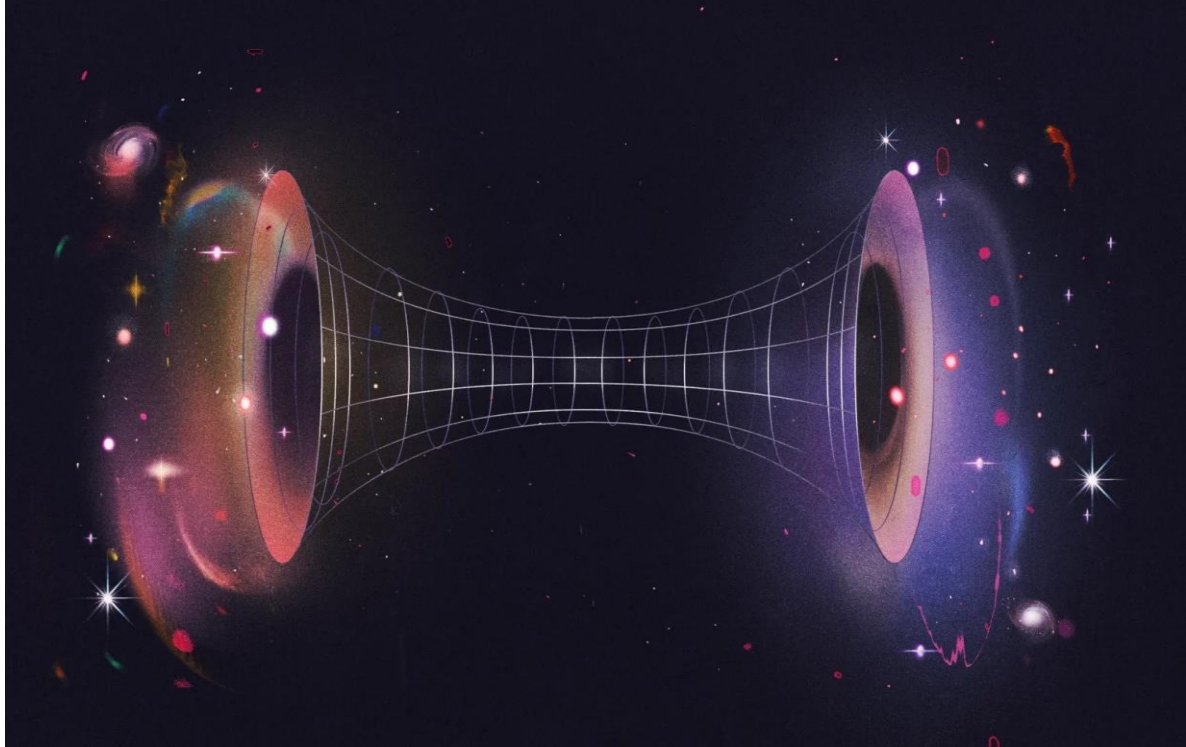
where it is possible to obtain energy close to this energy level. This includes the great energy generated by the collision of particles. The European nuclear research center, where the properties of particles are studied in detail, is located on the border of France and Switzerland. The largest device in this center is the Large Hadron Collider. The length of this facility is 26.7 km and it is located at a depth of 100 meters. The Large Hadron Collider is designed to collide protons with an energy of 14 TeV [7]. In 2012, such a collision took place, and as a result, a temperature of 5.5 trillion degrees Celsius appeared [8].



Since the value of thermal energy per wire at this temperature is much greater than the exchange energy between the wires, a defect will occur. At this time, all the energy will be transferred from one space to another. That is, this heat will disappear in a short time. This theoretical fact is consistent with the obtained result. If this energy were released piecemeal, then a ripple would be observed in space. Thus, it will be possible to create a space tunnel.

Results. Like the Large Hadron Collider, but smaller, let's place two identical devices parallel to each

other at a certain distance L and collide protons inside these devices at the same time. Release large amounts of absorbed energy evenly around the unit. At this time, there will be a significant energy difference between the internal and external parts of the device. This energy difference indicates the ratio of the curvature of the cavity at the edges of the device to the interior. A tunnel of length L will be formed between the devices as a result of the energy exchange as a result of the touching of the spatial parts wrapped by both devices.



It is now possible to study the movement of the object in this system. If we send the object outside this system to the same distance L with speed V , the time taken for the object to cover this distance will be t . Now let's send the same body into this system we have prepared. This trip, the object we send with the same speed V will cover the distance L between the devices in time t' . These times will differ from each other by a billionth of a second. As a result of analyzing the results obtained

from the experiment, it is possible to determine the relationship between the released energy and the obtained time period Δt . This relationship will allow us to determine the energy needed to travel an arbitrary distance in the Universe in a short period of time. Attempts to create a space tunnel in space will facilitate the exploration of the Universe by humans despite its infinite size.



As the technology develops, we will be able to take a closer look at the still unsolved celestial objects in the Universe through the space tunnel. In this regard, the efforts made in this direction will contribute to science both theoretically and experimentally. Astronomy

will become not only an observational science, but also an experimental science.

References:

1. Abbasov V., Sarmasli V. "M THEORY". NJD-128. 2024.

2. Bashirov M., Abbasov V. " A new approximation to Dark matter". NJD-132. 2024.
3. Scholz, Erhard. Herman Weyl's Raum-zeit-Materie and a General Introduction to His scientific work. 2021.
4. Schirber, Michael." Worm holes open for Transports". 2019.
5. Bashirov M., Abbasov V. " String theory: another approach to phenomena".2024.
6. Bashirov M., Abbasov V. " Spatial defect: interspatial matter transitions". NJD- 146. 2024.
7. "The Large Hadron Collider". CERN. 2023.
8. " LHC to run 4 TeV per beam in 2012". Media and Press Relations. CERN.2012.

Kulikov V.*Doctor of Phys.- Math. Sciences. Professor
Tomsk Agricultural Institute, Tomsk, Russia
<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499282>***Abstract**

The primary and secondary processes of anodic electrical breakdown in dielectric materials are considered. The primary process of formation of the breakdown channel is caused by the mechanism of generation of free electrons by means of interatomic Auger transitions in the valence band of the dielectric. The secondary processes are connected with destruction of the channel surface by bombardment with accelerated ions in a strong non-uniform field and impact multiplication of ions during collision with conglomerates of atoms of the substance in the region of its gas phase.

Keywords: electrical breakdown of insulators, electrical breakdown mechanisms

Introduction

Electrical breakdown of dielectric materials remains a pressing issue in the development and operation of high-voltage devices and structures. Modern breakdown studies are related to the production of insulators of very complex design using additive manufacturing (3D printing) [1], assessment of the electrical strength of dielectrics of complex composition, in particular various HDPE/PP and LDPE/PP mixtures [2], study of the influence of barriers and interfaces on the electrical strength and service life of insulation samples [3-5], study of the degradation processes of dielectric properties of liquids in a strong electric field [6], and the use of ether liquids as an analogue of mineral oil for transformer equipment [7].

The theoretical model of the electron avalanche by A. von Hippel, H. Fröhlich [8] is used by the authors [for instance, 9-11], but is not dominant at present. Electrical breakdown from the anode (anodic breakdown) in alkali halide crystals (AHC), CdS semiconductor, polymers [12-23], liquid dielectrics [24-26] is satisfactorily described by the mechanism of cascade Auger transitions in the valence band of the dielectric. The appearance, movement and orientation of the electrical breakdown channel are determined taking into account data on the crystal-chemical and energy structure of the substance.

The mechanisms of cathodic breakdown are associated by researchers with the influence of electrons injected from the cathode. In alkali halide crystals, according to the authors of [9], impact ionization and excitation of luminescence centers are observed only in channels of increased electrical conductivity created under the influence of a super-strong electric field. These channels are areas with a modified structure, having a high concentration of linear and point defects.

For polymeric materials, K. Kao [27, 28] proposed a multi-stage process of macromolecule rupture in an electric field. The process includes the injection of electrons from the cathode into the polymer and the capture of the injected electrons with the release of energy approximately equal to the depth of the trap. This energy is transferred to another electron, resulting in the emergence of hot electrons. The latter cause the disintegration of macromolecules into free radicals. The mean free path of electrons increases in areas of lower density

(due to the destruction of macromolecules). This creates conditions for impact ionization of molecules, which leads to a sharp increase in current. The released heat initiates the destruction of the polymer and the formation of a breakdown channel.

In dielectric liquids, the discharge glow is associated with the gas phase by the authors of [7, 29]. According to measurements [29], at the first stage there is a continuous spectrum in the region of 480-520 nm, which can be attributed to the dissociation of liquid molecules and the recombination of molecular fragments. At the second stage, almost simultaneously, a line spectrum of the H_α and H_β bands of the Balmer series arises due to the emission of excited hydrogen atoms, and the C_2 Swan series bands of the glow of excited molecules of carbon radicals C_2 [7, 29]. The authors of [30] assume that the injected electrons gain energy in the electric field above the C - H bond energy and cause the dissociation of transformer oil molecules with the formation of hydrogen atoms. The formation of gas bubbles is possible as a result of heating and boiling of the liquid when the injection current flows from the electrode [7, 29-31].

Electrical breakdown in dielectric materials is a complex physical phenomenon, including processes of generation, carrier recombination, charge transfer, and is characterized by high values of temperature, pressure, and carrier concentration in the breakdown channel. In [15, 16, 23], it is shown that the phenomena before breakdown include primary processes of the breakdown channel front movement, conduction current flow, as well as secondary effects associated with increased conductivity and destruction of the channel walls.

In this paper, the modeling of streamers, the main properties of streamers that influence secondary effects, approaches to interpreting the mechanism of increasing conductivity and destruction of capillary walls are presented.

Mechanism of interatomic cascade Auger transitions**Generation of free carriers**

Most of the studies of the properties of electrical breakdown have been carried out using alkali halide crystals, as materials with well-studied physical properties. The diagram of the energy bands in the contact

region of a metal electrode and a NaCl sample in a strong electric field is shown in Fig. 1. The crystal is oriented in the $\langle 110 \rangle$ direction. The energy levels of

the states of the Na and Cl atoms are given in accordance with the data of [33].

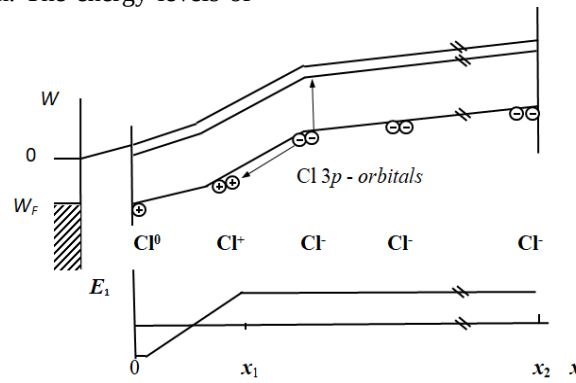


Fig. 1. Scheme of Auger transitions in NaCl in a strong electric field. W_c , W_v , W_F are the energy levels of the conduction band bottom, crystal valence band ceiling and the Fermi metal, respectively; E_1 is the electric field of the space charge

According to [23-25], the onset of the breakdown channel formation is determined by the processes at the metal-dielectric interface. At an average field strength in the sample of $\sim 10^6$ V/cm, the real strength near the electrode microtips can be more than $\sim 10^8$ V/cm. In the near-electrode region of the dielectric, due to the tunnel transition of electrons into the metal, Cl^+ ions with two holes in the $3p$ -orbitals are formed. This requires a voltage U such that the edge of the valence band of the dielectric rises to the Fermi level of the metal. In a NaCl crystal, an electron at the $2p$ -level of Na^+ is located ~ 22.4 eV below the bottom of the forbidden band and does not participate in the recombination of the hole on Cl^+ . The decay of the hole on Cl^+ occurs as a result of the interatomic Auger transition of an electron from the $3p$ -orbital of the neighboring Cl^- atom and the subsequent generation of an Auger electron in the conduction band (Fig. 1). The Auger transition is possible provided that the minimum energy gap between the $3p$ -levels of chlorine in an electric field is not less than the width of the forbidden band of the dielectric $W_g = 8.8$ eV. The space charge (SC) includes layers of Cl^0 and a layer of doubly positively charged Cl^{++} ions.

A single cycle of the SC front movement in a NaCl crystal can be divided into two successive stages. At the first stage, when the critical local electric field strength of $\sim 10^8$ V/cm is reached, a hole recombines on Cl^+ due to the interatomic Auger transition of an electron from a neighboring chlorine atom over a time of $\tau_A \sim 10^{-16}$ s and the generation of an Auger electron into the conduction band of the dielectric. The channel moves one interatomic distance (Fig. 1). The negative charge of the electrons lowers the holes charge field and, accordingly, the bending of the bands near the SC boundary. The second stage is associated with the extraction of electrons from the SC region by an external electric field and the achievement of a critical field strength for the implementation of the next cycle. Cycle time Δt can be represented as

$$\Delta t = \tau_A + \tau_1, \quad (1)$$

where τ_1 - time by electron extraction.

The spatial structure of the breakdown channel is formed by a set of single Auger junction channels (Fig. 1) running in one direction and includes a positive

space charge, a heated layer of material, and a conducting channel of complex phase composition with electron-hole plasma. The channel front moves from the positive electrode into the sample.

The concentration of N ions in the series of NaCl, KCl, KBr crystals decreases as 5.8, 4.1, 3.4 10^{21} cm^{-3} . According to the mechanism of cascade Auger transitions, the initial concentration of Auger electrons is probably $n_1 \approx N/2 \approx 10^{21} \text{ cm}^{-3}$. The recombination process decreases the volume concentration of electrons n and holes p . The rate of electron recombination can be represented as

$$\frac{\partial n}{\partial t} = -s v_T n p - \alpha_B n^2 p \quad (2)$$

where $s \approx 10^{-13} \text{ cm}^2$ is the cross section of electron capture by a charged center, $v_T \approx 10^7 \text{ cm/s}$ is the thermal velocity of electrons, and α_B is the impact recombination coefficient [16]. The first term on the right-hand side of (2) describes the quadratic recombination of carriers, and the second describes the impact recombination, when, during the recombination of an electron with a hole, part of the energy is transferred to another electron. Impact recombination of charged particles in highly ionized gases predominates over the quadratic one at electron concentrations above $\sim 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ [34]. High values of free electron concentration n in alkali halide crystals can be obtained by irradiation with a high-current electron beam [35]. In single-crystal KCl, KBr, NaCl, the change in

the electron concentration from the beam current density is satisfactorily described by quadratic recombination up to values of $n \approx 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ (excitation current density $\sim 10^3 \text{ A/cm}^2$). Above $n \approx 10^{16} \text{ cm}^{-3}$, a sharp decrease in the growth of the electron concentration is observed. The authors of [35] attribute this effect to the capture of electrons by newly generated radiation defects. However, as shown in [36], at high excitation levels (beam current density above 20 A/cm^2), effective depletion of the capture centers by secondary electrons occurs at the stage of their thermalization and, consequently, the effect of concentration saturation can be associated with the onset of impact recombination.

The impact recombination coefficient in KCl and NaCl crystals was estimated in [16] based on the experimental data of [35]. The time resolution of the setup was ~ 0.1 ns, the beam current density was $j = (30-10^4)$ A/cm², and the electron pulse duration was ~ 50 ps. At the irradiation stage, the conductivity pulse followed the excitation pulse without inertia, which was observed when the carrier lifetime was shorter than the beam current pulse duration. In this case, the irradiation process could be considered quasi-stationary and the generation and recombination rates could be equated to $G_e = a_B n^3$. The carrier generation rate was calculated using the formula

$$G_e = j \Delta W_{0m} / (e W_{eh} l), \quad (3)$$

where $j \approx 10^4$ A/cm², $\Delta W_{0m} \approx 0.2$ MeV is the average energy of electrons in the beam, $W_{eh} \approx 1.5 W_g$ is the average energy of creating an electron-hole pair in the material, e is the electric charge of an electron, $l \approx 150$ μ m is the electron range in the sample. According to the results of [16, 35], at the maximum beam current density, the generation rate is $\sim 10^{29}$ cm⁻³s⁻¹, the electron concentration is in KCl $\sim 2 \cdot 10^{16}$ cm⁻³ and in NaCl $\sim 4 \cdot 10^{16}$ cm⁻³, the coefficient a_B , neglecting quadratic recombination, is equal to $1.3 \cdot 10^{-20}$ and $1.6 \cdot 10^{-21}$ cm⁶s⁻¹, respectively.

The solution of equation (2) for the concentration n at time t without taking into account the quadratic recombination component has the form

$$n = \frac{n_1}{\sqrt{\alpha_B n_1^2 t + 1}}. \quad (4)$$

Nonradiative recombination of electrons and holes results in heat release and an increase in thermal pressure P_T due to the oscillation of atoms around the equilibrium position. The heat of recombination per unit volume can be estimated as $W_T = (n_1 - n) W_g$. The relationship between thermal pressure and thermal energy per unit volume is given by the equation

$$P_T = \gamma W_T, \quad (5)$$

where γ is the Grüneisen coefficient [37].

An increase in thermal pressure is accompanied by an expansion of the heated volume. The motion of the substance occurs sequentially from the surface boundary to the breakdown channel axis with the speed of sound v_s . In NaCl and KCl samples, the speed of sound $v_s \sim 4.79 \cdot 10^5$ cm/s and $4.52 \cdot 10^5$ cm/s, respectively [38]. With a breakdown channel diameter of $d_k \sim 1$ μ m, the acoustic relaxation time $\tau_a = (0.5 d_k) / v_s \sim 10^{-10}$ s. Acoustic waves arise in a solid provided that the energy input time is less than τ_a .

During time $t \approx \tau_a$, the electron concentration near x_1 drops according to (4) to $n_2 \approx 10^{16}$ cm⁻³. The energy released per unit volume is $(n_1 - n_2) W_g \approx 1.4$ kJ/cm³, which is comparable with the heat of fusion for NaCl ~ 1.054 kJ/cm³ and KCl ~ 0.68 kJ/cm³, but less than the heat of evaporation 7.98 kJ/cm³ and 5.5 kJ/cm³, respectively [38]. The pressure near the boundary x_1 , according to (5), is $\sim 10^9$ Pa. This pressure corresponds to weak shock waves and is capable of deforming the material adjacent to the channel walls.

Probably, the transition heated region is in a solid state, since at such compressions for the transition to

the liquid state the heat of fusion is required, which exceeds the heat at atmospheric pressure by 1.5-2 times [37]. This is due to the fact that during the compression of the substance the height of the potential barrier increases, which the ion must overcome in order to leave its crystal lattice site. The length of the transition region of the channel at velocities $v \sim 10^7 - 10^8$ cm/s is $\tau_a \cdot v \sim 10 - 100$ μ m. The result of the assessment of the size of the transition region (tens of microns) is in agreement with the data of works [8], where it is shown that the glow in the breakdown channel is associated with a discharge in the gas phase, and the length of the glow and the length of the channel have close values. Considering that the tensile strength of alkali halide crystals does not exceed $\sim 5 \cdot 10^6$ Pa [8], deformations in the heated region along the channel axis, in the direction of the positive electrode, will lead to the destruction of the substance and the formation of a gas phase.

Formation of space charge

The formation of a space charge at the boundary of a conducting layer at $x = x_1$ (Fig. 1) with concentrations of free electrons n and fixed holes p is described by the continuity equations (6) and Poisson equations (7)

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = G - \frac{\partial}{\partial x} (en\mu E), \quad (6)$$

$$\frac{\partial E}{\partial x} = \frac{\rho}{\epsilon \epsilon_0}, \quad (7)$$

where μ is the electron mobility, ϵ and ϵ_0 are the permittivity of the sample and the electric constant, respectively. $\rho = e(p - n)$ is the volume charge density; $E = E_0 + E_1$, is the total electric field strength ($E_0 = U/x_2$ is the external electric field strength, E_1 is the field strength of the space charge Q_s), $G = n_1/\tau_A$ is the volume charge generation rate of Auger electrons in the space from x_1 to $x_1 + \Delta x$; where $\Delta x \sim 4$ $\text{\AA}$ is the thickness of the atomic layer in the crystal. The Auger generation turn-on time is from t_k to $t_k + \tau_A$, where t_k is the time to reach the critical field strength,

The initial (8) and boundary (9) conditions of the problem will be as follows

$$\text{at } t = 0 \text{ the field strength } E = 0, \quad (8)$$

$$\text{for } x \geq x_1 \text{ the values } \sigma = 0, \text{ we denote } E_1 = E_s(t), \quad (9)$$

where $E_s(t)$ is the electric field strength beyond the boundary of the space charge x_1 , $\sigma = en\mu$ is the conductivity. The short-circuit condition has the form (10)

$$\int_0^{x_2} E_1 dx = 0. \quad (10)$$

As a first approximation, equation (10) can be represented as

$$E_1 x_1 + E_s (x_2 - x_1) = 0. \quad (11)$$

The solution of equations (6) and (7) with the initial and boundary conditions relative to E_1 was obtained in [23] and has the form

$$E_1 = -E_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) + \frac{G \Delta x}{\sigma} \left(1 - e^{-\frac{\tau_A}{\tau}} \right), \quad (12)$$

where $\tau = \tau_M x_1 / (x_2 - x_1)$ is the time constant of the circuit, $\tau_M = \epsilon \epsilon_0 / \sigma$ is the Maxwell relaxation time. The decrease in the field strength of the positive space

charge E_1 occurs due to the inclusion of the Auger electron field. In the absence of Auger generation, the field strength E in the sample region $0 - x_1$ is equal to

$$E = E_0 \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right). \quad (13)$$

In the region $x_1 - x_2$, the field strength E_s of the space positive charge Q_s , taking into account (12), is determined by the dependence

$$E_s = \frac{E_0 x_1}{(x_2 - x_1)} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \quad (14)$$

In a uniform external field, the strength E_s increases superlinearly with the growth of the coordinate x_1 . At $x_1 = 0.5x_2$, the value $E_s = E_0$ with a subsequent sharp increase at $x_1 > 0.7x_2$. The spatial structure of the electric field E_1 of the space charge Q_s in the region $0 - x_2$ is shown in Fig. 1. The value of the positive space charge is determined as

$$\varepsilon \varepsilon_0 E_s = Q_s \left[\frac{k}{cm^2} \right]. \quad (15)$$

The charge Q_s induces a corresponding negative charge in the metal electrodes.

In the case of a non-uniform field, the maximum field strength near the tip E_m in the structure of the “hyperboloid of revolution – plane” electrodes is equal to [39]

$$E_m = \frac{2U}{r \ln \frac{4d}{r}}, \quad (16)$$

where r is the radius of curvature of the electrode, d is the thickness of the sample. The change in the electric field strength E_x from the coordinate x in the gap $0 - x_2$ of the dielectric is determined by the expression [39]

$$E_x = \frac{r}{r+x} E_m. \quad (17)$$

The distribution of E_x is non-uniform and obeys the hyperbolic law. In the non-uniform field in the interval $0 - x_2$ there is a point x_{mid} , where $E_x(x_{mid}) = E_{mid} = U/d$. This means that in the region from the tip electrode to the position x_{mid} the intensity is higher than the average E_{mid} , and in the region from x_{mid} to the flat electrode it is lower. The value $x_{mid} \approx (0.25-0.3)x_2$. The calculated curves of the distribution of the external field E_x/E_m , in the space $0 - x_2$ of the sample at $r = 50 \mu m$ are presented in [22].

Pre-breakdown currents

The conduction current density in the space $0 - x_1$ is equal to

$$i_1 = \sigma E = \sigma E_0 \exp(-t/\tau). \quad (18)$$

The displacement current density in the space $x_1 - x_2$ has the form

$$i_s = \frac{\partial Q_s}{\partial t} = \sigma E_0 \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right). \quad (19)$$

The conduction current densities (18) and displacement (19) are equal.

Currents (18), (19) arise during the formation of the space charge Q_s at the boundary x_1 ($\sigma = 0$). At the moment the voltage is turned on, the current $i_1 = \sigma E_0$ and decreases with time according to the exponential law. In the model of the breakdown channel motion at a constant field strength, equation (18) can also be considered as the dependence of the current density on the position of the space charge $Q_s(x_1)$ in the sample at a time different from $t = 0$. The dependence of the conductivity current density function (18) on the argument $t_1 = x_1/v$ (where v is the breakdown channel velocity, $t_b = x_2/v$ is the breakdown time) for fixed time values $t_{01} = 0.1\tau_M$ (curve 1), $t_{02} = 0.05\tau_M$ (curve 2) and $t_{03} = 0.01\tau_M$ (curve 3) is shown in Fig. 2. The current density increases slightly with increasing coordinate x_1 .

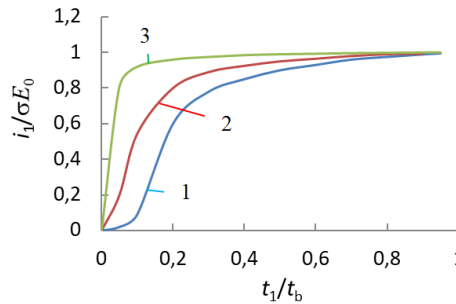


Fig. 2. Dependence of the conduction current density function in the breakdown channel on time

Breakdown channel movement speed

The time τ_1 in formula (1) can be determined from the relationship

$$\tau_1 = Q_A / i_1, \quad (20)$$

where

$$Q_A = \varepsilon \varepsilon_0 \frac{G \Delta x}{\sigma} \left(1 - e^{-\frac{\tau_A}{\tau}}\right) =$$

$G \tau_m \Delta x \left(1 - e^{-\frac{\tau_A}{\tau}}\right)$ - is the charge density of Auger electrons according to expression (12). The product

$G \tau_m = (n_1/\tau_A) \tau_m$ characterizes the decrease in the concentration level of Auger electrons under the action of the Maxwell relaxation process. The injection of carriers occurs in a short time and does not depend on the field strength E_0 . The cycle time Δt is determined as

$$\Delta t = \tau_A + \frac{G \Delta x \tau_m}{E_0 \sigma} \exp\left(\frac{t_k}{\tau}\right) \left(1 - \exp\left(-\frac{\tau_A}{\tau}\right)\right). \quad (21)$$

Probably $\tau_1 \approx t_k$. The formula for Δt allows us to estimate the dependence of the channel velocity $v(x_1) \approx \Delta x / \Delta t$ on the coordinate x_1 . According to (20, 21), the

velocity increases with increasing E_0 , conductivity σ and coordinate x_1 , due to an increase in current i_1 .

Electrical parameters of breakdown

An important characteristic of electrical breakdown is the conduction current. In the experiment, the registration of pre-breakdown currents at the front of the voltage pulse is associated with the need to use

bridge measurement circuits to compensate for capacitive recharge currents [40, 41].

Oscillograms of voltage U and pre-breakdown current I in a NaCl crystal with a thickness of ~ 2 mm with a positive polarity of the tip electrode are shown in Fig. 3 [40].

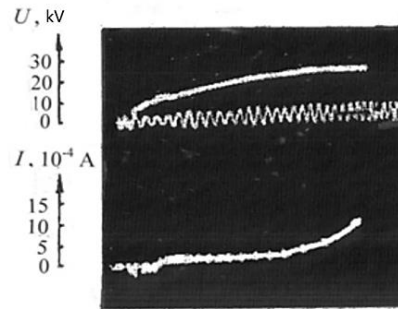


Fig. 3. Oscillograms of voltage pulse U and current I in a NaCl crystal [40]

The beginning of the discharge propagation is noted on the oscillograms by the appearance of a current of the order of $\sim 10^{-4}$ A (Fig. 3). As the discharge moves deeper into the sample, the current amplitude remains constant and after 1/2 of the breakdown time increases exponentially. The maximum current of $\sim 10^{-3}$ A corresponds to the time when the breakdown channel reaches the cathode. This is followed by a sharp increase in current, which is not reflected in the photograph. According to the data in [40], the diameter of the breakdown channel is expanded at the anode to ~ 2 -3 μm and narrows towards the cathode to ~ 0.5 - 1 μm .

As shown above, the amplitude of the pre-discharge current can increase no more than a few percent when passing a channel in the sample. For the primary breakdown, the current density is $i \approx 10^4$ A/cm² for a channel diameter of 1 μm . At an average field strength of $\sim 10^5$ V/cm, the breakdown front velocity is $v \approx 10^6$ cm/s, and the breakdown time is $\approx 2 \cdot 10^{-7}$ s. The conductivity is $\sigma = i/E_{\text{mid}} \approx 0.1$ $\Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$. The Hall mobility of

electrons in the NaCl crystal is $\mu = 20$ cm²/Vs [42]. Assuming that the mobility in the heated transition layer is $\mu \approx 10$ cm²/Vs, the electron concentration in the conduction current is $n_2 = \sigma/e\mu \approx 10^{17}$ cm⁻³, which is close to the theoretical estimate made above.

The dependence of the current on time during breakdown in a water layer 1 cm thick is shown in Fig. 4 [41]. The increase in current near $t \approx 50$ ns corresponds to the beginning of the development of the breakdown channel from the tip. At the initial stages of the increase in the conduction zone into the gap, the current remains constant (~ 2 A) until the zone dimensions reach ~ 5 mm, i.e. approximately half the distance from the tip top to the flat electrode. Then the current increases several times before the conductive channel covers the entire interelectrode gap. With an average electric field strength of $\sim 5 \cdot 10^4$ V/cm, the speed of the breakdown front is $\sim 6.7 \cdot 10^6$ cm/s.

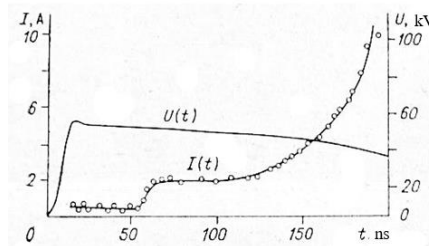


Fig. 4. Pre-breakdown current in water and voltage on the measuring capacitor [41]

The idea of the channel diameter and the speed of its movement in a water gap $d = 800$ μm with a uniform field of ~ 2 MV/cm according to the data of work [32] is demonstrated by Fig. 5. The time between frames is ~ 1 ns, the average speed is $\sim 10^7$ cm/s. The length and

diameter of the anode glow increase superlinearly in the process of channel development toward the cathode. The channel diameter near the anode at the initial stage of breakdown (Fig. 5) is $d_k \approx 80$ μm .

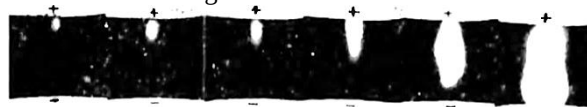


Fig. 5. Change in the length and diameter of the anode glow over time during breakdown in water [32].

With regard to the experiment in Fig. 4, the conductivity current density in water at $d_k \approx 80 \mu\text{m}$ is $i \approx 10^4 \text{ A/cm}^2$, conductivity $\sigma \approx 0.4 \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$.

Secondary effects of breakdown

The transverse dimensions of the breakdown channel in AHC are quite stable over its large length [23]. An increase in the channel diameter near the anode surface of the NaCl sample was noted in [40]. The diameter and length of the anode glow in water [32] increase superlinearly in the process of channel development toward the cathode (Fig. 4). In strong electric fields ($E_{\text{mid}} > 10^6 \text{ V/cm}$), electrical breakdown in KCl is accompanied by the formation of a hollow ellipsoid in the crystal, located along the channel line [43].

The destruction of the channel surface is probably associated with its bombardment by ions accelerated in a strong non-uniform field in the gas phase of the discharge. In general, ion sputtering begins when the ion energy W_i exceeds the threshold value W_b . The value of W_b weakly depends on the mass of the colliding particles and is in the range of $\sim 10\text{--}30 \text{ eV}$. The efficiency of the sputtering process increases with the growth of the mass of the bombarding ions, the angle of incidence of ions from 0 to $40\text{--}70^\circ$ and the energy W_i to $70\text{--}80 \text{ eV}$ [44]. A model of sputtering of two-component materials by light ions is presented in [45]. According to the model, the outgoing flow of atoms is associated with the movement of a certain conglomerate of atoms of both components.

Work on mass spectrometry of plasma clots ejected into a vacuum from the surface overlap region and from breakdown channels in solid dielectrics shows that the main part of the ionic charge is carried by singly ionized molecules. In the case of KCl, there are ions KCl^+ , K_2Cl^+ , $(\text{K}_2\text{Cl}_2)^+$, and in the case of polyethylene, there are singly ionized clusters C_2H_5^+ , C_4H_9^+ ,

$\text{C}_8\text{H}_{17}^+$, consisting of several monomers. The degree of ionization in the breakdown channel in such cases does not exceed 10%. It can be assumed that the main share of neutral particles has the same composition [26, 46, 47].

Most likely, in NaCl and water samples, the impact particles are Na^+ and H^+ ions, and conglomerates of NaCl^+ and H_2O^+ are sprayed, respectively. In particular, for positive ions, there is an angular component of the field strength to the surface of the channel wall. The gas phase includes neutral and positively charged ions and conglomerates of atoms of the original substance.

The current increase in the experiment (Fig. 3, 4) can be attributed to secondary breakdown effects. The nature of the current increase corresponds to the exponential law $I(t) \sim 2^n$ (where n is an integer). The start of the current is shifted by time t_g and is probably associated with the beginning of the process of gas phase formation. The drift velocity v_d of a charged particle in the gas phase in a non-uniform electric field E_x is determined as

$$v_d = \mu E_x \quad (22)$$

The superlinear growth of current $I(t)$ Fig. 3.4 is satisfactorily described by the sum of step functions in the form

$$I(t) = \sum_i I_i(t_g + \Delta t_i), \quad (23)$$

where i is the particle number, t_g is the formation time of the gas phase, Δt_i is the delay time of ion motion relative to t_g . For the current I_i , the following notations are introduced: k is the number of steps, $\square\square$ is the step duration. Equation (23) is satisfied provided that the Δt_i values of the particles are in a narrow time interval $\Delta t_i < \square\square$. The current function of a charged particle I_1 in NaCl and water samples is shown in Fig. 6.

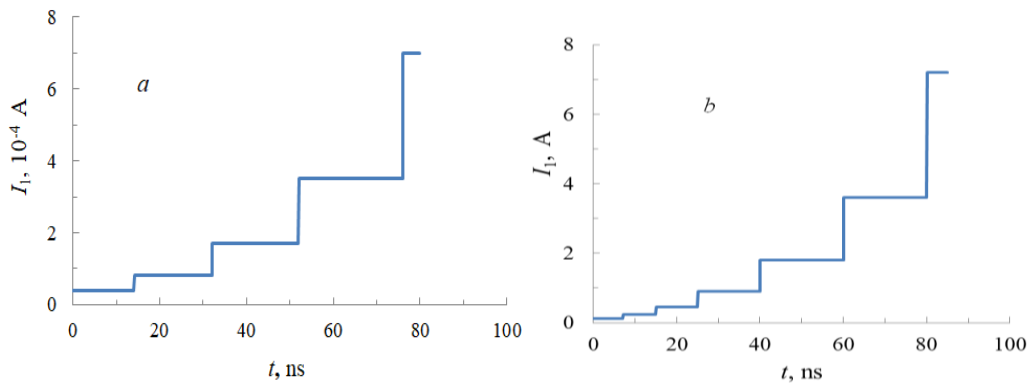
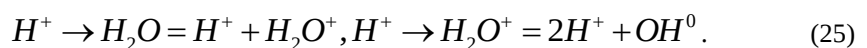
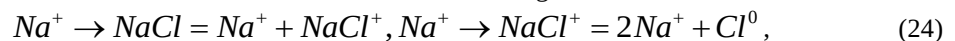


Fig. 6. View of the current function I_1 during impact multiplication of charged particles in NaCl (a) and water (b) samples

A characteristic feature of the current structure is its periodic doubling at each time interval $\square\square$ which corresponds to the process of impact disintegration of conglomerates of atoms of the substance during bombardment with fast particles. An increase in the duration of the charged particle acceleration period $\square\square$ satisfactorily correlates with a decrease in the amplitude of the

electric field strength E_x in the tip-plane electrode system. This indicates the movement of an avalanche of positive ions from the anode electrode deep into the sample. Quite large values of $\square\square$, probably include the times of the process of spraying the channel walls with the formation of conglomerates of NaCl^+ , H_2O^+ and the subsequent reaction of impact multiplication of Na^+ and H^+ ions according to the schemes



The rate of reactions (24), (25) is probably limited by the time of formation of conglomerates.

The number of acceleration cycles at half the channel length is $k = 4$ for the sodium chloride sample and $k=6$ for water, the time of formation of the gas phase is $t_g \approx 80$ ns. The average path between two acts of impact generation z_{mid} in sodium chloride and water is ~ 250 and ~ 830 μm . The last acceleration cycles (Fig. 6) are close in time and correspond to motion in the mean field region E_{mid} . The drift velocity in this region for sodium chloride is $v_d \approx z_{mid}/\tau \approx 10^6$ cm/s and for water $v_d \approx z_{mid}/\tau \approx 5.5 \cdot 10^6$ cm/s.

The kinetic energy of Na^+ and H^+ ions in the region of average field strength for sodium ions is 10 eV, for hydrogen ions 15.6 eV. Probably, such energy is sufficient for impact multiplication of ions during fragmentation of conglomerates in the gas phase.

The directed motion of electrons and positive ions under the action of an electric field occurs (due to their "friction" against gas particles) with some constant average velocity v_d . The mobility is inversely proportional to the particle mass. The mobility of ions in the gas phase of the breakdown channel in the region of average field strength, according to (22), is equal to $\mu \approx 10$ cm^2/Vs for Na^+ and significantly greater for H^+ $\mu \approx 110$ cm^2/Vs . According to the data of work [8], under similar experimental conditions, the values of $I(t)$ in the final stage of breakdown are 0.7, 0.3, 0.2 mA for NaCl, KCl, and KBr crystals, respectively. The difference in currents in NaCl and KCl samples probably arises due to the difference in the mobility of Na^+ and K^+ ions, the masses of which are 23 and 39 a.m.u. The lower mobility of K^+ ions in KBr vapor compared to the mobility in KCl vapor is probably due to the higher scattering cross-section of heavy bromine ions compared to that of chlorine ions in a gaseous medium.

Conclusion

Electrical breakdown in solid and liquid dielectrics can be described by the model of cascade Auger transitions in the valence band of the dielectric. The breakdown channel structure includes a positive space charge, a heated layer of material and a conducting channel of complex phase composition with electron-hole plasma. The gas phase contains neutrally and positively charged ions, conglomerates of atoms of the original substance.

Efficient acceleration of charged particles in the gas phase region, a strong non-uniform electric field contribute to the destruction of the dielectric channel walls. In samples of crystalline NaCl and water, impact bombardment probably occurs with sodium and hydrogen ions in the direction from the anode surface deep into the sample.

Analysis of the pre-breakdown current structure during breakdown in NaCl and water shows that periodic doubling of nonequilibrium carriers corresponds to avalanche generation of ions. The current is caused by the movement of positive Na^+ and H^+ ions.

The kinetic energy of Na^+ and H^+ ions is ~ 10 , 15.6 eV, respectively, which is probably sufficient for sputtering the channel walls and crushing conglomerates in the gas phase.

References:

1. Monzel W. J., Hoff B. W., Maestas S. S., French D. M., Hayden S. C. Dielectric Breakdown of Additively Manufactured Polymeric Materials. IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation. 2015. V. 22. №6. pp. 3543-3549. DOI: 10.1109/TDEI.2015.005199
2. Dabbak S. Z. A., Illias H. A., Ang B. C., Latiff N. A. A. and Makmud M. Z. H. Electrical Properties of Polyethylene/Polypropylene Compounds for High-Voltage Insulation. Energies. 2018. V. 11. P. 1448. DOI:10.3390/en11061448
3. Pattouras M., Tzimas A., Rowland S. M. The effect of material interfaces on electrical tree growth and breakdown time of epoxy resins. IEEE Conf. on Electr. Insul. and Dielectr. Phenom., Shenzhen, China. 2013. pp. 796-799. DOI: 10.1109/CEIDP.2013.6747070
4. Zhang R., Liu X., Zhang T., Xue Ch., Chen H., Li Ya. Electrical Tree Propagation in Composite Insulation for Wind Turbine Generator Under Repetitive Impulse Voltage. Pros. Conf. on Electr. Insul. and Dielectr. Phenom., Toronto, ON, Canada. 2016. pp. 1007-1010. DOI 978-1-5090-4654-6/16/\$31.00
5. Bezprozvannykh G. V., Boyko A. N., Roginskiy A. V. Effect of a dielectric barrier on the electric field distribution in high-voltage composite insulation of electric machines. Electrical Engineering & Electromechanics. 2018. № 6. pp. 63-67. DOI: 10.20998/2074-272X
6. Bin C., Ji-Wei D., Ming-He C. Electrical Breakdown Mechanism of Transformer Oil with Water Impurity: Molecular Dynamics Simulations and First-Principles Calculations. Crystals. 2021. V. 11. № 2. P. 123. DOI: 10.3390/cryst11020123
7. Mohan Rao U., Fofana I., Beroual A., Rozga P., Pompili M., Calcara L., Rapp K. J. A Review on Pre-breakdown phenomena in Ester Fluids. IEEE Tr. Dielectr. Electr. Insul. 2020. V. 27. № 5. pp. 1546-1560. DOI:10.1109/TDEI.2020.008765
8. Vorobyov A. A., Vorobyov G. A. Elektricheskiy proboi i razrushenie tverdykh tel (Izda-vo Vysshaya shkola, M., 1966), 224 s. (in Russian)
9. Vorobyov G. A., Ekhanin S. G. and Nesmelov N. S. Electrical breakdown of solid dielectrics. Phys. Solid State. 2005. V. 47. № 6. pp. 1083-1087. DOI:10.1134/1.1946860
10. Hattori Y., Taniguchi T., Watanabe K. and Nagashio K. Anisotropic Dielectric Breakdown Strength of Single Crystal Hexagonal Boron Nitride. ACS Applied Materials & Interfaces. 2016. 8 (41), 27877-27884
11. Zhao L., Su J. C. and Liu C. L. Review of developments on polymers' breakdown characteristics and mechanisms on a nanosecond time scale. AIP Advances. 2020. V.10. 035206. <https://doi.org/10.1063/1.5110273>
12. Kulikov V. D. The mechanism of the streamer stage of breakdown in crystal dielectrics. Tech. Phys. Lett. 2000. V. 26. № 2. pp. 170-172. DOI: 10.1134/1.1262781

13. Kulikov V. D. Charge Carrier Generation in a KBr Crystal under the Action of a Pulsed Sub-Breakdown Electric Field. *Tech. Phys. Lett.* 2002. V. 28. № 2. pp. 99-101.
DOI: 10.1134/1.1458502
14. Kulikov V. D. Electrical Breakdown in Ionic Crystals Exposed to Nanosecond Pulses. *Tech. Phys.* 2003. V. 48. № 12. pp. 1527-1531. DOI: 10.1134/1.1634672
15. Kulikov V. D. Electrical Breakdown in Ionic Crystals. *Tech. Phys.* 2009. V. 54. № 1. pp. 56-61. DOI:10.1134/S1063784209010083
16. Kulikov V. D. Model of the Electrical Breakdown Channel in Ionic Crystals. *Tech. Phys.* 2012. V. 57. № 2. pp. 192-197. DOI:10.1134/S1063784212020144
17. Kulikov V. D. Electrical Breakdown in Ionic Crystals (Izda-vo Tomsk St. Univ. Tomsk, 2014). (in Russian)
18. Punanov I.F., Emlin R. V., Kulikov V. D. and Cholak S.O. Resistance of a Pulsed Electrical Breakdown Channel in Ionic Crystals. *Tech. Phys.* 2014. V. 59. № 4. pp. 503-507. DOI: 10.1134/S1063784214040197
19. Emlin R. V., Barakhvostov S. V., Kulikov V. D. Anisotropy of Electrical Breakdown in Crystalline Quartz. *Tech. Phys.* 2009. V. 54. № 7. pp. 1076-1079. DOI:10.1134/S1063784209070275
20. Kulikov V., Yakovlev V., Bobkova L. Model of a streamer discharge channel in monocrystalline CdS. *NJDIS*. 2020. № 44-1. pp. 21-24.
21. Kulikov V. Electrical breakdown of polymeric materials. *NJDIS*. 2021. № 62-1. pp. 51-54. DOI:10.24412/3453-9875-2021-62-1-51-54
22. Kulikov V. Barrier effect in dielectric materials. *NJDIS*. 2023. № 103. pp. 47-52.
doi. org/10.5281/zenodo.7688048
23. Kulikov V.D. A review on anodic electrical breakdown phenomena in dielectric materials, *NJDIS*, 2024. №. 128, P. 31. doi: 10.5281/zenodo.10817074
24. Emlin R.V., Punanov I.F., Kulikov V.D. Electronic mechanism of propagation of nanosecond breakdown channel in liquid organic dielectrics. *Tech. Phys.* 2022. V. 92. № 10. pp. 1342-1348. DOI: 10.21883/TP.2022.10.54361.93-22
25. Kulikov V. Electric Breakdown in Water. *NJDIS*. 2023. № 118. pp. 50-54.
doi. org/10.5281/zenodo.10009518
26. Emlin R.V., Punanov I.F., Kulikov V.D. Fast breakdown phenomena in liquid dielectrics under pulsed voltage conditions. *Proceedings of 9th International Congress on Energy Fluxes and Radiation Effects*. 2024 . Tomsk, Russia pp. 917-922. doi: 10.56761/EFRE2024.C2-P-057601
27. Kao K. C. New theory of electrical discharge and breakdown in low-mobility condensed insulators. *J. Appl. Phys.* 1984. V. 55. № 3. P. 752.
28. Tu N. R. and Kao K.C. High-field electrical conduction in polyimide films. *J. App. Phys.* 1999. V. 85. P. 7267. doi.org/10.1063/1.370543
29. Sakamoto S., Yamada H.. Optical Study of Conduction and Breakdown in Dielectric Liquids. *IEEE Trans. on Electr. Insul.* 1980. **EI-15**(3), 171.
30. Yamashita H., Amano H.. Pre-Breakdown Current and Light Emission in Transformer Oil. *IEEE Trans. on Electr. Insul.* 1985. **EI-20**(2), 247.
31. Yamashita H., Ishikawa M., Amano H. Pre-Breakdown density change and current in transformen oil under nouninform field. *Proceeding of the 7th International Conference on Conduction and Breakdown in dielectric liquids*. 1981. Berlin. pp. 172-176.
32. Ushakov V.Ya. Impul'snyy elektricheskii probay zhidkostey. (Izda-vo Tomsk St. Univ. Tomsk, 1975). 258 s. (in Russian).
33. Nemoshkalenko V. V and Aleshin V. G. *Electron Spectroscopy of Crystals* (Naukova Dumka, Kiev, 1976; Plenum, New York, 1979).
34. Gordiets B. F., Osipov A. I., and Shelepin L. A. *Kinetic Processes in Gases and Molecular Lasers* (Nauka, Moscow, 1980) (in Russian).
35. Aduiev B. P. and Shvaiko V. N., Conductivity of ionic crystals irradiated with picosecond electron beams. *Phys. Solid State*. 1999. V.41. P.1083.
36. Kulikov V. D. Filling of Traps with Electrons in Insulators Subjected to Intense Electron Irradiation. *Tech. Phys.* 2007. Vol. 52. No. 5, pp. 559–564.
37. Zel'dovich Ya. B. and Raizer Yu. P. *Physics of Shock Waves and High Temperature Hydrodynamic Phenomena* (Nauka, Moscow, 1966; Academic, New York, 1967).
38. Shaskolskaya M. I. *Acoustic crystals* (Nauka, Moscow, 1982). (in Russian).
39. Meek J.M., Craggs J.D. *Electrical Breakdown of Gases*. (Oxford: Clarendon Press, 1953). 507
40. Torbin N. M. Pre-breakdown currents in large thicknesses of solid dielectrics. *Izv. Vuzov. Energetika*. 1960. № 10. pp. 26–31 (in Russian).
41. Ovchinnikov I.T., Yanshin E.V. *Izmereniye predprobnoy elektroprovodnosti vody s pomoshch'yu impul'snogo vysokovol'tnogo elektroopticheskogo mosta*. V kn. *Impul'snyy razryad v dielektrikakh*. (Izda-vo Nauka, Novosibirsk, 1985), s. 83-88. (in Russian)
42. Seager C.H., Emin D. High-temperature measurements of the electron Hall mobility in the alkali halides. *Phis. Rev. B*. 1970. Vol. 2, № 8. pp. 3421–3431.
43. Emlin R.V. Punanov I.F. Study of the fine structure of the nanosecond breakdown channel in potassium chloride *Phys. Solid State*. 2017. V.59. № 8. P. 1565.
DOI: 10.1134/S1063783417080108
- 44 Behrisch R. *Sputtering by Particle Bombardment*. (Springger- Verlag, Berlin- Heidelberg- N.Y.- Tokio, 1983)
45. Manukhin V.V. Sputtering of carbide films from the surface of the metal by helium ions bombardment *Technical Physics*, 2022, Vol. 67, No. 11. P. 1500
46. Emlin R.V., Morozov P.A., Shcherbakov E.N. A mass-charge measurment of main plasma components generated by the dielectric flashover *Technical Physics*, 2024, Vol. 69, No. 4. pp. 557-563.
47. Emlin R.V., Morozov P.A., Punanov I.F., Lisenkov V.V., Shcherbakov Ye.N. High-Power Plasma Flows Generated by Nanosecond Vacuum Surface Flashover of Polymeric Materials at 80 kV. *IEEE Trans. Plasma Sci.* 2019. V.47. №. 6. P. 2838, doi: 10.1109/TPS.2019.2914335

SOCIAL SCIENCES

PROFESSIONAL PROFILE OF THE PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS TEACHER

Zheleva-Terzieva D.

*Associate Professor, PhD in Pedagogy
Trakia University, Stara Zagora, Bulgaria*

ПРОФЕСИОНАЛЕН ПРОФИЛ НА УЧИТЕЛЯ ПО ФИЗИЧЕСКО ВЪЗПИТАНИЕ И СПОРТ

Желева-Терзиева Д.

*Доцент, доктор
Тракийски университет, Стара Загора, България
<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499284>*

Abstract

Like any profession, the pedagogical profession has personal and work dimensions. The latter are realized through various pedagogical functions, duties, responsibilities and requirements, which are presented in detail in the article. The personal qualities that every educator must possess have not been neglected. The author's team emphasizes the profile of the physical education teacher, as the review does not claim to be exhaustive, but with the assurance of an extensive and in-depth review of scientific research on the topic.

Анотация

Както всяка една професия, така и педагогическата има личностни и трудови измерения. Последните се реализират чрез разнообразни педагогически функции, задължения, отговорности и изисквания, които подробно са представени в статията. Не са пренебрегнати и личностните качества, които всеки педагог трябва да притежава. Авторският екип акцентира върху профила на учителя по физическо възпитание, като обзорът не претендира за изчерпателност, но с уверението за обширен и задълбочен преглед научните изследвания по темата.

Keywords: physical education, profile, teacher / sports educator

Ключови думи: физическо възпитание, профил, учител / спортен педагог

Образователни изисквания за заемане на длъжността

Необходимите образователни изисквания към един кандидат за учител по физическо възпитание е да притежава педагогическа правоспособност, придобита от обучението му във висше учебно заведение в ОКС „Бакалавър“ по специалността „Педагогика на обучението по физическо възпитание“, като наличието на допълнителна квалификация по определен вид спорт е предимство за кандидата.

Учителят по физическо възпитание и спорт (ФВС) или още спортният педагог е един от педагогическите специалисти, работещи в образователната система. Неговите основни дейности са да планира, организира и провежда уроците по съществуващите направления в областта на физическото възпитание в училищното образование. Специалистите по физическо възпитание имат право да преподават по учебните предмети „Физическо възпитание и спорт“ и „Час за спортни дейности“, както и да провеждат извънкласните форми на работа по физическо възпитание.

Основни задачи и отговорности

Съдържанието (материалът) на учебните програми, предвидено за овладяване и посочено като очаквани резултати от обучението, е съобразено с възрастта и интересите на учениците, както и средното ниво на подготовка. Разбира се последното при всеки е индивидуално и учителите трябва да

имат компетентности за работа и конструктивна комуникация с изоставащи и с напреднали ученици.

Най-важната и основната задача на учителя по ФВС е да научи учениците да знаят, да умеят и да прилагат усвоените двигателни навики в живота, да съумее да повиши физическите им подготовка и дееспособност, да формира при тях здравословни навики за живот и вътрешна потребност за самостоятелни занимания с физически упражнения и спортно-двигателни активности [2, с. 167]. Тази част от работата му се подразделя на *оперативна дейност* (предварителна подготовка – планиране) и *методическа* (същинска) *дейност*, посредством която учителят провежда учебния час.

Планирането се осъществява чрез разработване на годишно тематично разпределение за работа на учителя за предстоящата учебна година и на план-конспект за всеки учебен час (урок по физическо възпитание или час за спортни дейности) на база на учебните планове и учебните програми, съобразно Държавните образователни стандарти. Следващата поред дейност на учителя по ФВС е да осигури необходимите му за предстоящата работа помощни материали и спортни пособия, да провери изправността на спортните съоръжения и уреди и да подготви игралната площ за предстоящата работа.

Професионално-педагогическата дейност включва и водене на училищна документация, участие в работата на педагогическия колектив и др.

Една, а може би и най-важната отговорност на всеки педагог (с особена сила важи за спортния) е да осигури условия и да реализира дейности за опазване живота и здравето на учениците.

Друга професионална задача на учителя по ФВС е свързана с процеса на оценяване на постиженията на учениците. Той включва поставяне на текущи, срочни и годишни оценки в съответствие с придобитите знания, усвоените умения и формираните двигателни навици. Освен това на оценяване се подлагат отношението на учениците и активността, които проявяват по време на часовете и извън тях – в извънкласните форми на работа по физическо възпитание. Последните са три вида: ежедневни, седмични и периодични и в тази връзка спортният педагог трябва да притежава компетенции за организиране и провеждане на утринна гимнастика, разнообразни форми на удължено голямо междучасие, занимания с групи по лечебна физкултура, спортни секции, групи спорт за всички, различни туристически форми, спортни празници, както и ежегодно активно участие в Ученическите игри.

Освен образователната и оздравителната характерни на обучението не е за подценяване и възпитателната му насоченост. Възпитанието представлява процес за изграждане на „устойчива система от възгледи, убеждения, ценности, самооценки, мотиви, потребности“ [6, с. 122]. Часовете в областта на физическото възпитание са отлична възможност за възпитаване на естетически, интелектуални, трудови и морални ценности и нравствени качества – дисциплинираност, отговорност към поставените задачи и към околните, колективизъм, сътрудничество, другарство, честност, уважение, взаимопомощ и др. Съществуват възможности за пряко влияние на учителя върху развитието на всеки ученик чрез разширяване и обогатяване на психичните свойства на личността, както и умения за насърчаване и подкрепяне на обучаемите да участват в организирани извънкласни и извънучилищни спортни дейности. Това ще бъде от полза за възпитаване на здравно образование (нагласи за здравословен начин на живот, добри здравна култура и хигиенни навици, повишена двигателна активност). Дори и да не е класен ръководител спортният педагог е необходимо да възпитава при учениците граждански и патриотичен дух с цел да израснат те като хора, гордеещи се със своите произход и родина [5, с. 111]. Не на последно място поред е екологичното възпитание в неговите три направления – утилитарно-практическо, научно-познавателно и естетическо. По време на извънкласните спортни дейности в областта на физическото възпитание съществуват допълнителни възможности за учениците да изследват природата и да станат по-чувствителни към нейното опазване.

Личностни качества

Безспорно за всяка професия е наличието на необходимите личностни качества, които трябва да притежава всеки професионалист, но това с особена сила важи за учителите.

По отношение на личностните качества учителят по ФВС трябва да:

- притежава и проявява любов към спорта и всички форми на спортно-двигателна активност и да я споделя с учениците;
- демонстрира ентузиазъм за работа по специалността и работа с подрастващи;
- поддържа благоприятна за ученическия напредък атмосфера;
- проявява търпение към дейността и поведението на учениците;
- умее да мотивира децата за активно участие;
- е отговорен и ангажиран с безопасността на обучаемите;
- притежава организационни и комуникативни умения;
- умения за реализиране на възпитателни взаимодействия;
- формира насочеността на личността [6, с. 122].

Към този вид качества авторите на настоящата статия причисляват проявите педагогическа етика (колегиално отношение) към колегите и умениято за работа в екип и за общуване с околните: сътрудничество с класни ръководители, педагогически съветници, медицински лица, служители в образователната институция, ръководни фактори; търпеливо отношение и поведение и съвместна работа по възникващите в хода на работата проблеми; високи нива на толерантност и комуникативност с родителите, защото семейството е важен фактор за формиране на ценностни качества.

Всичко горепосочено важи като цяло за всички педагогически специалисти, но за спортните педагози е задължително и наличие на спортна култура, познания за възникването и историческото развитие на всички спортове и спортни активности, включени в учебните програми (и не само); познания за техниката на изпълнение и способност за отлична демонстрация на двигателните действия, предвидени за овладяване от учениците по образователното съдържание; изисквания за поддържане на високо ниво на лични спортна форма и добра визия. В съзнанието на децата дълго време остават силно положителните или отрицателните примери и спортният педагог, като обект на подражание, трябва да се стреми да бъде идеал за учениците.

Социалните функции на спортния педагог се реализират чрез взаимодействието му с околните и най-вече с обучаемите. Не са за пренебрегване и езиковите умения, необходими за представяне на учебното съдържание и изискванията към учениците кратко, ясно, стегнато и терминологично правилно.

Дигитални компетенции

Настоящите нива на развитие на информационните и комуникационни технологии в света са причина за многобройните и разнообразните промени в развитието и живота на обществото. Предизвикателствата пред образователната система изискват търсене на ефективни форми и адекватни модели за педагогическа работа с цел успешни

реализация и социализация в общественния живот на всеки ученик. От друга страна възможността за използване на научните постижения осигурява условия за модерна и ефективна образователна среда. В. Георгиева-Христозова [1, с. 186] акцентира върху склонността на подрастващите да приемат дигитално представените от възрастните съвети по-добре отколкото по друг начин. В тази връзка се изисква наличие на дигитални компетенции при спортния педагог, които определено не са проблем при по-младото поколение учители.

Дискусия

Столетия наред учителската професия се приема като призвание. Ролята ѝ е ключова за развитието на човешкото общество с основна цел постигане образоваността на следващите поколения. Учителят е главен участник в образователния процес, основна страна, онзи субект, който реализира учебно-възпитателния процес. Професионалният облик на педагога, в т.ч. и на спортния, е динамично развиващ се, защото съвременното изисква адекватни промени. Според Шивачева-Пинедата подготовката на учителя е едно от средствата за нейното усъвършенстване и професионализиране и допринася за формиране на ценностна ориентация и професионален светоглед и за проява на рефлексивно поведение [7, с. 615]. Проявата на професионализъм изисква сериозно отношение към работата, непрекъснат стремеж за усъвършенстване [8, стр. 29]. Случващото се в света нахлува във всеки дом чрез средствата за масова информация. Но предаването на знание от учителя към ученика е не просто предаване на информация, а целенасочена и осъзната дейност, съпроводена от проява на усилия, дисциплина, концентрация и постоянство [6, с. 27].

Неизмерима е ролята на професионално-педагогическата дейност за общественото развитие. Неизменно обучението и възпитанието на следващите поколения е една от основните обществени поръчки, затова непрекъснатата работа и стремеж за повишаване на качеството на човешките ресурси – постоянна грижа на държавата. Ефективността и успехите във всяка една област на общественото развитие са свързани с подготовката на висококвалифицирани специалисти [3, с. 271].

Огромно значение за педагогическата рефлексия (самооценка) има актуалната и модерната през последните десетилетия дейност „учене през целия живот“ [5, с. 111], която се състои в овладяване / актуализиране / формиране на знания, умения, нагласи в съответствие с новите образователни реалности; изграждане на правилни ценностна система посредством натрупания професионален опит. Разбира се в тази връзка се изисква наличие на воля и желание за непрекъснато повишаване на квалификацията чрез запознаване с последните но-

вости, открития, достижения на науката в разглежданата област. Както посочва Т. Игнатова [4, с. 151] от голямо значение за педагогическата компетентност е умението за бързо адаптиране към промените чрез обогатяване на знанията и осмисляне на практическото им приложение.

Заклучение

Качествената работа на педагога пряко влияе върху всички аспекти на общественния живот. А компетентната оценка на педагогическата професия според Шивачева-Пинедата се изразява чрез изградено уважение и доверие от страна на учениците. Доверието е „по-висока степен на признание, личностна оценка и значимост“ [6, с. 125].

Професионалният облик на учителя по физическо възпитание е динамично развиваща се сфера, която следва да отговаря на съвременните предизвикателства и реалности. Визията на съвременния спортен педагог е индивидуална характеристика, подчинена на обществените условия и изисквания към учителската професия.

Използвана литература:

1. Георгиева-Христозова, В. (2024). Предучилищна Европа – еволюция, състояние и хоризонти. Стара Загора: ИК „Кота“. ISBN 978-954-305-699-6
2. Димитров, Д., И. Лалев (2011). Фактори, определящи спортната активност на студентите. Сборник с доклади от НКМНР в ИУ – Варна, Варна: Наука и икономика, стр. 167-173.
3. Димитров, Д., И. Лалев (2016). Диференциране на професионалния профил на спортния аниматор. Сборник с доклади от НК на младите научни работници в ИУ-Варна, Варна: Наука и икономика, стр. 264 – 271.
4. Игнатова, Т. (2024). Визия на съвременния учител по физическо възпитание. Съвременни тенденции на ФВ и спорта – годишник на СУ „Св. Кл. Охридски“, стр. 149-160.
5. Томова, Е. (2024). Възпитателната компетентност като компонент от педагогическата компетентност на учителя. Сборник с доклади от Национална научно-практическа конференция „Детето и детският свят“, София: УИ „Св. Кл. Охридски“, кн. 1, стр. 101-116.
6. Шивачева-Пинедата, И. (2005). Ученикът и учителят в съвременните образователни реалности (аспекти и изисквания). Ямбол: печатница „Стоев“. ISBN: 954-9999-42-4
7. Шивачева-Пинедата, И. (2019). Професионално-личностна рефлексия на учителя. Педагогика, год. ХСІ, кн. 5, стр. 615-625.
8. Цонкова, Д., П. Цонкова (2006). Съвременни аспекти на професионалната подготовка на спортния педагог. Сборник доклади от МНК „Педагогическото образование – традиции и съвременност“, Велико Търново, стр. 24-29, ISBN 978-619-7281-01-9.

TECHNICAL SCIENCES

ORGANIZATION OF DEPARTMENT MANAGEMENT USING THE YOUNGIVE PROGRAM

Kaldybayeva A.

senior lecturer

*Kazakh National Women's Teacher Training University,
Almaty, Kazakhstan*

Abuova J.

senior lecturer

*Kazakh National Women's Teacher Training University,
Almaty, Kazakhstan*

Mukeyeva G.

senior lecturer

*Kazakh National Women's Teacher Training University,
Almaty, Kazakhstan*

ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ КАФЕДРОЙ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ YOUNGILE

Калдыбаева А.С.

старший преподаватель

*Казахский национальный женский педагогический университет,
г. Алматы, Казахстан*

Абуова Ж.К.

старший преподаватель

*Казахский национальный женский педагогический университет,
г. Алматы, Казахстан*

Мукеева Г.И.

старший преподаватель

*Казахский национальный женский педагогический университет,
г. Алматы, Казахстан*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499286>

Abstract

The article presents an information system for managing the work of the department in an educational organization using the YouGile program. The main advantages and capabilities of the system are described, such as automation of work processes, monitoring of task performance and improving the effectiveness of management decisions. The YouGile program allows you to optimize the management of the department by simplifying communication and monitoring the execution of assignments.

Аннотация

В статье представлена информационная система управления работой кафедры в образовательной организации с использованием программы YouGile. Описываются основные преимущества и возможности системы, такие как автоматизация рабочих процессов, мониторинг выполнения задач и повышение эффективности управленческих решений. Программа YouGile позволяет оптимизировать управление кафедрой за счет упрощения коммуникации и контроля за выполнением поручений.

Keywords: YouGile, department management, department, information systems, monitoring

Ключевые слова: YouGile, управление подразделением, кафедра, информационные системы, мониторинг.

Введение

Современные образовательные учреждения требуют высокоэффективных решений для управления внутренними процессами. Управление кафедрой как одной из ключевых структурных единиц требует автоматизации для повышения оперативности и точности выполнения задач. Использование информационных систем, таких как YouGile, позволяет обеспечить необходимую прозрачность и упрощает контроль за выполнением задач.

В статье рассматривается использование программы YouGile для автоматизации управления

кафедрой. Основной акцент сделан на возможностях программы, включая автоматизацию процессов, распределение задач и контроль за их выполнением.

Основные возможности программы YouGile

Программа YouGile работает по следующей логической цепочке: «Компания» – «Проекты» – «Доски» – «Задачи». Данный подход позволяет структурировать работу кафедры и обеспечивает гибкость в управлении.

1. Планирование задач: Программа позволяет создавать проекты и распределять задачи между преподавателями в соответствии с их

обязанностями. Каждая задача содержит четкие сроки выполнения, а также указание ответственного лица.

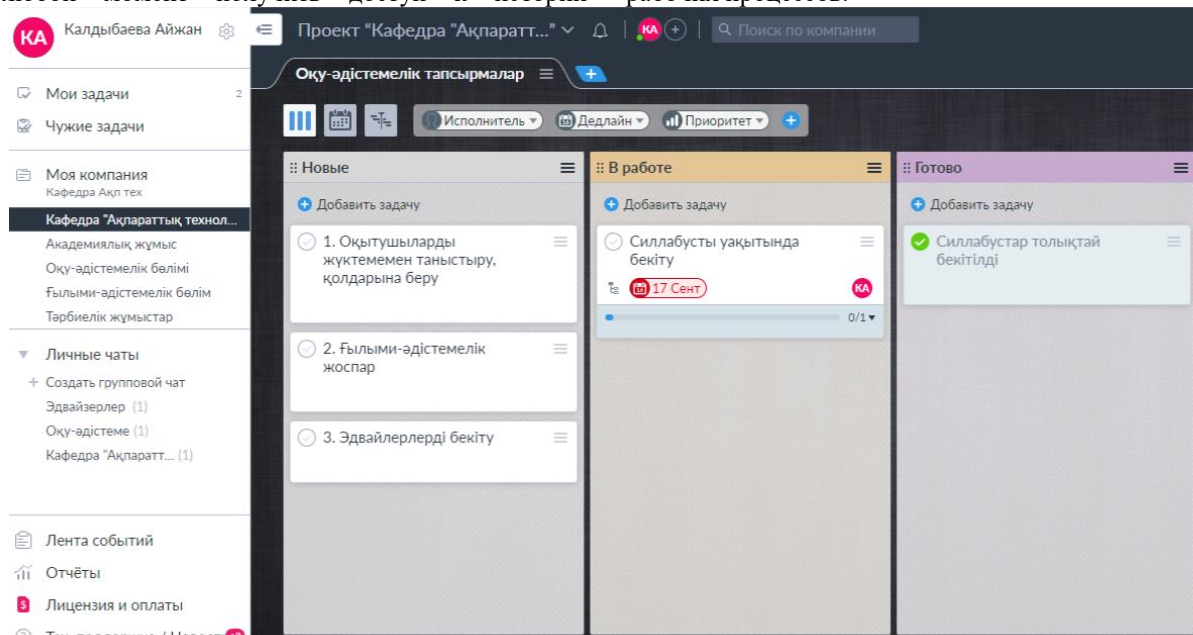
2. Мониторинг выполнения: Интерфейс программы позволяет в реальном времени отслеживать статус задач. Например, задачи, которые находятся в процессе выполнения, помечаются соответствующими статусами («в работе», «завершено» и т. д.).

3. Архивирование данных: Выполненные задачи сохраняются в архиве, что позволяет в любой момент получить доступ к истории

выполнения. Это особенно удобно для анализа и отчетности.

4. Коммуникация: Программа предоставляет возможность создания чатов для обсуждения задач внутри кафедры. Это упрощает взаимодействие между сотрудниками и минимизирует время на согласование действий.

5. Анализ данных: Система позволяет собирать статистику по выполнению задач, что способствует выявлению узких мест в управлении и улучшению рабочих процессов.



Применение YouGile в управлении кафедрой

Программа YouGile была внедрена для управления кафедрой в образовательной организации. На практике использование YouGile продемонстрировало следующие преимущества:

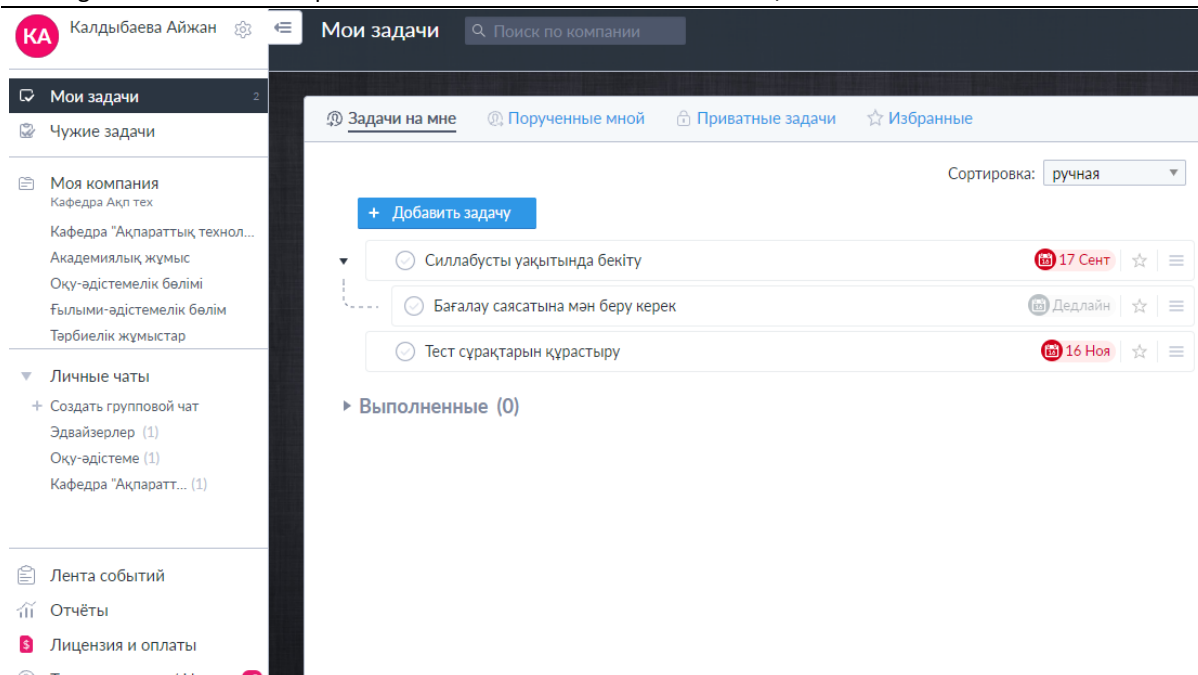
- Упрощение распределения задач между преподавателями. Руководство может оперативно назначать ответственных и отслеживать прогресс.

- Повышение дисциплины выполнения задач за счет прозрачности процессов. Ответственные лица видят сроки и статус поручений, что способствует своевременному выполнению.

- Снижение объема бумажной работы. Все данные о задачах, выполнении и отчетности хранятся в электронном виде.

- Ускорение принятия решений. Благодаря доступу к актуальной информации руководство может оперативно реагировать на изменения.

Пример: при подготовке к заседанию кафедры программа позволяет спланировать повестку, распределить задачи между преподавателями и отслеживать выполнение поручений. Это исключает необходимость ручного контроля и повышает эффективность работы.



Методология исследования

1. Анкетирование сотрудников. Проведено опрос 15 преподавателей, которые используют YouGile в ежедневной деятельности.

2. Анализ данных. Изучены отчёты о задачах и проектах, записанных в YouGile за последние 6 месяцев.

3. Интервью. Проведены беседы с руководителями кафедры, чтобы понять, как их воспринимают изменения при внедрении программы.

Результаты исследования

1. Скорость выполнения задач. На 35% сократились сроки выполнения задач по сравнению с предыдущим периодом.

2. Прозрачность процессов. 92% опрошенных отметили, что YouGile сделала работу более упорядоченной.

3. Довольство сотрудников. 85% опрошенных оценили программу как удобную и функциональную.

Выводы и рекомендации

1. Внедрение YouGile позволяет существенно улучшить управление кафедрой, принося явные преимущества в скорости и прозрачности работы. Среди ключевых выводов:

2. Использование программы повышает организованность и облегчает процесс контроля задач.

3. Руководство кафедры получает более оперативный доступ к аналитической информации, что способствует принятию обоснованных решений.

4. Сотрудники отмечают улучшение взаимодействия и снижение объема рутинной работы.

Заключение

Программа YouGile представляет собой мощный инструмент для управления кафедрой, позволяющий упростить и оптимизировать процессы, улучшить коммуникацию и повысить эффективность работы. Внедрение YouGile способствует улучшению качества образования и повышению общей производительности кафедры. Это не только повышает качество управления, но и создает комфортные условия для сотрудников, что положительно сказывается на образовательном процессе в целом. Применение современных технологий в управлении образовательными учреждениями является важным шагом на пути к повышению эффективности и качества образования.

Список литературы:

1. Уджуху И.А., Мешвез Р.К., Манченко Ю.В., Галюнко Т.Э. Электронная информационно-образовательная среда современного вуза: понятие, структура, применение // Вестник Майкопского государственного технологического университета. 2020. № 1. С. 113–120.

2. Кондратенко А.Б., Рудинский И.Д., Кондратенко Б.А. Организация образовательного процесса в инфокоммуникационной образовательной среде РАНХиГС // VI Международная научная конференция «Инновации в профессиональном, общем и дополнительном образовании» (Балтийский морской форум – 2020). Калининград, 2020. С. 86–89.

MODELING OF TRANSIENT PROCESSES IN POWER TRANSFORMERS AND CURRENT TRANSFORMERS**Kazanina I.***к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение и возобновляемые источники энергии»
Алматинский университет энергетики и связи (г.Алматы, Казахстан)***Dokdyrkhan A.***магистрант кафедры «Электроснабжение и возобновляемые источники энергии»
Алматинский университет энергетики и связи (г.Алматы, Казахстан)***МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРАХ И ТРАНСФОРМАТОРАХ ТОКА****Казанина И.В.***к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение и возобновляемые источники энергии»
Алматинский университет энергетики и связи (г.Алматы, Казахстан)***Докдырхан А.К.***магистрант кафедры «Электроснабжение и возобновляемые источники энергии»
Алматинский университет энергетики и связи (г.Алматы, Казахстан)*<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499288>**Abstract**

Mathematical modeling of transient processes is essential for enhancing relay protection in power and current transformers. MATLAB facilitates accurate analysis by accounting for nonlinear materials and phase-switching delays, ensuring reliability and safety.

Аннотация

Эффективность работы релейной защиты силовых трансформаторов (СТ) и трансформаторов тока (ТТ) во многом зависит от достоверного анализа переходных процессов (ПП) в их токовых цепях. Проведение натурных экспериментов для исследования ПП часто невозможно из-за риска повреждения оборудования, значительных затрат и влияния на устойчивость энергосистемы. В статье описаны подходы к математическому моделированию ПП, основные сложности, связанные с этим процессом, и преимущества использования программных пакетов, таких как MATLAB, для построения и анализа моделей трансформаторов.

Современные электроэнергетические системы сталкиваются с задачами повышения надёжности и устойчивости работы оборудования. Силовые трансформаторы играют ключевую роль в передаче и распределении энергии, а их отказ может привести к серьёзным авариям. Анализ переходных процессов (ПП), возникающих в цепях трансформаторов, важен для выявления наиболее критических режимов и обеспечения эффективной работы релейной защиты (РЗ).

Традиционные методы исследования, такие как натурные эксперименты, имеют ряд ограничений:

- Высокая стоимость и сложность организации.
- Риск повреждения оборудования.
- Ограниченные возможности для анализа редких и экстремальных ПП.

Поэтому основным инструментом для изучения ПП становится математическое моделирование. Оно позволяет заменить реальный объект его абстрактной моделью, проводить численные эксперименты и исследовать различные режимы работы оборудования.

Подходы к моделированию переходных процессов

Переходные процессы в СТ и ТТ происходят в условиях сложного взаимодействия электрических

и магнитных цепей. Условия, определяющие ПП, включают:

- Остаточную индукцию в сердечниках трансформаторов.
- Различие характеристик намагничивания фазных обмоток.
- Нелинейные свойства материалов магнитопровода.
- Разновременность включения фаз выключателя.

Эти факторы носят вероятностный характер, что затрудняет их учёт при аналитических исследованиях. В связи с этим требуется разработка математических моделей, позволяющих проводить численные эксперименты и анализировать поведение трансформаторов в экстремальных режимах.

Для построения моделей используется пакет MATLAB, обеспечивающий интеграцию дифференциальных уравнений с высокой точностью.

Модель броска тока намагничивания однофазного трансформатора

Задача расчёта переходных режимов трансформатора заключается в определении временных зависимостей токов и магнитных потоков на основе параметров оборудования и начальных условий.

Принципиальная схема трансформатора

Принципиальная схема однофазного трансформатора, работающего на холостом ходу, представлена на рисунке 1.

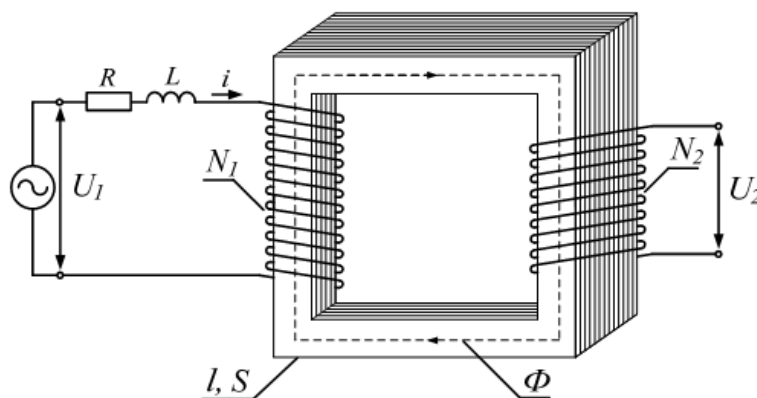


Рисунок 1 – Принципиальная схема однофазного трансформатора на холостом ходу (вторичная обмотка разомкнута).

Математическая модель

Модель базируется на законах Кирхгофа и зависимости потокоцепления от магнитной индукции. Основные уравнения:

Уравнение напряжения:

$$U_1 = R \cdot i + \frac{d\Psi}{dt},$$

$$\text{где } \Psi = N_1 \cdot B \cdot S.$$

Уравнение связи индукции и напряжённости:

$$H = \frac{N_1 \cdot i}{l}.$$

Дифференциальная индуктивность:

$$L_d = \frac{d\Psi}{di} = N_1 \cdot S \cdot \frac{dB}{dH}.$$

Уравнения приведены к форме Коши для численного интегрирования.

Упрощения модели

- Пренебрежение активными потерями в стали сердечника.
- Использование основной кривой намагничивания вместо петли гистерезиса.
- Пренебрежение ёмкостными токами.

Решение уравнений в MATLAB

Для решения системы уравнений использовался метод Рунге-Кутты. В качестве входных данных использована характеристика намагничивания стали Э330А, представленная в таблице 1.

Магнитная индукция B , Тл	0,0	0,4	0,8	1,4	1,5	1,6	1,7
Напряжённость магнитного поля H , А/м	0	28	46	100	130	200	800
Магнитная индукция B , Тл	1,85		1,9		1,95		2,0
Напряжённость магнитного поля H , А/м	2500		5000		10000		30000

Результаты моделирования

Расчёт броска тока намагничивания показал:

- При включении трансформатора на холостой ход наблюдается значительный скачок тока намагничивания, зависящий от остаточной индукции.

- Глубокое насыщение магнитопровода приводит к уменьшению дифференциальной индуктивности и увеличению тока.

Графики изменения магнитной индукции и токов, полученные в MATLAB, подтверждают адекватность модели (рис.2).

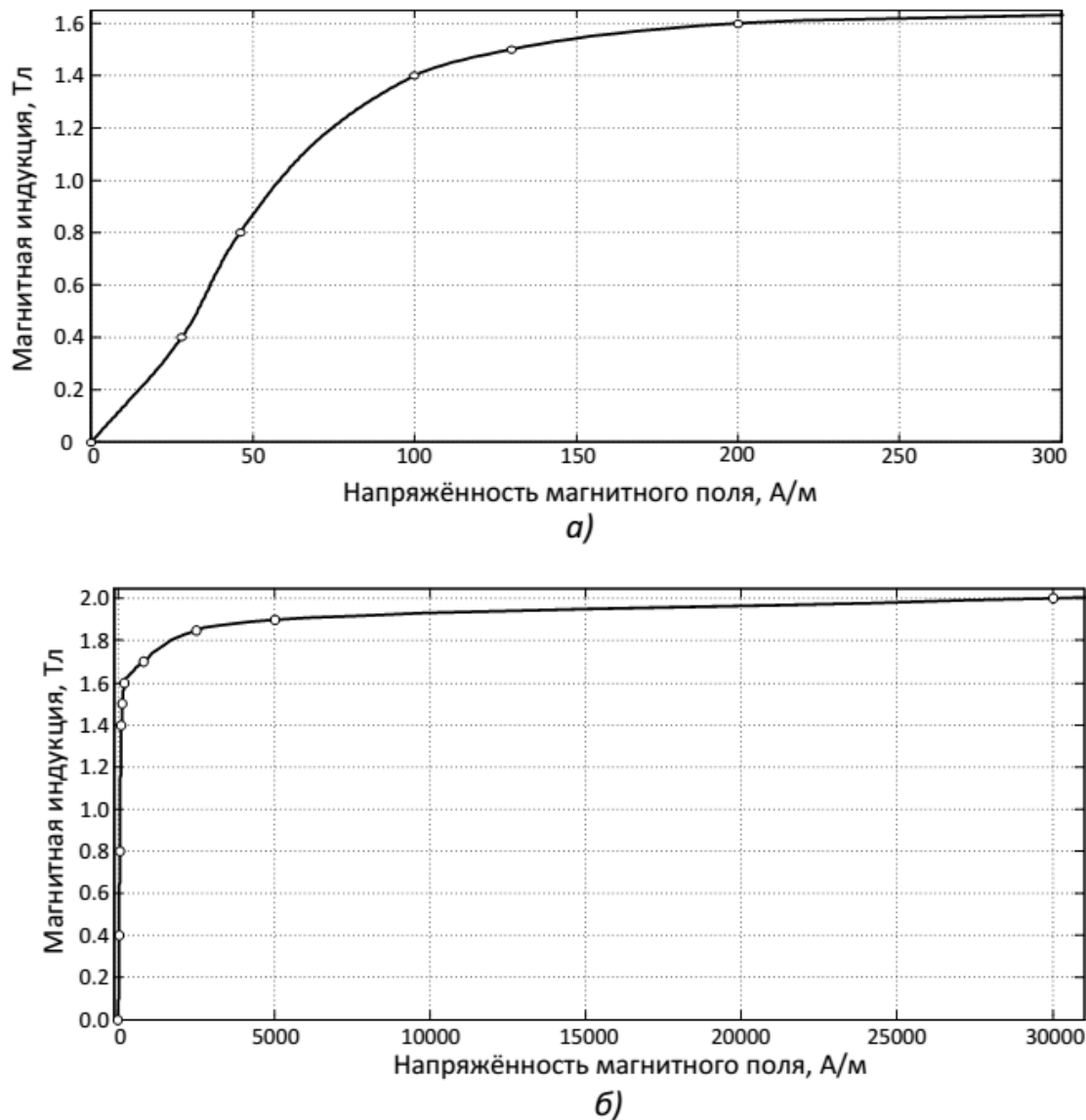


Рисунок 2 – Основная кривая намагничивания стали Э330А, полученная в результате интерполяции: а) на интервале изменения напряжённости магнитного поля от 0 до 300 А/м; б) на интервале изменения напряжённости магнитного поля от 0 до 30000 А/м

Роль математических моделей

Математическая модель — это совокупность математических уравнений, описывающих поведение реального объекта. Для исследования ПП в СТ модель должна адекватно учитывать следующие параметры:

- Электрические свойства цепей (сопротивление, индуктивность, ёмкость).
- Нелинейные характеристики намагничивания сердечников.
- Гистерезисные свойства материалов (в определённых режимах).

В современных программных пакетах для моделирования электроэнергетических систем, таких как MATLAB, Simulink и другие, реализованы базовые модели СТ. Эти модели позволяют учитывать:

- Нелинейность характеристики намагничивания.
- Влияние гистерезиса.

- Геометрические и электрические параметры трансформаторов.

Однако стандартные библиотеки программных продуктов ориентированы на массовые конструкции трансформаторов. Модели мощных автотрансформаторов со сложными магнитными и электрическими цепями требуют доработки или создания пользовательских решений.

Использование MATLAB для моделирования ПП

MATLAB является одним из наиболее универсальных инструментов для численного моделирования. В нём реализованы мощные алгоритмы интегрирования дифференциальных уравнений и инструменты для интерполяции нелинейных характеристик.

Применение MATLAB для моделирования ПП в СТ позволяет:

Учитывать реальную кривую намагничивания материалов сердечников.

Исследовать влияние остаточной индукции на токовые цепи.

Изучать поведение трансформаторов в различных режимах, включая глубокое насыщение.

Для построения моделей используются экспериментальные данные о свойствах электротехнических сталей. Интерполяция характеристик намагничивания выполняется с помощью кубических сплайнов или других методов, что позволяет точно воспроизводить изменения индукции при заданных значениях напряжённости магнитного поля.

Проблемы и ограничения стандартных моделей

Стандартные модели в инженерных программных пакетах имеют ограничения:

- Упрощённое описание нелинейных свойств сердечников.
- Отсутствие моделей для сложных конфигураций трансформаторов (например, с несколькими магнитопроводами).
- Ограниченная возможность учёта специфических режимов работы, таких как асимметрия токов или фаз.

Эти ограничения делают актуальной задачу создания пользовательских моделей, которые учитывают уникальные характеристики исследуемых трансформаторов.

Заключение

Моделирование переходных процессов в силовых трансформаторах и трансформаторах тока является важным инструментом для анализа и повышения устойчивости энергосистем. Применение численных методов, реализованных в MATLAB, позволяет точно воспроизводить поведение трансформаторов в различных режимах, учитывать нелинейные свойства материалов и исследовать влияние остаточной индукции.

Создание пользовательских моделей для сложных конструкций трансформаторов открывает новые возможности для анализа редких и экстремальных переходных процессов. Это способствует улучшению релейной защиты и предотвращению аварийных ситуаций.

Список литературы:

1. Ерушин, В. П. Повышение устойчивости функционирования дифференциальных защит силовых трансформаторов : дис. ...канд. техн. наук : 05.14.02 / В. П. Ерушин. – Новосибирск, 1981. – 217 с.
2. Засыпкин А. С. Релейная защита трансформаторов / А. С. Засыпкин. – Москва : Энергоатомиздат, 1989. – 240 с.
3. Федосеев, А. М. релейная защита электрических систем : учеб. для вузов / А. М. Федосеев. – Москва : Энергия, 1976. – 560 с.

MODERN TEXT RECOGNITION MODELS AND METHODS: TECHNOLOGIES, CHALLENGES, AND PERSPECTIVES**Nabiyeva G.***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Asfendiyarov Kazakh National Medical University***Nurzhanov G.***Master student**Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G.Daukeev, Almaty, Kazakhstan***СОВРЕМЕННЫЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ТЕКСТА: ТЕХНОЛОГИИ, ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ****Набиева Г.С.***К.т.н., ассоциированный профессор, Казахский Национальный Медицинский Университет имени
С.Д. Асфендиярова, Алматы, Казахстан***Нуржанов Г.Е.***Магистрант, Алматинский Университет Энергетики и Связи имени Г.Даукеева, Алматы, Казахстан*<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499290>**Abstract**

The article focuses on modern methods and models of Optical Character Recognition (OCR). It reviews key approaches, including classical algorithms, Convolutional Neural Networks (CNN), Recurrent Neural Networks (RNN), their combinations (CRNN), and transformers. A comparative analysis of their advantages and limitations is presented, and an optimal approach is proposed for processing textual data in real-world conditions. The practical section demonstrates the efficiency of the CRNN method in text recognition tasks considering factors such as low image quality and complex backgrounds.

Аннотация

Статья посвящена современным методам и моделям оптического распознавания текста (OCR). Рассматриваются основные подходы, включая классические алгоритмы, сверточные нейронные сети (CNN), рекуррентные сети (RNN), их комбинации (CRNN), а также трансформеры. Выполнен сравнительный анализ их преимуществ и недостатков, предложен оптимальный подход для обработки текстовых данных в реальных условиях. Практическая часть демонстрирует эффективность метода CRNN для задач распознавания текста с учетом таких факторов, как низкое качество изображения и сложные фоны.

Keywords: OCR, text recognition, convolutional neural networks, recurrent networks, transformers, CRNN, image processing.

Ключевые слова: OCR, распознавание текста, сверточные нейронные сети, рекуррентные сети, трансформеры, CRNN, обработка изображений.

Введение. С развитием цифровых технологий и автоматизацией обработки данных распознавание текста Optical Character Recognition (OCR) стало важной частью информационных систем, которое часто применяется в бизнесе, медицине, архивном деле и других областях. Данные технологии позволяют конвертировать текст с изображений в машиночитаемый формат, обеспечивая быстрый доступ и высокую точность обработки данных, что особенно востребовано в задачах массового ввода документов, чеков и анкет.

С внедрением методов машинного обучения OCR вышел на качественно новый уровень - модели на основе нейронных сетей, включая сверточные нейронные сети (CNN) и рекуррентные сети (RNN), значительно улучшили точность распознавания, особенно при наличии разнообразия шрифтов, сложных фонов и искажений изображений. Но несмотря на прогресс, OCR сталкивается с рядом ограничений, таких как точное распознавание рукописного текста и слабоконтрастных изображений, а

также необходимость оптимизации моделей для устройств с ограниченными вычислительными возможностями.

Исследование направлено на анализ современных методов и моделей OCR, оценку их эффективности и определение оптимального подхода к распознаванию текста в различных условиях.

Теоретическая часть. Оптическое распознавание текста (OCR) — это технология, которая основывается на методах компьютерного зрения и машинного обучения и преобразует текстовую информацию с изображений в цифровой формат, обеспечивая возможность автоматической обработки и анализа данных [1][2]. Основу работы OCR-систем составляет последовательность процессов, включая предобработку изображения, выделение признаков и классификацию символов. Современные подходы к OCR можно разделить на традиционные методы, опирающиеся на правила и алгоритмы, и методы глубокого обучения, использующие нейронные сети [4].

Классические методы OCR базируются на детерминированных алгоритмах, таких как пороговая обработка, сегментация и извлечение признаков [2][3]. Эти методы успешно применяются для простых задач, например, для распознавания текста, напечатанного стандартными шрифтами на высококачественных изображениях. На этапе сегментации изображение делится на элементы — строки, слова и символы, а затем проводится их анализ. Несмотря на эффективность, классические подходы ограничены в случаях, когда текст включает искажения, сложные фоны или низкий контраст.

С появлением глубокого обучения OCR-системы стали значительно точнее. Сверточные нейронные сети (CNN) [5] широко используются для выделения визуальных признаков символов благодаря своей способности эффективно распознавать пространственные зависимости в изображениях. CNN автоматически выделяют значимые характеристики текста, такие как формы и контуры, что улучшает точность распознавания. Однако сверточные сети менее эффективны при работе с последовательными данными, такими как строки текста.

Для анализа последовательных структур текста применяются рекуррентные нейронные сети (RNN) [8], которые способны учитывать зависимости между символами, что особенно важно при распознавании слов и фраз. Модификация RNN, LSTM (долгая краткосрочная память), способна сохранять контекст на протяжении всей последовательности, что делает её подходящей для задач OCR, где последовательность символов важна для правильного распознавания текста.

Кроме того, современные модели OCR всё чаще включают трансформеры — архитектуры, которые объединяют возможности CNN и RNN для эффективного анализа как пространственных, так и последовательных данных. Например, Vision Transformer (ViT) [7] применяет механизмы внимания для выделения важных элементов изображения, что позволяет решать задачи OCR более эффективно. Трансформеры обеспечивают высокую точность, но требуют значительных вычислительных ресурсов, что ограничивает их использование в некоторых практических приложениях.

Постановка задачи. Целью является анализ существующих методов к распознаванию текста с учетом современных требований к качеству и ско-

рости обработки изображений. Задача состоит в выборе оптимальной системы OCR, способной с высокой точностью и стабильностью распознавать текстовые данные с изображений, независимо от условий их получения, также предполагает учет таких факторов, как разнообразие шрифтов, наличие искажений, низкое качество изображений и неравномерное освещение, что затрудняет на практике традиционное распознавание.

Для решения поставленной задачи необходимо:

- исследовать и проанализировать современные методы и модели OCR, включая подходы на основе сверточных нейронных сетей (CNN), рекуррентных сетей (RNN), а также моделей с использованием трансформеров;

- оценить преимущества и ограничения каждой модели, рассматривая их применимость к различным типам текстовых данных и условиям их обработки;

- протестировать методы на наборе данных, содержащем изображения с текстом и выявить оптимальный.

- Сравнить результаты с существующими OCR-системами, чтобы оценить достигнутые улучшения в точности и скорости распознавания.

Анализ существующих моделей и методов. Рассмотрение моделей и методов, используемых для распознавания текста, выявляет различные подходы, основанные на применении традиционных алгоритмов и современных нейронных сетей [4]. С каждым годом OCR-системы становятся все более совершенными, особенно с интеграцией глубокого обучения. Традиционные методы OCR, такие как пороговая обработка и сегментация, эффективно работают при наличии четкого текста и высококачественных изображений [3]. Однако эти методы ограничены в условиях низкого качества данных или наличия сложных фоновых помех. С другой стороны, глубокие нейронные сети (DNN), включая сверточные (CNN), рекуррентные сети (RNN) и трансформеры, открыли новые возможности для точного распознавания текста в условиях, где традиционные подходы оказались недостаточными [10].

Для более структурного анализа ниже представлена таблица 1 с описанием различных подходов, их преимуществ и недостатков.

Преимущество и недостатки существующих методов и моделей

Метод / Модель	Принцип работы	Преимущества	Недостатки
Классические методы	Основаны на алгоритмах пороговой обработки и сегментации символов.	Простота реализации; подходит для стандартного текста в высоком качестве.	Ограничены в условиях низкого качества, сложных фонов и искажений; требуют ручной настройки.
Сверточные нейронные сети (CNN)	Используют фильтры для выделения визуальных признаков (контуры, формы) текста.	Высокая точность выделения визуальных признаков; устойчивость к искажениям.	Ограничены при работе с последовательными данными; требуют значительных вычислительных ресурсов.
Рекуррентные нейронные сети (RNN)	Анализируют последовательные данные, учитывая контекст текста для распознавания последовательностей.	Способны учитывать контекст символов; подходят для строк текста и рукописного текста.	Ограничены в обработке пространственных зависимостей; могут быть медленными.
CRNN (Сочетание CNN и RNN)	Использует CNN для выделения признаков и RNN для последовательной обработки символов.	Комбинирует преимущества CNN и RNN; подходит для сложных текстовых структур.	Высокие вычислительные требования; может быть ограничен в скорости обработки.
Трансформеры	Используют механизм внимания для определения важных участков изображения и обработки последовательностей.	Способны учитывать пространственные и последовательные зависимости; высокая точность на сложных данных.	Очень высокие вычислительные затраты; требуют значительных ресурсов для обучения и настройки.

Описание и анализ моделей:

– *классические методы*:

классические подходы OCR основаны на алгоритмах пороговой обработки и сегментации, которые разбивают изображение на отдельные элементы и анализируют их отдельно [2][3]. Эти методы подходят для стандартного печатного текста на изображениях высокого качества и отличаются простотой реализации и меньшими вычислительными затратами. Однако они чувствительны к низкому качеству изображений и требуют ручной настройки, что ограничивает их применение в условиях, требующих гибкости;

– *сверточные нейронные сети (CNN)*:

CNN стали ключевым компонентом современных OCR-систем благодаря способности выделять визуальные признаки, такие как формы и контуры символов, автоматически. Модель CNN обрабатывает изображение через каскад слоев фильтров, которые обучаются выделять значимые характеристики текста, что позволяет системе устойчиво работать в условиях искажений [5][9]. Тем не менее, CNN ограничены при работе с последовательными данными, так как они не учитывают взаимосвязи между символами, что может быть критичным для распознавания целых слов и предложений;

– *рекуррентные нейронные сети (RNN)*:

RNN и их модификации, такие как LSTM и GRU, предназначены для работы с последовательными данными и способны учитывать контекст предыдущих символов, что делает их полезными при распознавании строк текста [6][8]. Они учитывают последовательные связи между символами, что позволяет повысить точность распознавания

целых слов и предложений. Однако RNN требуют значительных вычислительных ресурсов и времени на обработку и не подходят для анализа пространственных зависимостей в изображении;

– *CRNN (Сочетание CNN и RNN)*:

модель CRNN объединяет возможности CNN для выделения признаков и RNN для последовательного анализа текста, что делает её эффективной для задач OCR на сложных данных [10]. Этот подход позволяет одновременно учитывать визуальные и последовательные характеристики текста, что делает модель особенно полезной для распознавания рукописного текста и строк с нечеткими символами. Хотя CRNN обладает высокой точностью, модель требует значительных вычислительных ресурсов, что ограничивает её применение в реальном времени;

– *трансформеры*:

в последние годы трансформеры, включая Vision Transformer, продемонстрировали высокую точность в задачах OCR благодаря механизму внимания, который позволяет модели эффективно анализировать как пространственные, так и последовательные зависимости [4][7]. Эти модели способны обрабатывать сложные данные, такие как тексты с искажениями, рукописный и многоязычный текст. Однако высокие вычислительные требования и потребность в больших объемах данных для обучения делают трансформеры затратными в использовании.

Рассмотрим алгоритм работы каждого из представленных выше методов:

1. Классические методы:

- *предобработка* - бинаризация изображения, удаление шума;
- *сегментация* - разделение изображения на отдельные символы;
- *распознавание шаблонов* - использование алгоритмов вроде сопоставления шаблонов или гистограмм для определения символов;

- *постобработка* - исправление ошибок на основе словаря.

Для наглядности показана схема работы алгоритма классическим методом на рисунке 1 [2].

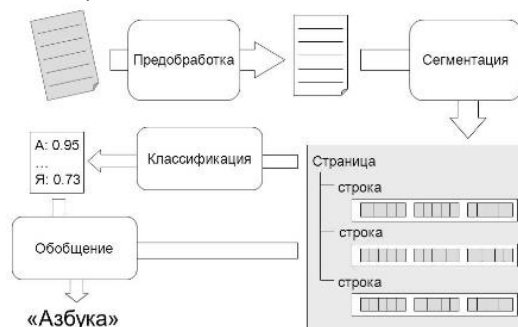


Рисунок 1. Схема алгоритма классического метода

2. Сверточные нейронные сети (CNN):

- *извлечение признаков* - использование сверточных слоев для выделения краев, форм и текстур символов;
- *классификация* - выходной слой классифицирует каждый фрагмент изображения как конкретный символ;

- *распознавание текста* - объединение всех символов в итоговый текст.

На рисунке 2 показана в пример последовательность, которая классифицирует рукописные цифры [5].

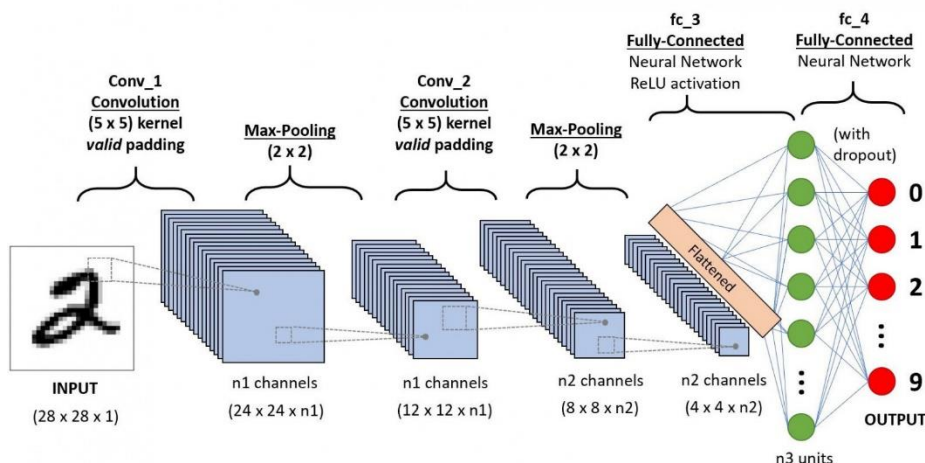


Рисунок 2. Последовательность CNN для классификации рукописных цифр

3. Рекуррентные нейронные сети (RNN):

- *извлечение последовательности* - преобразование изображения текста в последовательность символов или признаков;
- *обработка RNN* - обработка последовательных данных для анализа текста с учетом предыдущих символов;
- *декодирование текста* - генерация итогового текста на основе анализа RNN [6].

4. CRNN (Комбинация CNN и RNN):

- *CNN для выделения признаков* - преобразует изображение в компактную матрицу признаков;
- *RNN для последовательности* - анализирует последовательность признаков, учитывая контекст;
- *CTC-декодер* - использует Connectionist Temporal Classification для получения текста.

На рисунке 3 показана схема последовательности работы алгоритма CRNN [11].

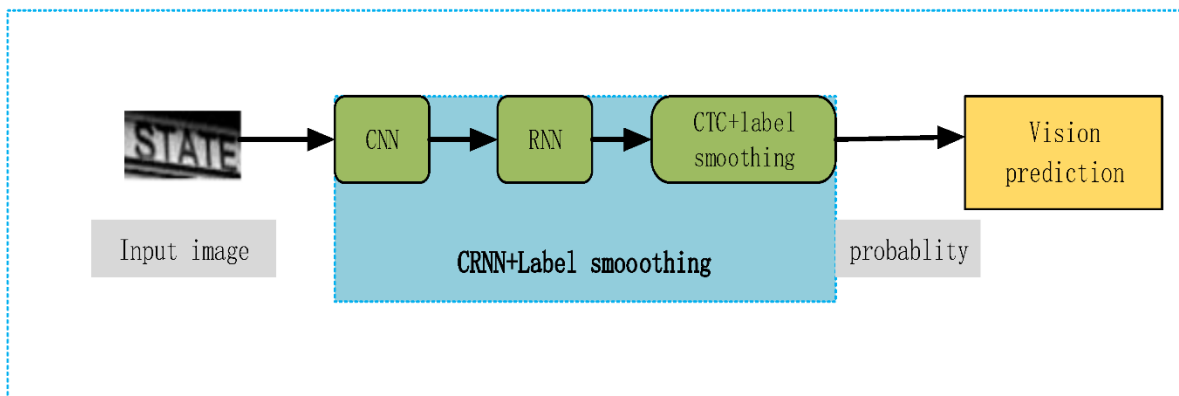


Рисунок 3. Алгоритм CRNN

5. Трансформеры:

- *предобработка* - разделение изображения на патчи или последовательности признаков;
- *механизм внимания (Attention)* - анализирует все элементы изображения одновременно, определяя важные участки;

– *декодирование текста* - формирует текст с учетом глобального контекста изображения.

На рисунке 4 показан общий принцип работы Visual Transform [7].

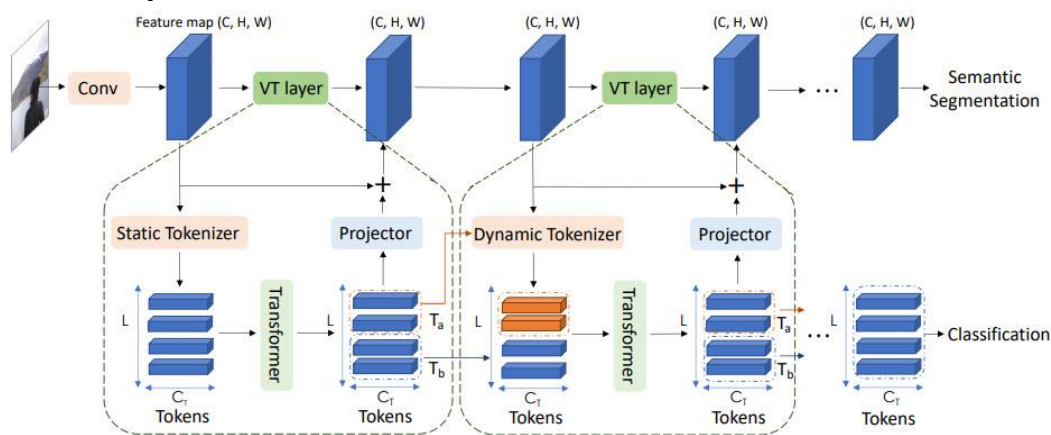


Рисунок 4. Visual Transform

Описание алгоритма из источника [7]:

- вначале используется обычный backbone для получения feature maps
- далее feature map конвертируется в визуальные токены
- токены подаются в трансформеры
- выход трансформера может использоваться для задач классификации

– а если объединить выход трансформера с feature map, то можно получить предсказания для задач сегментации

Практическое применение - решение задачи по выбранному оптимальному методу. Проведем сравнение методов, на вход поступает фотография уличного знака с текстом на русском языке, содержащая небольшие искажения.

В результате получаем следующие результаты, показанные на рисунке 5 и таблице 2.

Таблица 2.

Сравнение результатов методов

Метод	Распознанный текст	Точность, %	Время обработки, мс
Классические методы	"Ули Лена, 2"	70	10
CNN	"Улица Ленина, 2"	85	35
RNN	"Улица Ленниа, 2"	88	55
CRNN	"Улица Ленина, 2"	95	60
Трансформеры	"Улица Ленина, 2"	98	120

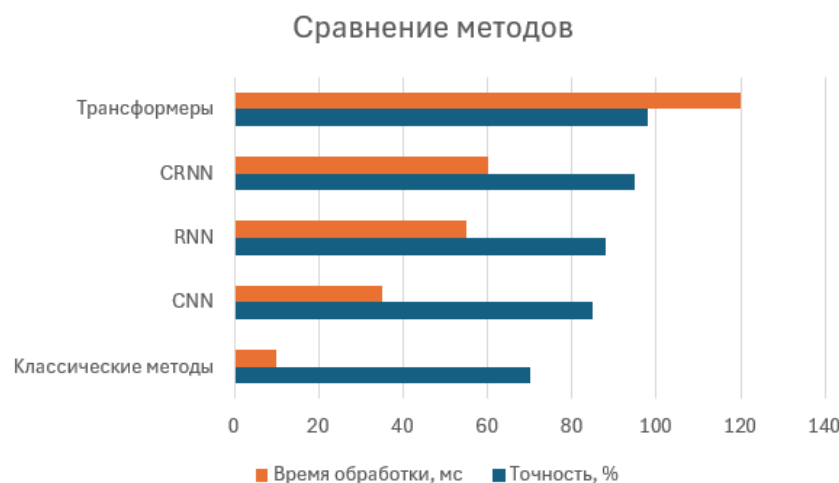


Рисунок 5. Диаграмма сравнения результатов методов и моделей

CRNN и трансформеры показывают наивысшую точность, при этом CRNN имеет лучшую производительность. Классические методы и CNN работают быстрее, но за счет потери точности.

По результату данного практического сравнения, был выбран метод CRNN (Convolutional Recurrent Neural Network) как оптимальный для реализации, т. к. данный метод сочетает в себе подходы сверточных и рекуррентных нейронных сетей, что обеспечивает высокую точность при работе с последовательными данными, такими как текст.

Заключение. В результате проведенного исследования можно сделать несколько важных выводов относительно методов распознавания текста и их применения в современных задачах. Технологии оптического распознавания текста (OCR) значительно развились за последние десятилетия, что позволило достичь высоких результатов в различных областях, включая цифровизацию документов, автоматическое извлечение данных и анализ изображений с текстом.

Классические методы распознавания текста, хотя и применяются в некоторых нишевых задачах, уступают по точности и универсальности более современным подходам. Эти методы ограничены в обработке искаженных или сложных изображений, поскольку не учитывают контекст текста.

Сверточные нейронные сети (CNN) продвигают распознавание текста на новый уровень, позволяя эффективно извлекать визуальные признаки из изображений. Однако они не учитывают последовательность символов, что ограничивает их возможности при распознавании сложных текстов, таких как рукописные или искаженные.

Рекуррентные нейронные сети (RNN), в свою очередь, идеально подходят для анализа последовательностей, что делает их полезными в задачах, где важен контекст и порядок символов. Но проблемы с долгосрочной зависимостью ограничивают их использование в сложных задачах.

CRNN (Комбинированные CNN и RNN) объединяют достоинства обеих технологий, обеспечивая высокую точность и способность работать с

длинными текстами. Этот подход доказал свою эффективность в ряде применений, таких как распознавание текста на изображениях и видео, а также в ситуациях с искажениями.

Трансформеры представляют собой самый современный подход в OCR, благодаря механизму внимания, который позволяет эффективно учитывать глобальный контекст и долгосрочные зависимости. Несмотря на высокую точность, их вычислительная нагрузка остается значительной, что ограничивает использование в реальном времени.

Выбор метода зависит от конкретных поставленных целей и задач, доступных вычислительных ресурсов и требований к точности. На сегодняшний день CRNN представляет собой оптимальный компромисс между точностью и производительностью, особенно при решении задач распознавания текста в реальных условиях, где важен как контекст, так и пространственные признаки. В то время как трансформеры продолжают оставаться перспективным направлением для обработки сложных текстов, в будущем можно ожидать их все более широкого применения в задачах OCR благодаря дальнейшему улучшению вычислительных мощностей и оптимизации моделей.

Список литературы:

1. Распознавание текста с помощью OCR. URL: <https://habr.com/ru/articles/471542/>
2. Методы распознавания текстов. URL: <https://habr.com/ru/articles/112442/>
3. Ocr — что такое. URL: <https://skyeng.ru/magazine/wiki/it-industriya/chto-takoe-ocr/>
4. Методы распознавания образов: от простых до сложных. URL: <https://www.simbirsoft.com/blog/metody-raspoznaniya-obrazov-ot-prostykh-doslozhnykh/>
5. Наглядно о том, как работает свёрточная нейронная сеть. URL: <https://habr.com/ru/companies/skillfactory/articles/565232/>
6. Кустикова В., к.т.н., ст.преп. каф. МОСТ ИИТММ, ННГУ им. Н.И. Лобачевского, Рекуррентные нейронные сети, Образовательный курс «Введение в глубокое обучение с использованием

Intel® neon™ Framework», Нижний Новгород, 2018 г.

7. Обзор на статью Visual Transformers — новый подход к тренировке моделей компьютерного зрения на основе visual tokens. URL: https://habr.com/ru/companies/ru_mts/articles/512258/

8. Что такое RNN (рекуррентная нейронная сеть)?. URL: <https://aws.amazon.com/ru/what-is/recurrent-neural-network/>

9. П.П. Алексеев, И.Ю. Квятковская, Применение нейронных сетей для распознавания принци-

альных условно-графических электрических обозначений, Вестник Астраханского государственного технического университета, Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2021, 48-50.

10. A. Shrivastava, J. Amudha, D. Gupta, K. Sharma, Deep Learning Model for Text Recognition in Images, 2019 10th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT), 2019.

11. Снова о распознавании рукописного текста, на этот раз с помощью CRNN. URL: <https://habr.com/ru/articles/720614/>

ANALYSIS OF A SUPERCONDUCTING TRANSFORMER WITH AN AMORPHOUS MAGNETIC CIRCUIT IN MOBILE POWER SUPPLY FACILITIES**Galeev R.***Assistant**«Novosibirsk State Technical University»***Manusov V.***Doctor of Technical Sciences**Professor**«Yugra State University»***Ivanov G.***PhD in Engineering sciences**Associate Professor**Surgut State University***АНАЛИЗ СВЕРХПРОВОДЯЩЕГО ТРАНСФОРМАТОРА С АМОРФНЫМ МАГНИТОПРОВОДОМ В МОБИЛЬНЫХ ОБЪЕКТАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ****Галеев Р.Г.***Ассистент**«Новосибирский государственный технический университет»***Манусов В.З.***Доктор технических наук**Профессор**«Югорский государственный университет»***Иванов Г.В.***Кандидат технических наук**Доцент**«Сургутский государственный университет»*<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499292>**Abstract**

The issue of improving the efficiency of power equipment in autonomous and mobile power supply systems is always in the spotlight. One of the modern methods of reducing the mass of a transformer is the use of high-temperature superconductors (HTS). The purpose of the study is to analyze the available methods for reducing the weight and size characteristics of power transformers, as well as to study the magnetic circuit when operating at an increased frequency of electric current. A hysteresis loop of an amorphous iron magnetic core has been experimentally obtained, the characteristics of which allow it to be used at an increased frequency with a high magnetic induction value at low loss rates for magnetization reversal. An analysis of the transformer in the synthesis of HTS windings and an increase in the frequency of electric current with an amorphous iron core is given. The study made it possible to analyze in more detail the energy losses in the transformer elements associated with losses in the magnetic circuit, namely hysteresis and eddy currents. High-temperature superconductors that allow operation at a high current density, which can reach up to 500 A/mm², which reduces the mass and volume of the material used as a secondary winding. Increasing the frequency of the supply network provides a number of advantages and disadvantages.

Аннотация

Вопрос повышения эффективности энергетического оборудования в автономных и мобильных системах электроснабжения всегда находится в центре внимания. Одним из современных методов снижения массы трансформатора является применение высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП). Цель исследования заключается в анализе доступных методов снижения массогабаритных характеристик силовых трансформаторов, а также исследование магнитопровода при работе на повышенной частоте электрического тока. Экспериментально получена петля гистерезиса магнитопровода из аморфного железа, характеристики которого позволяют применять его при повышенной частоте с высоким значением магнитной индукции при низких показателях потерь на перемагничивание. Дан анализ трансформатора при синтезе ВТСП обмоток и повышения частоты электрического тока с сердечником из аморфного железа. Исследование позволило более детально проанализировать потери энергии в элементах трансформатора, связанные с потерями в магнитопроводе а именно гистерезисом и вихревыми токами. Высокотемпературные сверхпроводники, позволяющие работать при большой плотности тока, которая может достигать до 500 А/мм² что, позволяет уменьшить массу и объём материала.

Keywords: Superconducting transformer, amorphous magnetic circuit, increased frequency.**Ключевые слова:** Сверхпроводящий трансформатор, аморфный магнитопровод, повышенная частота.

В настоящее время к электрооборудованию транспортных средств воздушных судов, кораблей и т.д. предъявляются повышенные требования. В погоне за эффективностью и повышению КПД, к силовым агрегатам транспортных средств предъявляются повышенные требования, которые заключаются в снижении габаритов, массы, потерь электроэнергии и увеличение удельной мощности силового агрегата. К трансформаторам транспортных средств применяются жесткие требования по удельной мощности которая не должна быть в пределах 180 Вт/кг. Данное требование продиктовано увеличением полезной нагрузки.

Одним из очевидным, доступным и эффективным способом уменьшения массогабаритных характеристик трансформатора как не странно является увеличение частоты электрического тока. Основные применяемые материалы в качестве элементов трансформатора в данном решении не имеют потенциала для повышения эффективности. В связи с этим все чаще и чаще применяются инновационные материалы и не стандартные технические решения. Опытные образцы показывают эффективность, но при этом возникают дополнительные вопросы, требующие дополнительных исследований и нестандартных решений. Одной дополнительной задачей является экспоненциально возрастают потери в магнитопроводе.

Цель исследования: необходимо провести анализ возможности снижения массогабаритных характеристик трансформатора и оценить возможность применения предлагаемых технических решений, а именно:

- Ступенчатое повышение частоты питающей электрической сети;
- Применение высокотемпературных сверхпроводников для обмоток трансформатора;
- Применение магнитопровода из магнитомягкого материала.

Дать анализ активным элементам (обмотки, магнитопровод) сверхпроводящего трансформатора при работе на частотах питающей сети до 800 Гц.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Массогабаритные размеры трансформатора, связанные геометрическими и электромагнитными параметрами возможно определить по формулам (1, 2, 3):

$$(S \cdot S_k) = \frac{P_T}{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot K_m \cdot J \cdot f \cdot B_m} \quad (1)$$

$$W_1 = \frac{U}{4,44 \cdot f \cdot B_m \cdot S} \quad (2)$$

$$W_2 = W_1 \cdot \frac{U_2}{U_1} \quad (3)$$

где, $S \cdot S_k$ – размер магнитопровода (площадь сечения стержня и окна сердечника); B_m – максимальная магнитная индукция в магнитопроводе; K_m – коэффициент заполнения площади круга сталью; P_T –

активная мощность трансформатора; f – частота питающей сети; J – плотность тока обмотки проводника; S – полная мощность трансформатора.

Согласно формуле (1) возможно сделать выводы, что частота переменного тока обратно пропорциональна диаметру сердечника. Следовательно, увеличение частоты позволит увеличить напряжения витка с неизменной электромагнитной индукцией. Данное обстоятельство в свою очередь позволяет снизить количество витков обмоток трансформатора.

Справедливо заметить, что расстояние между стержнями и площадь окон магнитопровода на прямую зависят от диаметра обмоток. Следовательно, логично утверждать, что это позволит уменьшить объём и массу сердечника (2, 3).

В настоящее время для изготовления магнитопроводов применяют электротехнические стали. К данным материалам применяются определенные требования, такие как содержание кремния в пределах (от 0,8 до 4,8 %). Свойства магнитопровода должны отвечать требованиям магнитной индукции на перемагничивание (гистерезис) и быть в пределах от 1,6 до 1,8 Тл. Если увеличить индукцию сверх этого значения, сердечник станет работать в режиме насыщения, что приведёт к увеличению магнитного потока рассеяния и как следствия возрастут электродинамические нагрузки на обмотки и увеличатся потери мощности в магнитопроводе.

На данный момент самым эффективным материалом магнитопровода трансформатора является аморфное железо, применение которого позволяет в разы уменьшить потери на перемагничивание и ток холостого хода. Однако еще одним перспективным направлением для увеличения КПД и уменьшения массогабаритных характеристик на сегодня является применение высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) второго рода. [1,2,3]. При температуре кипения жидкого азота -198°C (77 К) ВТСП имеют нулевое активное сопротивление переменному току. Экспериментальная плотность тока ВТСП превышает значение меди более чем в 150 раз и достигает 500 А/мм², медь же может достигать значения 2,8 А/мм². Увеличение плотности тока, позволяет сократить количество витков обмотки трансформатора что неизменно влечет за собой снижение объема и массы. [4, 5]

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Одним из эффективных способов уменьшения массогабаритных показателей трансформаторов является повышение рабочей частоты переменного тока. Во всем мире промышленные частоты переменного тока составляют 50 и 60 Гц.

В настоящее время увеличение частоты сети возможно лишь в автономных и мобильных системах электроснабжения. Данное техническое решение требует индивидуального подхода к выбору материалов и конструкции трансформатора [6,7]

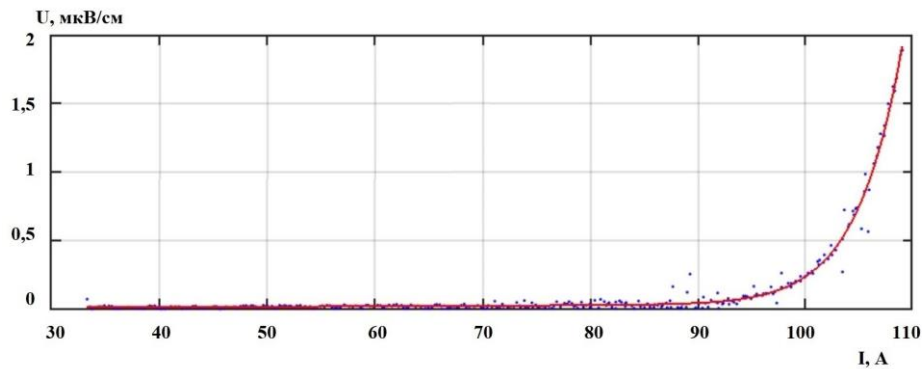


Рис. 3. Вольт амперная характеристика ВТСР от компании «С-Инновации»

ВТСР 2-го поколения подвержен меньшему влиянию внешнего магнитного поля (Рис. 4), для примера рассмотрим материал с артикулом «04-

20Ag-05Cu-40H-PI» стабилизированный медью и изоляционным покрытием производства компании «С-Инновация».

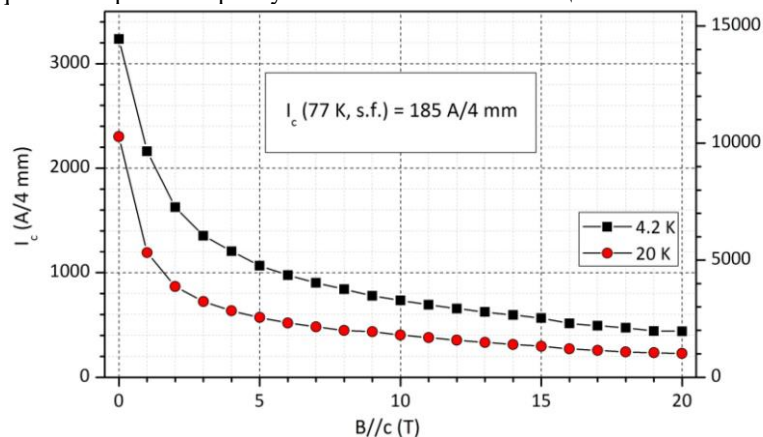


Рис. 4. Влияние внешнего магнитного поля на критический ток ВТСР

Материалы магнитопровода

Проведено исследование трансформатора при использовании тока разной частоты. В качестве материала сердечника использован сплав марки 1СР с типом магнитопровода 1В АМЕТ. Данный сплав представляет собой магнитомягкий быстро закаленный аморфный сплав в составе которого содержатся легирующие элементы: В, Si, Р, С, Со, Ва.

Закалка с высокой скоростью охлаждения (>1000 К/с) способствует переходу металла из жидкого в пассивное состояние. Аморфные сплавы

имеют высокую коррозионную стойкость к агрессивным средам и имеют свойства аналогичные электротехнической стали. Данное обстоятельство позволяет применять её для изготовления магнитопроводов силовых трансформаторов [8,9].

На графике (Рис. 5) представлена петля гистерезиса аморфного сердечника, полученная экспериментальным методом при помощи осциллографа. Прямоугольная форма петли является особенностью аморфных сплавов, благодаря чему значение коэрцитивной силы соответствует рабочему значению напряженности магнитного поля.

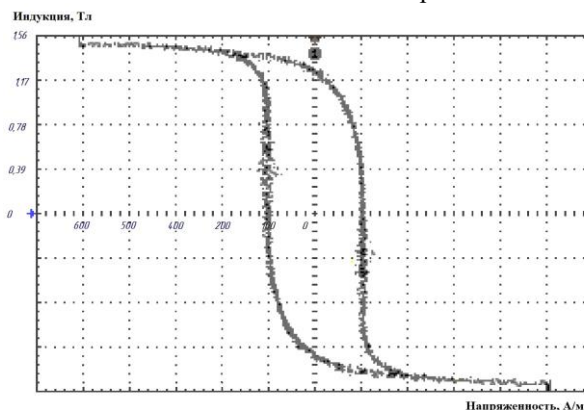


Рис. 5. Магнитная характеристика магнитопровода марки 1В АМЕТ

Анализ потерь перемагничивание (гистерезиса) и вихревые токи в зависимости от частоты перемагничивания сердечника и размера магнитопровода трансформатора (Рис. 6).

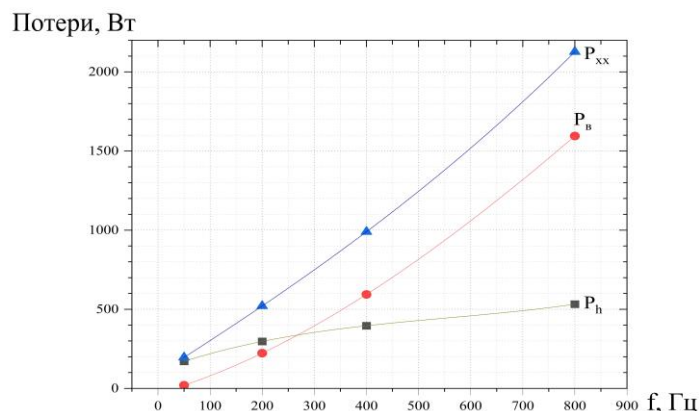


Рис. 6. Зависимости потерь на гистерезис и вихревые токи от частоты

С увеличением частоты потери вихревые токи имеют экспоненциальную зависимость, однако потери на перемагничивание (гистерезис) имеют практически линейную зависимость.

Электротехнические стали обладают большой магнитной индукцией насыщения, но меньшую магнитную проницаемость. Аморфные сплавы имеют более низкий показатель магнитной индукции, но при этом показатель магнитной проницаемости намного выше. [10] Эти свойства приводят к увеличению намагничивающего тока в сердечнике, повышая напряженность магнитного поля, площадь петли гистерезиса и, следовательно, возрастают потери на перемагничивание.

В аморфных сплавах, в отличие от кристаллической структуры магнитомягких электротехнических сталей, нет строгой периодичности и дальнего расположения атомов. Благодаря этому удельным

сопротивлением аморфного сплава находится в пределах 100-300 мкОм·см, что в несколько больше сопротивления холоднокатаной стали, которая находится в диапазоне 40-80 мкОм·см. Поэтому имеет смысл использовать аморфные сплавы для снижения потерь в магнитопроводе из-за перемагничивания сердечника. Аморфные сплавы подходят для использования в высокочастотных трансформаторах благодаря их достаточной прочности и высоким магнитным свойствам, проницаемость порядка ($\mu=60\,000$) в совокупности с низкими показателями коэрцитивной силы ($H_c \leq 100$ А/м).

Согласно формуле (1) которая показывает обратную зависимость между массой магнитопровода ($G_{ст}$) и частотой (f) (Рис. 7) справедливо сделать закономерный вывод что, при повышении частоты питающей сети решается одна из главных и основных задач – уменьшается объем и масса сердечника.

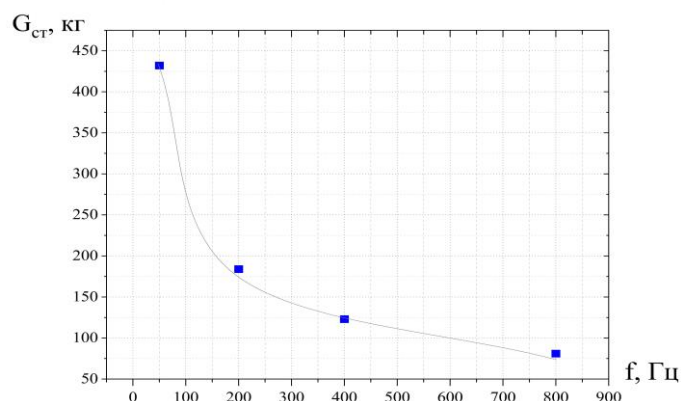


Рис. 7. Зависимость между массой сердечника и частотой

Кроме снижения массы магнитопровода, с ростом частоты прямо пропорционально растет ЭДС витка трансформатора, что ведет к сокращению числа витков. Таким образом, уменьшается объем и масса обмоток (см. Рис.8).

Представленные графики показывают влияния увеличение рабочей частоты на активные элементы трансформатора, но при этом значительно увеличивается мощность трансформатора на единицу

массы, что с экономической точки зрения является рациональным решением.

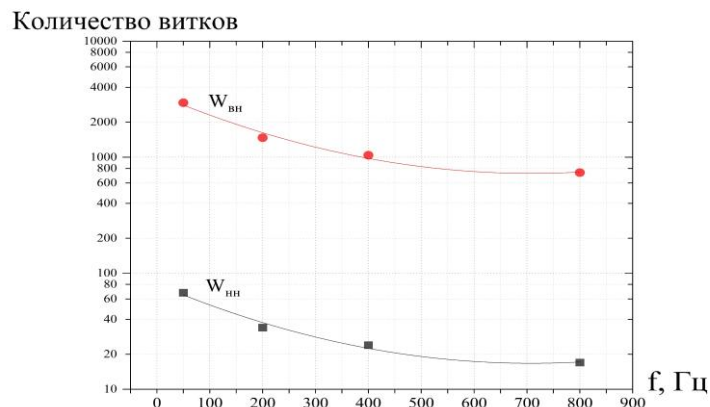


Рис. 8. Зависимость количества витков в обмотках ВН и НН от частоты

ОБСУЖДЕНИЯ

Исследование позволяет сделать вывод, что повышение частоты электрической сети автономных систем электроснабжения открывает возможность решить вопросы снижения габаритов и массы трансформатора.

Особенностью ВТСП 2-го рода является, то что сверхпроводимость достигается при температуре 77 К, чему соответствует температура кипения жидкого азота. Трансформаторы, функционирующие на частоте 400 Гц, в 2,5 раза компактнее трансформаторов работающих на частоте 50 Гц [11].

В настоящее время активно происходит изучение и применение сверхпроводящих материалов которые имеют высокие эксплуатационные свойства при частотах выше 400 Гц [12]. Применение частоты 800 Гц и выше подтверждается графиками (Рис. 6, Рис. 7, Рис. 8), это позволит снизить массогабаритные размеры трансформатора и увеличить полезную нагрузку.

Показатели массогабаритных размеров трансформатора возможно рассчитать согласно алгоритма изложенного в источнике. Результаты расчета для трансформатора мощностью 100 кВА сведен в таблицу для удобства анализа (Табл. 1). Как показали расчеты, масса трансформатора на частоте питающей сети 50 Гц составляет приблизительно 500 кг, а с применением высокотемпературных сверхпроводников при частоте 800 Гц масса снижается более чем в 5 раз. Для сравнения при частоте 50 Гц обычный трансформатор имеет массу приблизительно 700 кг.

При эксплуатации силовых трансформаторов зачастую происходит неравномерное распределение нагрузки между обмотками, что очень сильно влияет на КПД. Высокая удельная мощность в совокупности с современными программными комплексами позволяет производить расчет режимов работы оборудования с достаточно высокой точностью, что положительно скажется на эксплуатационных характеристиках проектируемых ВТСП трансформаторов.

Таблица 1

Параметры ВТСП трансформатора при различной частоте

f (частота сети), Гц	50	200	400	800
1	2	3	4	5
d (диаметр стержня), м	0.135	0,095	0,08	0.067
$G_{ст}$ (масса магнитопровода), кг	432	184	123	81
E_v (ЭДС витка), В	3.382	6.701	9.623	13.32
$w_{нн}$ (Число витков вторичной обмотки)	68	34	24	17
$w_{вн}$ (Число витков первичной обмотки)	2945	1473	1040	737
Φ_m (Магнитный поток), Вб	0.015	0.008	0.005	0,004
P_h (Потери на гистерезис), Вт	171	297	396	532
P_v (Потери на вихревые токи), Вт	25	223	594	1595
$P_{ст}$ (Потери в сердечнике), Вт	196	521	990	2127

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В исследовании проанализирована и доказана целесообразность повышения частоты питающей сети до значений 800 Гц, что позволит снизить габариты и массу трансформатора. В сочетании с ин-

новационными материалами такими как сверхпроводники в качестве обмоток, а также аморфного железа в качестве магнитопровода.

Явление сверхпроводимости открыто не одно десятилетие назад, но работы по его изучению продолжают и сегодня. Применение ВТСП позволит

совершенствовать методы применения данных материалов как в опытных, так и в промышленных образцах.

Применение в качестве сердечника в высокочастотном трансформаторе с обмотками из сверхпроводника следует применять аморфное железо, которое позволяет снизить потери и повысить значение индукции в магнитопроводе.

ВТСП трансформатор меньше традиционного трансформатора приблизительно в 3 раза при одинаковой частоте. С повышением рабочей частоты трансформатора с обмотками из материала ВТСП массогабаритные размеры снижаются более чем 10 раз.

Список литературы:

1. Grilli F., Ashworth S. Measuring transport AC losses in YBCO-coated conductor coils. *Superconductor Science and Technology*, 2007, vol. 20, pp. 794-799.
2. Lee S., Petrykin V., Molodyk A., et al. Development and production of second generation high Tc superconducting tapes at SuperOx and first tests of model cables. *Superconductor Science and Technology*, 2014, vol. 27, no. 4, Art. no. 044022.
3. Zhou J., Chan W., Schwartz J. Quench Detection Criteria for $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ Coils Monitored via a Distributed Temperature Sensor for 77 K Cases. *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, 2018, vol. 28, no. 5, Art. no. 4703012.
4. Hu M., Zhou Q.B., Wang X., et al. Study of Liquid Nitrogen Insulation Characteristics for Superconducting Transformers. *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, 2022, vol. 32, no. 4, pp. 1-5, Art. no. 5500305.
5. Jaroszynski L., Wojtasiewicz G., Janowski T. Considerations of 2G HTS Transformer Temperature During Short Circuit. *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, 2018, vol. 28, no. 4, doi: 10.1109/TASC.2018.2806561.
6. Arun P., Practical Study of Mixed-Core High Frequency Power Transformer. *Magnetism*, 2022, no. 2, pp. 306-327. doi: 10.3390/2030022
7. Arun P. Application prospects of hybrid magnetic circuits in high frequency power transformers. *Techrxiv*, 2022, doi: 10.36227/techrxiv.21737858.v1.
8. Azuma D., Ito N., Ohta M. Recent progress in Fe-based amorphous and nanocrystalline soft magnetic materials. *Journal of magnetism and magnetic materials*, 2020, vol. 501, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2019.166373>
9. Suzuki K. Amorphous metals Suzuki K., Fujimori H., Hashimoto K. – edited by Masumoto Ts. per. from Japanese – *Metallurgy*, 1987 328 p.
10. Lenke R. U., Rohde S., Mura F., De Doncker R. W. Characterization of amorphous iron distribution transformer core for use in high-power medium-frequency applications. *IEEE Energy Conversion Congress and Exposition*, 2009, Conference Location: San Jose, CA, USA doi: 10.1109/ECCE.2009.5316134.
11. Oliveira S.V.G., Barbi I. A three-phase step-up DC-DC converter with a three-phase high frequency transformer. *Proceedings of the IEEE International Symposium on Industrial Electronics*, 2005. ISIE 2005. doi: 10.1109/ISIE.2005.1528980.
12. Chan, H. L., Cheng, K. W. E., Sutanto, D. Calculation of inductances of high frequency air-core transformers with superconductor windings for DC-DC converters. *IEE Proceedings: Electric Power Applications*, 2003, vol. 150, no. 4, p.p 447-454, doi.org/10.1049/ip-epa:20030257.

TIME SERIES ANALYSIS METHODS IN TRACKING USER ACTIVITY: FROM EVENT COLLECTION TO BEHAVIOR MODELING

Kuznetsov I.

bachelor's degree, Udmurt State University

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499294>

Abstract

This article explores the methods of time series analysis used to track user activity, focusing on event collection, preprocessing, and the modeling of user behavior. The paper examines traditional statistical methods like AutoRegressive Integrated Moving Average (ARIMA) and exponential smoothing, as well as modern machine learning approaches such as Recurrent Neural Networks (RNN), Long Short-Term Memory (LSTM), and Gated Recurrent Unit (GRU). The article also discusses the challenges of working with user data and demonstrates how it can be utilized to predict and understand audience behavior patterns.

Keywords: time series, user activity analysis, machine learning, AutoRegressive Integrated Moving Average (ARIMA), Seasonal-Trend decomposition using Loess (STL), Recurrent Neural Networks (RNN).

Introduction

In recent years, user activity analysis has become an integral part of research and commercial tasks, such as predicting consumer preferences, personalizing content, and optimizing user interactions. One of the most effective methods for studying user behavior is the use of time series analysis. Time series enable modeling of user activity dynamics, as well as identify patterns and anomalies, which provides valuable information for business and research.

The relevance of time series analysis in tracking user activity is due to the increasing volume of data and its irregular nature. There is a need to develop methods that would take into account not only the regularity and trends of data, but also the unpredictable changes in user behavior, as well as seasonal fluctuations typical for many digital platforms. In this context, it is important to highlight both traditional statistical methods and new approaches, such as machine learning, which can significantly improve the accuracy of the analysis.

The purpose of this paper is to explore existing methods of time series analysis, their capabilities and limitations in the context of tracking user activity. The article will also consider the impact of data quality on the results of the analysis and offer recommendations for improving time series processing methods.

Main part. Data collection and preprocessing

To effectively analyze user activity time series, proper organization of the data at the **collection stage** is of primary importance. Data collected from users typically consists of events recorded at varying frequency and structure. These may include user actions on a web page, clicks, time spent on a page, transitions between sections, as well as more complex interactions such as transactions or video views. It is important that the process of collecting this data is planned with the need for subsequent processing and analysis in mind [1].

One of the main methods of collecting data is the use of **event tracking systems**. Systems such as Google Analytics or more specialized tools such as Mixpanel or Segment allow you to collect information about user actions in real time. However, when using such systems, it is important to consider the limitations of data accuracy and completeness. For example, there

are often situations when events are not recorded due to technical failures or limitations on the client side, such as JavaScript problems or cookie disabling.

Another approach is to **collect data via API**, which is especially relevant for mobile applications and services that work with large volumes of information. Here, data on user actions can be aggregated and sent as a sequence of events in real time. However, it is important to consider possible problems with delays in data transmission, which can lead to discrepancies between the user's actual activity and the registered events.

The next step is **preprocessing the collected data**. Time series obtained from various sources often require significant effort to prepare them for further analysis. One of the first tasks is to remove or process gaps in the data. Gaps can occur for various reasons: the user may close the application or browser before the event is recorded, or there may be technical failures. In such cases, various methods for filling gaps are used, such as linear interpolation or smoothing methods, if they do not distort the dynamics of the time series [2].

It is also important to **filter out noise data**. In real-world conditions, collected data often contains random outliers that can significantly distort the results of the analysis. To remove them, anomaly detection methods based on statistical approaches or machine learning models are used. For example, using outlier detection algorithms such as the moving average method or the Gaussian distribution method allows you to effectively filter out atypical values.

An equally important task is **data normalization**. Time series can be presented in different units of measurement (e.g. number of clicks, time in seconds, number of views), which makes their subsequent analysis difficult. To bring data to a single scale, normalization by standard deviation or scaling is used, when the data is brought to the range [0,1]. This eliminates the scaling effect, which can distort the results of the analysis [3].

In addition, at this stage it is also important to pay attention to the alignment of time series, especially if the data is collected from several sources. For example, if events are recorded at different frequencies (some – every second, others – every minute), then it is necessary to bring them to one time grid for correct analysis.

This can be done using resampling methods or aggregating data at a higher level, for example, by hours or days.

Data preparation is one of the most labor-intensive stages in time series analysis, since the accuracy and reliability of subsequent conclusions depend on the quality of the collected and processed data. At this stage, it is extremely important to take into account all the nuances associated with the quality of the data, its

completeness and regularity in order to ensure the reliability of further modeling of user behavior.

Time series analysis methods

Time series analysis methods play an important role in identifying patterns and predicting user behavior. Depending on the complexity of the data and the goals of the analysis, different approaches are chosen, including both traditional statistical methods and modern models based on machine learning (table 1).

Table 1.

Time series analysis techniques [4, 5]

Analysis method	Description	Advantages
ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average)	Modeling of a time series using autoregression (AR) and moving averages (MA), suitable for stationary data.	Simple to apply, suitable for linear trends and seasonality.
Exponential smoothing	Forecasting based on weighted averages of previous values, with weights decreasing as time moves further from the present.	Suitable for short-term forecasting, effective for regular data patterns.
STL (Seasonal-Trend decomposition using Loess)	Decomposition of a time series into components: trend, seasonality, and residuals.	Excellent for data with clear seasonality and trends.
RNN (Recurrent Neural Networks)	Neural networks are capable of considering dependencies on previous values in a sequence.	Ideal for time-dependent data, but may suffer from the vanishing gradient problem.
LSTM (Long Short-Term Memory)	An extension of RNN that includes memory cells to retain long-term dependencies.	Handles long-term dependencies well and addresses the vanishing gradient problem.
GRU (Gated Recurrent Unit)	A simplified version of LSTM with two primary gates: update and reset.	Faster to train and requires fewer computational resources than LSTM, good for time-limited tasks.

Thus, time series analysis methods play a key role in tracking user activity, allowing not only to predict future events but also to identify hidden patterns that can form the basis for improving user experience and optimizing processes on digital platforms.

Interpretation of results

Once time series analysis methods have been applied to track user activity, the next step is to interpret the results. This involves identifying key trends, such as seasonal changes in activity, as well as assessing anomalies that may signal technical issues or significant changes in user behavior. For example, a spike in visits could be the result of a website error or a viral effect on social media.

Seasonal fluctuations, such as increased traffic during holidays or on specific days of the week, play a

crucial role in planning marketing strategies. For their analysis, it is essential to account not only for trends but also for recurring patterns, as well as to distinguish between random fluctuations and long-term changes in user preferences.

Specialized time series models, such as ARIMA, its extension SARIMA (Seasonal ARIMA) for capturing seasonality, and the Holt-Winters method, which effectively handles trends and seasonal effects, can be employed for forecasting such data. These approaches enhance the accuracy of the analysis, account for temporal data features, and enable more efficient resource planning. Research has shown that for short-term forecasting of mobile traffic, the SARIMA approaches and the Holt-Winters (HS) model provide high accuracy with good results for various error estimates (fig. 1).

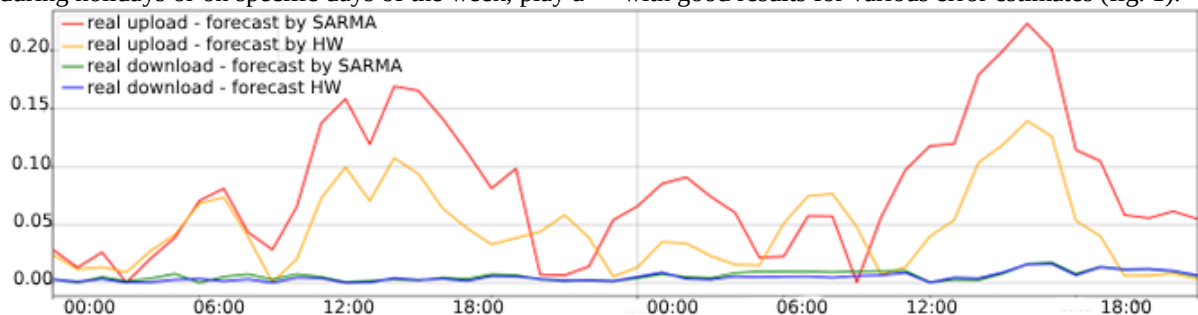


Figure 1. Short-term forecasting results, absolute error [7]

It is also important to consider the time period for which the data is collected. Long-term data allows you

to identify stable trends, while short-term data may reflect random fluctuations. The influence of external

factors (such as economic crises or marketing campaigns) should also be taken into account when interpreting the data to obtain more accurate conclusions.

Assessing the accuracy of a model is an important step in interpreting the results of time series analysis. Two of the most common metrics for this task are **MSE** and **MAE**. MSE measures the average squared deviation of predicted values from actual ones, which helps to identify large errors in forecasts. MAE, in turn, provides a more intuitive idea of the average deviation, measuring the difference between actual and predicted values without taking into account the direction of the error.

Additionally, the root **mean square error** (RMSE), which is the square root of the MSE and helps interpret the error in the same units as the data, is often used to more accurately evaluate the model. The **coefficient of determination** (R^2) is another important metric, showing the proportion of the variance of the dependent variable explained by the model. High values R^2 indicate that the model predicts the data well, while low values indicate a weak relationship between the forecast and the actual data. It is important to remember that overfitting the model, in which the model adjusts too closely to historical data, can lead to poor results on new data. It is important to regularly validate the model on different subsamples of the data to minimize this risk.

Finally, it is important to consider the interpretability of models when interpreting results, especially when using complex machine learning algorithms such as neural networks. In such cases, it is necessary to apply methods that can explain the model's output, such as feature importance analysis or visualization techniques. This helps to understand which factors had the greatest impact on the predicted events and facilitates data-driven decision making. For example, **Recora's** app found that users were struggling with button-related functionality. Using behavioral analytics tools such as heatmaps and session replays, the team found that users were incorrectly interacting with the button, expecting it to take a long press instead of a short press. A simple fix for this issue reduced support requests by 142% [8].

Another example is **Inspire Fitness**. To improve their online fitness course platform, the company used analytics data to identify which classes and instructors were most popular with users. This data allowed them to develop more engaging content and increase app usage by 460% [9].

Conclusion

Time series analysis is a powerful tool for tracking and predicting user activity, providing important information to improve user experience and optimize processes on digital platforms. The use of methods such as ARIMA, exponential smoothing, STL, and machine

learning models such as RNN, LSTM, and GRU allows you to effectively identify trends and anomalies in user behavior, predict their actions, and adapt the strategy in real time. However, the choice of analysis method depends on the specifics of the data and the objectives of the study, as well as the quality and completeness of the data collected.

An important aspect is also the interpretation of the results, which includes identifying hidden patterns and anomalies, as well as using appropriate metrics to evaluate the accuracy of the models. Models focused on time series analysis must take into account many factors, including seasonal fluctuations, external influences, and user behavior. It is also important to remember the interpretability of complex models, which facilitates more informed decision-making based on the obtained data. Using these methods gives companies and researchers the opportunity to more accurately predict user behavior and create personalized recommendations to improve the user experience.

References:

1. Parashar A., Parashar A., Ding W., Shabaz M., Rida I. Data preprocessing and feature selection techniques in gait recognition: A comparative study of machine learning and deep learning approaches // Pattern Recognition Letters. 2023. Vol. 172. P. 65-73.
2. Tawakuli A. Survey: time-series data preprocessing: a survey and an empirical analysis. // Journal of Engineering Research, 2024.
3. Liu Z. Adaptive normalization for non-stationary time series forecasting: A temporal slice perspective. // Advances in Neural Information Processing Systems, 2024. Main Conference Track.
4. Mironov A. Uneven time series forecasting using a modified exponential smoothing method. // In E3S Web of Conferences, 2024. Vol. 531. P. 03-20.
5. Khaldi R. What is the best RNN-cell structure to forecast each time series behavior? // Expert Systems with Applications, 2024. Vol. 215. P.119-140.
6. Ponomarev E.V. Using Artificial Intelligence to enhance user experience in mobile applications // Innovacionnaya nauka. 2024. No. 9-2. P. 54-59.
7. Kochetkova I. Short-term mobile network traffic forecasting using seasonal ARIMA and holt-winters models. // Future Internet, 2023. Vol. 15. No. 290. P. 01-15
8. Case Study Recora / UXcam // URL: <https://uxcam.com/case-study/recora/> (date of application: 22.10.2024).
9. Case Study Inspire Fitness / UXcam // URL: <https://uxcam.com/case-study/inspire-fitness/> (date of application: 25.10.2024).

ON THE CONCEPT OF DEVELOPING AN AUTOMATED SYSTEM FOR GENERATING ETHICAL CODES FOR ORGANIZATIONS BASED ON EXPERT SYSTEMS**Tussupova B.***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G.Daukeev, Almaty, Kazakhstan***Nabiyeva G.***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Asfendiyarov Kazakh National Medical University***Zhangaziyev Y.***Master student
Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G.Daukeev, Almaty, Kazakhstan***О КОНЦЕПЦИИ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ГЕНЕРАЦИИ ЭТИЧЕСКИХ КОДЕКСОВ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИЙ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ****Тусупова Б.Б.***Кандидат технических наук, доцент, Алматинский Университет Энергетики и Связи имени Г.Даукеева, Алматы, Казахстана***Набиева Г.С.***Кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Казахский Национальный Медицинский Университет имени С.Д. Асфендиярова, Алматы, Казахстан***Жангазиев Е.Т.***Магистрант, Алматинский Университет Энергетики и Связи имени Г.Даукеева, Алматы, Казахстан*<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499298>**Abstract**

The article addresses modern challenges in managing ethical aspects in the field of internet marketing. It analyzes the history of ethics as a discipline, key ethical concepts, and existing approaches to creating ethical codes. The structural shortcomings of current solutions are highlighted, and the need for an automated ethical code generation system using expert system technologies is justified. A universal ethical code template tailored to the needs of internet marketing is proposed, along with the process of implementing an information system to automate its generation.

Аннотация

В статье рассматриваются современные проблемы управления этическими аспектами в сфере интернет-маркетинга. Анализируется история формирования этики как науки, основные этические понятия, а также существующие подходы к созданию этических кодексов. Представлены структурные недостатки текущих решений и обоснована необходимость разработки автоматизированной системы генерации этических кодексов с использованием технологий экспертных систем. Предложен универсальный шаблон этического кодекса, адаптированный для нужд интернет-маркетинга, а также описан процесс реализации информационной системы для автоматизации его генерации.

Keywords: internet marketing, ethics, ethical code, automated systems, expert systems.**Ключевые слова:** интернет-маркетинг, этика, этический кодекс, автоматизированные системы, экспертные системы.

Введение. Современная сфера интернет-маркетинга стала неотъемлемой частью бизнес-среды, предоставляя уникальные возможности для компаний, включая глобальный охват аудитории, индивидуализированный подход к клиентам, использование данных для создания персонализированного опыта и повышения конверсий. Развитие цифровых технологий позволяет не только эффективно продвигать товары и услуги, но и углублять взаимодействие с клиентами через омниканальные стратегии и контекстную рекламу. Однако наряду с этими преимуществами возникают значительные этические вызовы, требующие комплексного подхода.

Среди основных проблем можно выделить вопросы защиты персональных данных, соблюдение конфиденциальности, прозрачность процессов, предотвращение дискриминации в рекламных кампаниях и необходимость соблюдения честности в маркетинговых коммуникациях. В то же время отсутствие универсальных этических стандартов для интернет-маркетинга создает серьезные препятствия для бизнеса в установлении и соблюдении принципов ответственной работы.

В таких условиях автоматизация процесса формирования этических кодексов через использование экспертных систем представляется перспективным решением. Исследование и разработка

направлены на создание таких систем, которые могут обеспечить не только формирование адаптируемых и актуальных кодексов, но и предложить компании инструменты для постоянного мониторинга и обновления стандартов в соответствии с изменениями цифровой среды и законодательства. Это позволит бизнесу не только удовлетворять текущие ожидания клиентов, но и предвосхищать потенциальные этические риски, укрепляя доверие аудитории и способствуя устойчивому развитию.

Теоретическая часть. Согласно научным статьям и изданным публикациям об истории развития этики [1, 2, 3, 4], глобально, наука этика – это раздел философии, который отвечает на вопрос «Что есть добро?», однако также к предметам этой науки можно отнести и нравственность, мораль, смысл жизни и призвание человека, свободу воли, проблему долга.

Впервые сформировали основные вопросы этики софисты – они первые обратили внимание на то, что законы природы существенно отличаются от нравственных норм и во многом им противостоят. Далее вопросами этики занимались Сократ, позже Платон, об умозаключениях которых также повествуется в труде «Мысли» [1].

Так из описания истории формирования этики в труде А.В. Разина [5], Аристотель впервые вводит в философию понятие «этика» как обозначение особого раздела философии – практической. Основной целью нравственного поведения Аристотель называл счастье — деятельность души в полноте добродетели, то есть самореализацию. Самореализация человека — это разумные поступки, которые избегают крайностей и держатся золотой середины. Поэтому основные добродетели — это умеренность и благоразумие.

На рубеже XIX-XX вв возникает Ницшеанство - проповедь жизни во имя жизни. Так, согласно Разину [5], жизненная мощь, свобода жизненных проявлений и их внутренняя гармония составляют основные принципы как этики Гюйо, так и Ницше. Вся новая этика, несмотря на чрезвычайное разнообразие её принципов, тяготела всё-таки к христианскому мирозерцанию, с его альтруистическим и универсальным кодексом. Задачей почти всех моралистов было во что бы то ни стало вывести из

своих основоположений требование любви к ближнему и личного самоотречения [5].

Исходя из определения понятия этики в статье [1], современная этика включает в себя следующие особенности:

- Современность приводит с одной стороны к релятивизации этики (нигилизм), а с другой стороны — к расширению поля этического: понятие добра распространяется на взаимоотношения с природой (биоцентрическая этика) и научные эксперименты (биоэтика) [1].

- На волне феминизма этика получила гендерное истолкование: вместо абстрактной гуманности или человечности (критика которых достигла апогея в постмодернистской концепции «смерти человека») добродетели могут группироваться по оппозиции мужественности и женственности [1].

- Альбертом Швейцером выдвинут принцип благоговения перед жизнью, основанный на этике ненасилия Льва Толстого и Махатмы Ганди. В своей книге «Культура и этика» А. Швейцер проанализировал историю этики и её состояние в XX веке, а также наметил пути её развития [1].

- Тейяр де Шарден в своем труде «Феномен человека», опубликованном посмертно в 1955 году [4], объединяет традиционную этику с теорией эволюции.

- Развитие медицины и биотехнологий привело к быстрому развитию биоэтики как анализа возникающих при принятии медицинских, судебно-юридических и прочих подобных решений этических затруднений [1].

- Логико-математические аспекты морального выбора изучаются в теории игр, пример — дилемма заключённого [1].

Основные понятия. Для систематизации исследования в статье представлены две группы понятий, сформированных на основе использованной тематической литературы [2, 3 4, 5, 6, 7]:

- Понятия из области этики (этический кодекс, этические нормы, утилитаризм), представленные в таблице 1 [2-4].

- Термины интернет-маркетинга (таргетинг, ретаргетинг, омниканальный маркетинг), представленные в таблице 2 [5-7].

Таблица 1.

Определение понятий этики и делового этикета.

Термин	Определение
Этика	Философская дисциплина, предметом исследования которой является мораль и нравственность
Практическая философия	Область философии, изучающая философскую деятельность на практике, особенности воплощения мировоззренческих ориентиров людей в их реальной социальной и повседневной жизни
Деловой этикет	Свод правил и норм, общепринятых в сфере бизнеса и международного экономического сотрудничества, регулирующих нормы делового общения
Этический кодекс	Система этических принципов в обществе, выражающих понимание достойного поведения
Этикет	Правила поведения людей в обществе, которые поддерживают представления этого общества о должном поведении
Утилитаризм	Теория, согласно которой правила и институты должны оцениваться на основании того, насколько они хороши для благосостояния человека

Субординация	Это положение индивидуума в иерархической системе каких-либо отношений.
Этические нормы	Социальные правила поведения человека, выражающие представление общества о добре и зле, справедливости и несправедливости

Таблица 2.

Определения понятий сферы интернет-маркетинга.

Термин	Определение
Маркетинг	Организационная функция и совокупность процессов создания, продвижения и предоставления продукта или услуги покупателям и управление взаимоотношениями с ними
Интернет-маркетинг	Использование аспектов традиционного маркетинга для продажи продукта или услуги клиентам в сети «Интернет»
Оmnikanальный маркетинг	Взаимодействие с аудиторией посредством разных каналов

Постановка задачи. Основной целью исследования является анализ существующих этических кодексов для организаций, с возможностью выявления их недостатков и формирования универсального шаблона, адаптированного для применения в сфере интернет-маркетинга, что позволит обеспечить разработку автоматизированной системы генерации кодексов на основе экспертных систем, направленных на повышение прозрачности, доверия и ответственности в цифровой среде.

Согласно основной цели, необходимо решить ряд следующих задач:

- анализ текущего состояния: изучить существующие проблемы и потребности в области этики интернет-маркетинга;
- создание универсального шаблона кодекса: разработать гибкую структуру, адаптируемую под организации в разных сферах бизнеса;
- разработка автоматизированной системы: представить и описать основные элементы информационной системы, требуемые к её реализации;
- формирование рекомендаций по внедрению: предложить стратегии для интеграции и продвижения системы в отрасли.

Анализ существующих моделей. Для создания автоматизированной системы генерации этических кодексов в сфере интернет-маркетинга предлагается использование экспертных систем и шаблонного подхода, которые обеспечат гибкость и актуальность генерируемых кодексов.

Экспертные системы. Определение экспертными системами, сформированное на основе статей, изучающих данную тему [8, 9] гласит, что это программные системы, которые используют знания экспертов в определённой области для решения специфических задач. В данном случае экспертные системы могут анализировать нормативные требования, текущие практики, а также этические принципы [2-3], применимые к интернет-маркетингу [5]. Такая система будет способна автоматически генерировать этические кодексы, предлагая пользователю рекомендации на основе лучших практик и актуальных этических стандартов. В рамках экспертной системы можно заложить алгоритмы, которые

будут опираться на базу данных с кейсами из практики, а также на изменения в законодательстве и на рыночные тренды. Система будет принимать во внимание специфику конкретной организации или компании, их потребности и особенности работы.

Шаблонный подход. В основе шаблонного подхода лежит разработка стандартизированных структур, которые могут быть адаптированы к различным ситуациям и требованиям. Для разработки универсального шаблона этического кодекса будет использован набор общих правил и рекомендаций, охватывающих ключевые этические принципы: конфиденциальность, защита данных, честность и прозрачность в рекламе, недискриминация, ответственность и соблюдение законодательства. Такой шаблон станет основой для автоматизированной системы, которая будет подстраиваться под потребности конкретных организаций, предлагая индивидуализированные решения с учётом их специфики работы в интернете [9-10].

Одним из наиболее известных аналогов этического кодекса в сфере маркетинга является Этический кодекс маркетолога, разработанный Международной торговой палатой (ICC), структура которого позаимствована из официальной публикации торговой палаты [11] — одной из крупнейших мировых организаций, занимающихся стандартизацией коммерческих норм. Этот кодекс применяется во многих странах и является важным инструментом, который задает общие этические принципы для маркетологов и компаний. Однако, в научной статье «Практические рекомендации по разработке кодекса этики в сфере Интернет-маркетинга» [12], несмотря на свою значимость и популярность, приводится ряд нескольких существенных недостатков, которые ограничивают его эффективность в современных условиях цифрового маркетинга [12]:

- фрагментарность терминологической базы;
- отсутствие раздела, посвященного конфиденциальности;
- размытость ответственности.

Схематическое представление структуры кодекса изображено на рисунке 1 [11, 12].

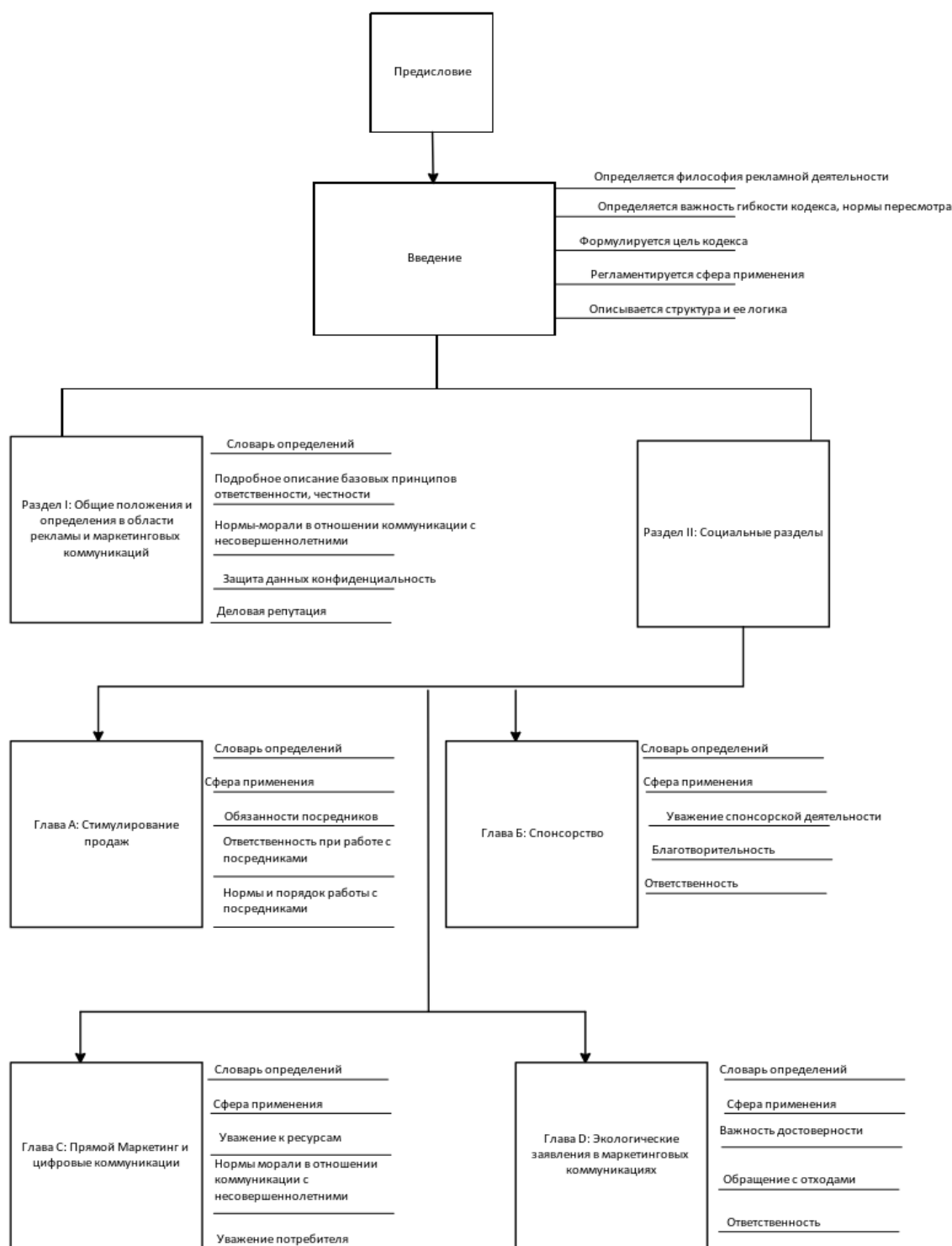


Рисунок 1. Структура этического кодекса ICC

Разработка универсального шаблона и описание основных пунктов. Исходя из вышеизложенного анализа и на основе изученной литературы об этике и практических рекомендациях по использованию кодекса [1 - 13], был сформированы ключевые пункты, которые необходимы в разработке универсального шаблона:

– **Прозрачность и доверие.** Этот раздел должен обязывать компании раскрывать полную информацию о своих продуктах и услугах, включая условия их использования и политику конфиденциальности. Честность в рекламе и отказ от ложных

или манипулятивных заявлений также должны стать неотъемлемыми частями кодекса.

– **Конфиденциальность и безопасность.** Здесь будут описаны принципы защиты личных данных пользователей, а также требования к безопасности информации в процессе сбора, хранения и обработки данных. Кроме того, должны быть прописаны меры, направленные на предотвращение утечек данных и защиту от несанкционированного доступа.

– Справедливость и равенство. Этический кодекс должен запрещать дискриминацию по различным признакам, включая расу, пол, возраст и религию, в рекламе и деловой практике. Равенство в предоставлении условий для всех клиентов также должно быть гарантировано.

– Ответственность и устойчивость. В этом разделе кодекса должны быть прописаны обязательства компаний по соблюдению экологических норм, социальной ответственности, а также отказ от мошенничества и недобросовестных практик в интернет-маркетинге.

– Образование и профессионализм. Компании должны обучать своих сотрудников этическим нормам, законодательству и лучшим практикам в области интернет-маркетинга, обеспечивая постоянное повышение квалификации и участие в профессиональных сообществах.

– Честная конкуренция. Этический кодекс должен содержать положения, направленные на борьбу с недобросовестной конкуренцией, такими как запрет на клевету, введение в заблуждение и другие нечестные практики.

Реализация информационной системы. Таким образом, исходя из поставленных задач текущего исследования, а также на основе научных публикаций на тему рекомендаций и разработке экспертных систем [8, 9] информационная система для генерации этических кодексов будет включать следующие компоненты:

– Модуль ввода данных. Здесь пользователи будут вводить базовую информацию о своей компании, её сфере деятельности, а также специфические требования и предпочтения, которые будут учитываться при создании кодекса.

– Экспертный модуль. Этот модуль будет использовать алгоритмы экспертных систем для анализа введённых данных и создания рекомендаций. Он будет работать на основе базы данных с актуальными примерами, лучшими практиками и этическими стандартами в интернет-маркетинге.

– Шаблонный генератор. Модуль будет использовать готовые шаблоны и адаптировать их под запросы пользователя, предлагая соответствующие разделы кодекса, которые могут быть актуальными для конкретной компании.

– Модуль обновлений. Система будет отслеживать изменения в законодательстве, этических нормах и рыночных тенденциях, обновляя шаблоны и рекомендации для генерации актуальных кодексов.

– Интерфейс для пользователей. Важной частью системы будет удобный интерфейс, позволяющий пользователям легко взаимодействовать с программой, вводить необходимые данные и получать результат в виде готового этического кодекса.

Заключение. Современные вызовы в области интернет-маркетинга требуют применения этических стандартов, которые учитывают особенности цифровой среды. В статье были рассмотрены проблемы этики в интернет-маркетинге, а также предложены решения для разработки универсального

этического кодекса, адаптированного под требования современной цифровой экономики. Особое внимание уделено необходимости автоматизации процесса создания этических кодексов с использованием экспертных систем, что позволит организациям эффективно внедрять этические нормы, соответствующие изменениям в законодательстве и рыночным тенденциям.

Исследование направлено на автоматизацию этого процесса с помощью информационной системы, основанной на шаблонном подходе и экспертных системах, позволит компаниям существенно повысить прозрачность и доверие среди клиентов, укрепить свою репутацию и минимизировать этические риски в их деятельности. Разработка универсального шаблона этического кодекса для интернет-маркетинга, включающего такие аспекты, как конфиденциальность, честность, равенство и ответственность, станет важным шагом к созданию более этического цифрового пространства.

Реализация такой системы не только обеспечит актуальность и гибкость создаваемых кодексов, но и позволит компаниям быстро адаптироваться к изменениям в условиях быстро развивающихся цифровых технологий.

Кроме того, внедрение автоматизированных систем для генерации этических кодексов поможет компаниям не только соответствовать действующему законодательству, но и превосходить потенциальные этические риски, минимизируя негативные последствия для их репутации и бизнеса в целом. Такой подход будет способствовать укреплению доверия со стороны клиентов и партнеров, что особенно важно в условиях высокой конкуренции на рынке.

Список литературы:

1. Гусейнов, А. А., Ирритц, Г. Краткая история этики. – М.: Мысль, 1987. – 589 с.
2. Алексеев, С. Этика. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. – Т. 41 (82): Эрдан – Яйценошение / [начатый И. Е. Андреевским, продолж. под ред. К. К. Арсеньева, Ф. Ф. Петрушевского]. – Санкт-Петербург: Ф. А. Брокгауз, И. А. Ефрон, 1904. – С. 146–164.
3. Баева, Л. В., Глазков, А. П. Практическая философия: от классики – до информационного социума: Всероссийская научная конференция // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Философия. – 2019. – Т. 23, № 1. – С. 94–100.
4. Пьер Тейяр де Шарден. Феномен человека. 1955г.
5. Разин, А. В. Этика: история и теория: учебное пособие для вузов. – М.: Академический проект, 2002. – 496 с..
6. Голубков, Е. П. Маркетинг как концепция рыночного управления // Маркетинг в России и за рубежом. – 2000. – № 1. – С. 89–104 (часть 1). – № 2. – С. 95–113 (часть 2).
7. Гусейнов, А. А. Этика // Этика: Энциклопедический словарь / под ред. Р. Г. Апресяна, А. А. Гусейнова. – М.: Гардарики, 2001. – С. 573–581.

8. A Study on the Application of Expert Systems as a Support System for Business Decisions. Geetha Manoharan, Subhashini Durai, Gunaseelan Alex Rajesh, Sunitha Purushottam Ashtikar // Artificial Intelligence and Knowledge Processing, 2023 – 11 с.

9. Г. Д. Самсонов, Г. С. Осипов. Разработка экспертных систем // International Journal of Humanities and Natural Sciences, 2020.

10. Маркетинг // Большой толковый словарь русского языка: А–Я / сост., гл. ред. С. А. Кузнецов. – Санкт-Петербург: Норинт, 2000. – С. 521.

11. Международная торговая палата (ИСТ). (2017). Этический кодекс маркетолога. Париж: ИСТ.

12. Глаз Р.А. // Сетевое научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление». 2021. Т. 17, вып. 3 (52). URL: <http://www.rypravlenie.ru/?p=3780>

13. Глаз, Р.А., Шамаева, Е.Ф. - Разработка универсальной модели кодекса профессиональной этики для организаций в сфере интернет-маркетинга / Глаз, Р.А., Шамаева, Е.Ф. // Сетевое издание «Вестник ГУУ». – 2022. – № 2. – С.14-25. URL: <https://vestnik.guu.ru/jour/issue/download/73/75>.

INVESTIGATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF CARMABID-EXPANDED POLYSTYRENE PRODUCTS IN THERMAL INSULATION

Mukharyamov I.

3rd year master's student of the Energy department Bashkir SAU, Ufa, 50-letiya Oktyabrya St., 34

Insafuddinov S.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering and Physics of the Energy department Bashkir SAU, Ufa, 50-letiya Oktyabrya St., 34

Manzarkhanova E.

3rd year master's student of the Energy department Bashkir SAU, Ufa, 50-letiya Oktyabrya St., 34

Ilyasov B.

3rd year master's student of the Energy department Bashkir SAU, Ufa, 50-letiya Oktyabrya St., 34

Mardariyev V.

3rd year master's student of the Energy department Bashkir SAU, Ufa, 50-letiya Oktyabrya St., 34

Edikhanov A.

3rd year master's student of the Energy department Bashkir SAU, Ufa, 50-letiya Oktyabrya St., 34

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КАРМАБИДО-ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ В ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ

Мухарьямов И.И.

магистр 3 курса Энергетического факультета ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34

Инсафуддинов С.З.

Кандидат технических наук, доцент кафедры теплоэнергетики и физики Энергетического факультета ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34

Манзарханова Э.В.

магистр 3 курса Энергетического факультета ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34

Ильясов Б.Б.

магистр 3 курса Энергетического факультета ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34

Мардариев В.В.

магистр 3 курса Энергетического факультета ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34

Едиханов А.И.

магистр 3 курса Энергетического факультета ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499324>

Abstract

The article discusses the physical and technical characteristics of a urea-expanded polystyrene product. The operation of the device for production and the process of applying insulation are described, the disadvantages of operation are identified, and ways to solve problems are proposed.

Аннотация

В статье рассматриваются физико-технические характеристики карбамида-пенополистирольного изделия. Описана работа устройства для производства и процесс нанесения утеплителя, выявлены недостатки эксплуатации, предложены пути решения проблем.

Keywords: thermal insulation, insulation parameters, thermal conductivity, thickness of insulation, thermal resistance, foaming

Ключевые слова: теплоизоляция, изоляционные параметры, теплопроводность, толщина изоляции, термическое сопротивление, пенообразование

В настоящее время в условиях постоянного роста тарифов на энергоресурсы вопросы повышения энергетической эффективности зданий и сооружений приобретают особую актуальность [1, с.2]. Одним из способов ее повышения является уменьшение теплопотерь через ограждающие конструкции за счет улучшения характеристик теплоизолирующего материала.

Теплоизоляция во многом влияет на уровень качества помещений и зданий в целом, на их конечную стоимость, а также на те расходы, которые будут затрачиваться на эксплуатацию в течение всего их срока службы. Не исключение и сельское хозяйство [2, с.1].

На протяжении последних лет потребность в эффективных утеплителях растет, соответственно

растет и предложение - ежегодно рынок выпускает ряд новых наименований теплоизоляторов. Особо остро встает вопрос о необходимости использования экономически эффективной альтернативы теплоизолирующего материала с достойными изоляционными параметрами. Причем этот материал должен быть доступен для массового производства в любом регионе России. Одним из подобных теплоизоляционных материалов является кармабидопенополистирольное изделие – пенополиизол [1, с.1].

В соответствии с действовавшим ГОСТом 16381-77 «Пеноизол» по виду исходного сырья относится к ячеистым полимерным изделиям. Средняя плотность материала составляет $8...35 \text{ кг/м}^3$, он

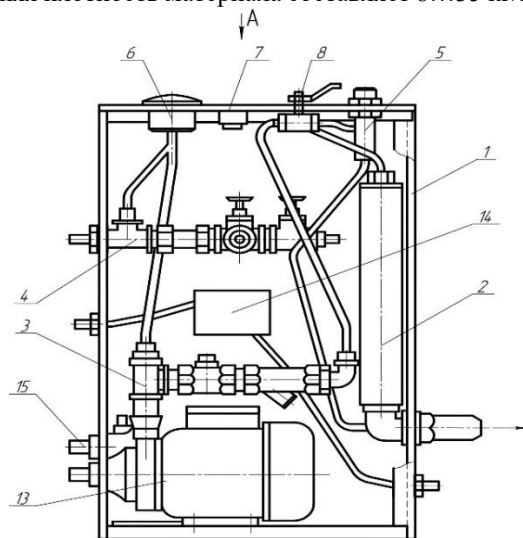


Рисунок 1 – Предлагаемое устройство: 1 - корпус, 2 - пеногенератор, 3, 4 - тройник, 5 - распылитель, 6 - манометр, 7 - тумблер, 8 - кран, 9, 10 - штуцер, 11 - рукав, 12 - вентили, 13, 15 - насос, 14 - индуктивный электронагреватель

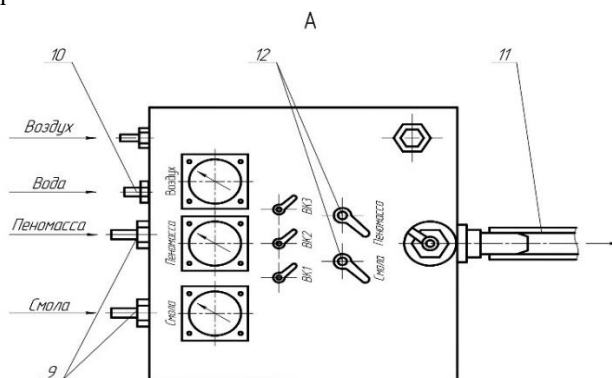
Работает устройство следующим образом: с помощью насоса 15 раствор из строго заданных компонентов (вода, пенообразователь, катализатор и воздух (под давлением) подается в пеногенератор 2, где образованный раствор вспенивается под действием на него сжатого воздуха [4, с.2]. Затем в образованную массу вводится (насосом 13) главный компонент – смола, прошедшая через распылитель 5. Далее пеномасса и смола перемешиваются проходя по смешительно-подающему рукаву 11, и образуется готовый полимерный материал.

При бесперебойном питании растворы нужно на постоянной основе обновлять, добавляя необходимые компоненты и воду. Используемая вода из сети (скважины или колодца) нужна для разбавления компонентов до необходимой концентрации [3, с.3]. Водопроводная вода имеет температуру не более 5°C и, попадая в установку, существенно снижает процесс пенообразования. Это является существенным недостатком установки.

Нами предлагается использовать встроенный индуктивный электронагреватель 14, который отсутствует при штатной комплектации. Как показал опыт эксплуатации, температура, необходимая для качественного пенообразования, находится в диапазоне от $50...90^\circ\text{C}$, исходя из этого рассчитанное

относится к классу материалов с низкой теплопроводностью $\lambda=0,03...0,04 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$. Обладает большой сопротивляемостью к воздействию огня, стойкостью к колебаниям температур, доступностью сырья, низкой ценой [3, с.3]. Затвердевший, правильно изготовленный согласно технологии пенополиизол практически не выделяет в атмосферу вредные вещества и может применяться в жилых зданиях. Мелкопористая структура обеспечивает хорошие звукопоглощающие свойства.

На современном рынке представлено мало устройств, которые позволяют производить данный утеплитель. Одним из таких устройств является разработанная нами установка (рисунок 1).



номинальное напряжение его питания составил $U=220 \text{ В}$ и ток нагрузки $I=3 \text{ А}$ [2, с.1].

При использовании предлагаемой модернизированной установки, были проведены работы по утеплению перекрытия ряда помещений и, проанализировав выполненную работу, сделаны следующие заключения:

- подогрев воды до 60°C улучшает качество вспенивания на 50 %, подогрев до 90°C также способствует пенообразованию, но увеличивает энергозатраты и, в конечном итоге себестоимость утеплителя;

- в слоях толщиной более 25 см ухудшается влагообмен между стенкой и окружающей средой, что ведет к задержке конденсата, что недопустимо;

- при «переутеплении» возникает переизбыток температуры в помещениях, что обычно сопровождается теплопотерями через открытые окна и форточки [5, с.2].

Следовательно, исходя из результатов, нами были предложены следующие пути решения этих проблем:

- обеспечить температуру подогрева воды в диапазоне $50...60^\circ\text{C}$;

- обеспечить строго необходимую толщину утеплителя, что позволит создать необходимую

воздухопроницаемость сплошного теплоизоляционного слоя;

- одновременно с утеплением необходимо корректировать работу системы отопления, с целью исключения теплоизбытков [5, с.1].

Среднюю толщину требуемого перекрытия можно найти по предложенной формуле [2, с.1]:

$$\delta_k = (R_0^{\text{норм}} - (R_v + \sum_{i=1}^m \frac{\delta_i}{\lambda_i} + R_n)) \cdot \lambda_k,$$

где λ_k – теплопроводность основного слоя конструкции, Вт/(м·К);

$\sum_{i=1}^m \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ – сумма термических сопротивлений теплопроводности отдельных слоев толщиной δ_i , м, теплопроводностью λ_i , Вт/(м·К);

R_v – термическое сопротивление тепловосприятия внутренней поверхности, (м²·К)/Вт [1, с.1];

R_n – термическое сопротивление теплоотдачи наружной поверхности, (м²·К)/Вт [1, с.1];

$R_0^{\text{норм}}$ – общее термическое сопротивление теплопередачи [2, с.2].

Используя эту формулу, нами была определена необходимая номинальная толщина нанесения пенополиизола $\delta=12$ см.

Регулировка систем отопления заключается в корректировке расхода топлива котлом в сторону снижения.

Расчеты показали, что себестоимость всей установки в целом составляет 47 тысяч рублей, а срок окупаемости – 10 месяцев при средней стоимости природного газа 5,88 рублей за 1 м³.

Список литературы:

1. Инсафуддинов, С.З., Сидоров, Е.М. Исследование термического сопротивления современных теплоизоляционных материалов / С.З. Инсафуддинов, Е.М. Сидоров // Студент и аграрная наука: ма-

териалы VI Всероссийской студенческой конференции / Башкирский ГАУ. – Уфа, 2012. – С. 102-103.

2. Инсафуддинов, С.З., Усеев, Н.Ф. Повышение термического сопротивления изоляционных материалов применением энергосберегающего устройства для поверхностного напыления пенополиуретана / С.З. Инсафуддинов, Н.Ф. Усеев // Современные технологии в системах отопления, водоснабжения и вентиляции : материалы IV международной научно-практической конференции, проводимой в рамках XX специализированной выставки «Отопление. Водоснабжение. Вентиляция» / Башкирский ГАУ. – Уфа, 2016. – С. 88-92.

3. Инсафуддинов, С.З. Повышение термического сопротивления зданий нанесением пенополиуретана / С.З. Инсафуддинов // Современные тенденции решения проблем в инженерных сетях населенных пунктов. Актуальные проблемы рационального использования ресурсов : материалы Всероссийской научно-практической конференции в рамках Весеннего форума строительства и ЖКХ / Башкирский ГАУ. – Уфа, 2017. – С. 31-36.

4. Патент № 2301910 Российская Федерация МПК F02M 65/00 (2006.01). Устройство для измерения неравномерности подачи топлива : № 2005117259/06 : заявл. 06.06.2005 : опубл. 27.06.2007 / Баширов Р.М., Галиуллин Р.Р., Инсафуддинов С.З. ; заявитель Башкирский ГАУ. – 5 с.

5. Инсафуддинов, С.З. Повышение эффективности эксплуатации системы отопления производственного здания с использованием пофасадного регулирования температуры / С.З. Инсафуддинов, А.А. Ишбулатов, Ф.Р. Сафин // Отопление. Водоснабжение. Кондиционирование : материалы II Международной научно-практической конференции в рамках XVIII специализированной выставки / Башкирский ГАУ. – Уфа, 2014. – С. 31-34.

№146/2024

Norwegian Journal of development of the International Science

ISSN 3453-9875

It was established in November 2016 with support from the Norwegian Academy of Science.

DESCRIPTION

The Norwegian Journal of Development of the International Science, established in 2016 with support from the Norwegian Academy of Science, offers a platform for global researchers, academics, and students. Publishing 24 times annually, it covers current science topics. Submitting your article provides exposure to a diverse audience, enhancing your career. Our commitment to research and SEO ensures timely visibility. Submit to the Norwegian Journal of Development of the International Science today and join esteemed authors.

Editor in chief – Karin Kristiansen (University of Oslo, Norway)

The assistant of the editor in chief – Olof Hansen

- James Smith (University of Birmingham, UK)
- Kristian Nilsen (University Centre in Svalbard, Norway)
- Arne Jensen (Norwegian University of Science and Technology, Norway)
- Sander Svein (University of Tromsø, Norway)
- Lena Meyer (University of Gothenburg, Sweden)
- Hans Rasmussen (University of Southern Denmark, Denmark)
- Chantal Girard (ESC Rennes School of Business, France)
- Ann Claes (University of Groningen, Netherlands)
- Ingrid Karlsen (University of Oslo, Norway)
- Terje Gruterson (Norwegian Institute of Public Health, Norway)
- Sander Langfjord (University Hospital, Norway)
- Fredrik Mardosas (Oslo and Akershus University College, Norway)
- Emil Berger (Ministry of Agriculture and Food, Norway)
- Sofie Olsen (BioFokus, Norway)
- Rolf Ulrich Becker (University of Duisburg-Essen, Germany)
- Lutz Jäncke (University of Zürich, Switzerland)
- Elizabeth Davies (University of Glasgow, UK)
- Chan Jiang (Peking University, China) and other independent experts

1000 copies

Norwegian Journal of development of the International Science

Iduns gate 4A, 0178, Oslo, Norway

email: publish@nor-ijournal.com

site: <https://nor-ijournal.com>



© 2024 The Norwegian Journal of Development of the International Science

nor-ijournal.com

