

## ARTICLE

*Medical sciences*

## NON-CARIOUS DENTAL LESIONS IN PEOPLE OF DIFFERENT AGE GROUPS

*Evseeva E.A., Podlovchenko Yu.V., Luschik M.V., Ostroukhova O.V.*

4

## ARTICLE

*Technical sciences*

## DEVELOPMENT OF A CONTROL SYSTEM FOR A FRACTIONATION COLUMN IN THE ISODEPARAFFINIZATION PROCESS OF DIESEL FUEL

*Mumdzhan D.A., Kechkina N.I., Pavlycheva T.N., Kuligina N.O.*

8

*МАТЕРИАЛЫ XVI МЕЖДУНАРОДНОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ 2024»*

## СТАТЬЯ

*Медицинские науки*

## ВЛИЯНИЕ КУРЕНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО РУСЛА

*Акулова М.С., Корниенко А.С., Макеева А.В., Ануфриева Е.И.*

13

## НАУЧНЫЙ ОБЗОР

## АКТУАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА И ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ ИНФАРКТА МИОКАРДА У ПАЦИЕНТОВ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА

*Сюткина Т.Н., Сивакова Л.В.*

18

## СТАТЬЯ

*Технические науки*

## ПРИНЦИП ИЗМЕРЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ОСЦИЛЛОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОДНОГО ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ И ОДНОЧНОЙ КОМПРЕССИОННОЙ МАНЖЕТЫ

*Тарасов Ю.А., Лукьянов А.Д.*

24

## СТАТЬЯ

*Экономические науки*

## АНАЛИЗ И РАЗВИТИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ УСЛУГ В СФЕРЕ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

*Яковцева Е.Г., Аришба Л.Н.*

30

## ARTICLE

UDC 616.314-053

## NON-CARIOUS DENTAL LESIONS IN PEOPLE OF DIFFERENT AGE GROUPS

**Evseeva E.A., Podlovchenko Yu.V., Luschik M.V., Ostroukhova O.V.**

*Voronezh State Medical University N.N. Burdenko, Voronezh, e-mail: kkevseevaa@mail.ru*

**Annotation.** This article is devoted to a comprehensive study of such an urgent problem as non-carious dental lesions. Special attention is paid to diseases such as wedge-shaped defect, erosion of hard tooth tissues and fluorosis. The purpose of the article is to analyze the statistics of the occurrence of this group of diseases, the peculiarities of the frequency of manifestation in different age groups of people, as well as to identify causal factors and the degree of their impact. The work was carried out by collecting data obtained on the basis of a population survey, for which a pre-prepared questionnaire was used. After collecting the necessary information and obtaining data from different age groups of people, the results of the survey were tested and analyzed, on the basis of which it is possible to judge the prevalence of non-carious dental lesions. The article also highlights and describes the characteristic features of a wedge-shaped defect, erosion of hard tooth tissues and fluorosis, examines their causes, clinical manifestations, pathogenesis, at the same time, attention is paid to preventive measures and methods of treatment of each disease separately. In conclusion, the article summarizes the results and conclusions about the frequency of occurrence of each non-carious tooth lesion in people of different age groups.

**Keywords:** non-carious dental lesions, wedge-shaped defect, erosion of hard tooth tissues, fluorosis, occurrence statistics

Currently, the most common dental disease is caries, the prevention and treatment of which people are familiar with, but what about other diseases? Non-carious dental lesions are diseases in which damage to the hard tissues of the teeth is not associated with caries. The main signs of such diseases are the destruction of enamel and dentin, impaired chewing functionality and aesthetic defects. Currently, this group of diseases continues to be studied, numerous studies are underway, including those related to the diagnosis, treatment and prevention of non-carious dental lesions. Such diseases include a wedge-shaped defect, erosion of hard tooth tissues and fluorosis:

A wedge-shaped defect is the destruction of the hard tissues of the tooth in the neck area, as a result of which the tooth takes the shape of a wedge. The most common cause of this ailment is improper or substandard oral hygiene.

Erosion of hard tooth tissues is a lesion of hard tooth tissues, a progressive defect accompanied by destruction and loss of enamel and dentin.

Fluorosis is a disease that affects the enamel and is associated with the ingestion of excessive amounts of fluoride. These diseases are characterized by different frequency of occurrence in people of different age groups. In addition, individual characteristics of the body can have an impact: lifestyle, the presence of concomitant diseases and the quality of oral hygiene.

### Research objectives:

1. Development of methods for the prevention of non-carious diseases of the oral cavity
2. Setting the cause of these diseases
3. Review of statistical data among groups of different ages
4. Dissemination of information on the prevention and treatment of diseases among the population
5. Identification of groups susceptible to diseases

### Materials and methods of research

To conduct the study, we prepared an anonymous questionnaire with questions on the topic "Non-carious dental lesions" in order to conduct a survey among people of different age categories and analyze the results for further research.

In accordance with the tasks set, when compiling the questionnaire, in addition to the gender and age of people, we took into account the presence of a wedge-shaped defect, erosion of hard tooth tissues or fluorosis, as well as factors that could provoke the development of these diseases, such as: poor or improper oral hygiene, lifestyle and diet, the presence of concomitant diseases.

165 people took part in the survey, whose ages ranged from 14 to 65 years old. Statistical data processing was carried out, with the help of which age groups were identified and delimited, among which such non-carious lesions as a wedge-shaped defect, erosion of hard tooth tissues and fluorosis were most common.

## Results of the research and discussions

165 people took part in the survey, including 119 women and 46 men. After analyzing the data, we were able to draw the following conclusions:

Of the 165 people who participated in the survey, 72.1% were women and 27.9% were men.

As a result of the survey, we found out that a wedge-shaped defect occurred in 8.5% of the respondents and was formed in them mainly at the age of 20 to 35 years. Clinically, it manifests itself as a V-shaped cavity in the cervical region of the tooth, in most cases it is not accompanied by painful sensations, the defect forms slowly, but the tooth cavity does not open and does not soften. The causes of the wedge-shaped defect have not been fully established, but it is believed that mechanical and chemical factors have an effect. Such factors include a hard toothbrush, acid-containing products or forming acids from accumulated food residues, low intake of calcium and phosphorus into the body as a result of their insufficient content in food, as well as the presence of endocrine diseases. A wedge-shaped defect is a pathology for which the mechanism of occurrence has not yet been definitely established [1]. Numerous sources offer various theories explaining this condition.

One of the theories, called mechanical, suggests that the defect is associated with mechanical action on the neck of the tooth. The area of the neck of the tooth is the most fragile, so the enamel in this area is erased faster. This can happen, for example, with improper brushing techniques, strong pressure with a toothbrush, or the use of aggressive toothpaste containing large particles. An interesting fact is that left-handed people have a wedge-shaped defect more often on the left, and right-handed people have it on the right. However, there is no direct scientific evidence of this fact.

The second theory, known as the erosion theory, suggests that V-shaped defects occur due to the weakening of enamel under the influence of food acids. Acids cause calcium deficiency and disrupt the mineral balance. This happens when, after oral hygiene, a person consumes aggressive foods such as citrus fruits, hard apples or carbonated water.

The third theory, occlusive, states that the cause of the wedge-shaped defect is malocclusion. Improper placement of teeth and improper closing of the jaws lead to an uneven distribution of force during chewing on each tooth. This theory is confirmed by the fact that wedge-shaped defects occur more often

on teeth that are most stressed during chewing. Other factors can lead to the development of such a pathology, such as severe clenching of teeth at night, the presence of pathologies of the nervous system or a contraction of the chewing muscles.

Visceral theory suggests that systemic disorders, such as diseases of the gastrointestinal tract, endocrine or nervous system, can cause the development of wedge-shaped defects.

Periodontal theory suggests that the cause is related to infectious diseases of the parotid tissues, such as periodontitis or periodontal disease. The clinical signs of these pathologies include the exposure of the roots of the teeth and the formation of specific "triangles". The subsequent erosion of teeth is caused by the action of acids and microorganisms that form plaque, which leads to further destruction of hard tissues [2].

The wedge-shaped defect has different classifications, one of them was proposed by A.S.Burlutsky in 1984, he distinguished such types:

1. Cervical defects, located on the cement-enamel border, slowly develop in the direction of the pulp chamber, maintain shape constancy

2. Crown defects, located on the vestibular surface of the tooth, develop rapidly, damage the surface layers of the tooth

3. Root defects, located at the cement-enamel border, develop rapidly, spread over the surface of the root, always accompanied by frontal gum atrophy [3].

There is also a more modern classification of the wedge-shaped defect, proposed by L.V.Musina in 2006:

- A – prishechny; - In – the – root; - C – crown; - D – neck-crown; - E is a combined form.

Thus, the pathogenesis of a wedge-shaped defect can be caused by various factors, including mechanical stress, erosion, malocclusion, systemic disorders and infectious diseases. Further research is required to more accurately determine the causes and mechanisms of this pathology. The interviewees who had a wedge-shaped defect noted the quality of their oral hygiene as "satisfactory", frequent lack of balanced nutrition, high content of carbohydrate-containing and acid-containing foods in food, the presence of weak tooth sensitivity and thyroid dysfunction – all these listed reasons contribute to the development of this defect. As a treatment, people with teeth affected by a wedge-shaped defect are prescribed drugs containing calcium, phosphorus and necessary trace elements and vitamins, and in case

of deep defects, they resort to restoration with filling materials [4].

Erosion of the hard tissues of the tooth was in 25.5% of the respondents, most often occurs between the ages of 30 and 40 years, but can also occur in people aged 15 to 20 years. Consequently, every 4 middle-aged people faced this problem. This defect is associated with the destruction of enamel and dentin. It is most common in middle-aged and elderly people, but there are exceptions. The lesion in most cases affects incisors, canines and premolars, having a symmetrical character. Erosion of the hard tissues of the tooth occurs gradually, affecting the surface and subsurface layers of enamel. Demineralization, usually caused by contact with acids, leads to the loss of inorganic components of the enamel, especially calcium salts, which reduces its strength. The structure of the enamel changes, with hydroxyapatite crystals providing the strength of the enamel, becoming large and with blurred contours. When examining the affected incisors, this is clearly visible on the scans. Dentin also becomes heterogeneous, with some tubules closed. The structure of dentin becomes similar to that of increased tooth abrasion, with a decrease in the size of dentine tubules and excessive mineralization. In the area of the cervical part of the tooth, a clear boundary remains, where the enamel is layered on the cement of the root. Progressive erosion first erases the surface of the enamel, then affects the deeper layers, hardens the dentin, and in the later stages involves the pulp. If the cause is not eliminated and the defect is not corrected, the process will continue and eventually lead to tooth loss [5]. The formation of erosion is not only a cosmetic defect, but also a serious dental problem, therefore it needs immediate treatment. In the early stages, this disease can be recognized by the lack of gloss on the enamel, later in the active and middle phase hyperesthesia may appear during hygienic measures and exposure to chemical and thermal substances. Erosion is diagnosed during a dental examination by a doctor. Treatment of dental erosion includes comprehensive remineralizing therapy (oral administration of calcium, phosphorus, vitamin and mineral complexes; local applications, electrophoresis), if necessary, filling of defects or coating of teeth with crowns. The prevention of this disease includes several aspects: the selection of the right oral hygiene products, the exclusion or reduction to a minimum of food intake with high erosion potential and the treatment of concomitant disorders of the endocrine system.

It was found that only 5.5% of the survey participants had such a non-carious lesion as fluorosis. According to the results of the survey, we were able to find out that the average age of such a defect is 4 years. Fluorosis is a disease in which the tooth enamel is affected. The main reason for the occurrence of such a lesion is the ingestion of high levels of fluoride into the human body. The lesion manifests itself initially in the form of whitish spots on the surface of the tooth, and later: yellow pigment appears, erosion and destruction of enamel. The pathogenesis of fluorosis is not fully known. There are several hypotheses:

- improper enamel formation occurs when fluoride has a toxic effect on the enameloblasts;
- fluoride, when ingested for a long time, reduces the activity of phosphatase, simultaneously disrupting the mineralization of enamel;

Fluorosis occurs when fluoride is consumed with other elements (such as potassium, manganese, magnesium, etc.), which leads to demineralization of hard dental tissues. Fluorosis most often occurs due to the consumption of water and foods with elevated levels of fluoride (sea fish, walnuts, tea).

According to WHO, fluorosis has the following classification:

1. Very light – normal enamel color, almost unchanged.
2. light – enamel in the form of small spots and white stripes, occupying less than 25% of the crown area.
3. moderate – pigmented stripes and spots occupy no more than 50% of the area.
4. moderate severity – yellow or brown tooth crowns. The enamel becomes matte, there are specks on the entire crown.
5. heavy – the enamel is partially destroyed, pits and erosions appear.

There are also various forms of fluorosis according to V.K. Patrikeev:

- Stroke shape – the appearance of strokes – subsurface chalk-like strips of enamel. It is more common on the vestibular surface of the incisors of the upper jaw. Corresponds to mild fluorosis (WHO).
- Spotted form – multiple chalky spots without stripes. The enamel in the spot area is smooth and shiny. It corresponds to a moderate degree of fluorosis.
- Chalky-speckled shape – the enamel of the entire tooth is a matte shade with clear pigmented speckled spots. The bottom of such specks is dirty gray/brown. It corresponds to a moderate degree of fluorosis.
- Erosive form – pronounced pigmentation with erosion. Deep defects are possible.

The enamel is quickly erased, and the dentin is subsequently exposed. Corresponds to a severe degree of fluorosis.

- Destructive form – a violation of the crown shape due to erosion and abrasion. The teeth are more fragile, and a part of the crown may be broken off.

As a preventive measure for this lesion, it is recommended to stop taking such drinking water. The treatment is aimed at restoring the aesthetic and mineral properties of the teeth.

It is shown that in all the diseases considered by us, 57% of the respondents are not familiar with the measures of prevention of non-carious diseases at all or are only partially familiar. This suggests that with an increase in the number of people who know about prevention methods, many would be able to avoid these diseases or reduce their degree of manifestation.

### Conclusions

From a survey of 165 people, we found that 119 participants were women and 46 were men, but these pathologies were more common in men. In addition, we found that a wedge-shaped defect was observed in 8.5% of the respondents, and this defect occurred more often between the ages of 20 and 35 years.

As for the erosion of the hard tissues of the tooth, it was observed in 25.5% of the respondents, mainly aged 16 to 40 years. Thus, one in four middle-aged people faced this problem.

Only 5.5% of the survey participants had a non-carious lesion – fluorosis. From the results of the survey, we learned that the average age at which this defect manifests itself is 4 years old.

### References

1. Bizyakina A.A. Non-carious dental lesions.wedge – shaped defect, Erosion, erasure, osteoporosis of the jaw bones, as a result of impaired mineral metabolism // Youth Innovation Bulletin. 2022. Vol. 11, No. S1. P. 422-428.
2. Non-carious lesions of hard tissues of teeth: wedge-shaped defect, sensitive dentin, discolorites (clinic, diagnosis, differential diagnosis, treatment): A textbook for students. Volgograd: Volgograd State Medical University, 2022. 92 p.
3. Makeeva M.K., Martynova S.V., Gimish I.V. et al. The prevalence of dental erosion at a dental appointment and recommendations for their treatment // Medical alphabet. 2023. No. 12. P. 18-23. DOI: 10.33667/2078-5631-2023-12-18-23.
4. Englovsky V.V., Venglovsky V.V., Zhakenova S.R. The possibility of caries and aileron blockage in a region with a high alcohol content in drinking water: a literature review // West Kazakhstan Medical Journal. 2021. № 2(63). P. 50-55. DOI: 10.24412/2707-6180-2021-63-50-55.
5. Matsiev A.A., Volkov A.G., Prikul V.F. et al. The intensity of caries and the elemental composition of mixed saliva in adult patients with dental fluorosis // Dentistry. 2019. Vol. 98, No. 5. P. 56-59. DOI: 10.17116/stomat20199805156.

## ARTICLE

UDC 681.5

## DEVELOPMENT OF A CONTROL SYSTEM FOR A FRACTIONATION COLUMN IN THE ISODEPARAFFINIZATION PROCESS OF DIESEL FUEL

**Mumdzhan D.A., Kechkina N.I., Pavlycheva T.N., Kuligina N.O.**

*R.E. Alekseev Nizhny Novgorod State Technical University, Nizhny Novgorod,  
e-mail: mumdgandavid123@gmail.com*

**Annotation.** Increasing the competitiveness of products manufactured by domestic enterprises has become an important task nowadays. This problem can be solved by improving the quality and reducing the amount of defects. Implementation of the proposed project will help to address safety issues in production processes, improve product quality, and working conditions. Development of automated control systems for technological processes based on modern microprocessor automation tools will significantly increase the speed and reliability of processes, as well as ensure safety and accuracy in task execution. The isodeparaffinization unit for diesel fuel is designed to produce arctic diesel fuel and diesel fuel MK1 that meet the requirements of the environmental quality standard "Euro-5" with minimal output of product oil. Analysis of the technological process as a control object allows selecting the structure of the control system, i.e., determining the regulating influences to maintain a particular technological parameter at a specified level, as well as the need to compensate for disturbing influences. The presented work has developed a set of measures and proposed technical solutions for creating a control system for the fractionation column in the diesel fuel isodewaxing process, which has brought the safety level into compliance with regulatory requirements and improved the quality of automatic control of the existing technological object.

**Keywords:** control object, controlled parameters, cascade control system, automated control system of a technological process

The isodeparaffinization unit for diesel fuel considered in the work is designed to produce arctic diesel fuel and diesel fuel MK1 that meet the requirements of the environmental quality standard "Euro-5" with minimal output of product oil. The technological process of diesel fuel isodeparaffinization is one of the methods of dewaxing petroleum products currently used in the oil refining industry. The purpose of dewaxing petroleum products is to reduce the pour point of petroleum products and improve their low-temperature properties. The unit is a new designed production facility, belonging to complex and hazardous industrial objects. The main units of the isodeparaffinization technological process of diesel fuel are: reactor block, separation section, fractionation block, compressor block. This article is dedicated to the automation issues of the fractionation column (fractionation block).

The purpose of the product fractionation block is to remove hydrogen sulfide, light fractions, and unstabilized oil from the liquid with a low-pressure cold separator, and to separate the liquid reaction products into stabilized oil and arctic diesel fuel for options 1 and 3, or stabilized oil, arctic fuel, and diesel fuel MK1 for options 2 and 4.

The liquid bottom product from the reboiler column product enters the product fractionation column into the vaporization zone above plate 35. The vapor phase of the top product of

the product fractionation column is completely condensed in the condenser of the top product column, and the liquid condensate is directed into the top product tank of the product fractionation column. Liquid hydrocarbons from the spray tanks are pumped by the top product pumps of the product fractionation column, with part of the liquid directed back into the product fractionation column as spray, and the remainder cooled in the end oil cooler and directed to the plant's common storage. Water collected in the settling tank of the top product tank of the product fractionation column is pumped by acidic water pumps, mixed with acidic water from the spray tank of the reboiler column product, and directed to the off-site acidic water degasser of the hydrocracking unit 4100.

The top product of the fractionation column is completely condensed in the air cooler. The condensed liquid then enters the spray tank of the product fractionation column.

The liquid side stream is taken from plate 20 of the product fractionation column and fed into the MK1 diesel fuel product pumps.

The bottom product of the product fractionation column is a dewaxed product of arctic diesel fuel, which is pumped by the bottom product pumps of the product fractionation column. Part of it goes to the reboiler of the product fractionation column for heating and is directed back to the bottom of the column,

while the rest is cooled by passing through a series of heat exchangers.

### Materials and methods of research

The effective operation of technological processes largely depends on the correct formulation of automation tasks. An important stage in the development of an automation system is the analysis of the main apparatuses as control objects, i.e., identifying the characteristics of disturbance and control channels (Figure 1) [1]. The analysis of the technological process as a control object carried out in this work will allow determining the structure of the control system, i.e., selecting control ac-

tions that are imposed on the object to change the controlled variables.

*Analysis of the technological process as a control object.* The control object is an object or section of a technological line, the management of which achieves the desired result. The control object in the fractionation block is the product fractionation column pos. C0702. The considered technological process is continuous.

Solving analysis tasks involves a comprehensive description of the existing influences in the system (Figure 2) for subsequent derivation of transformations – regularities by which input influences are converted into reactions.

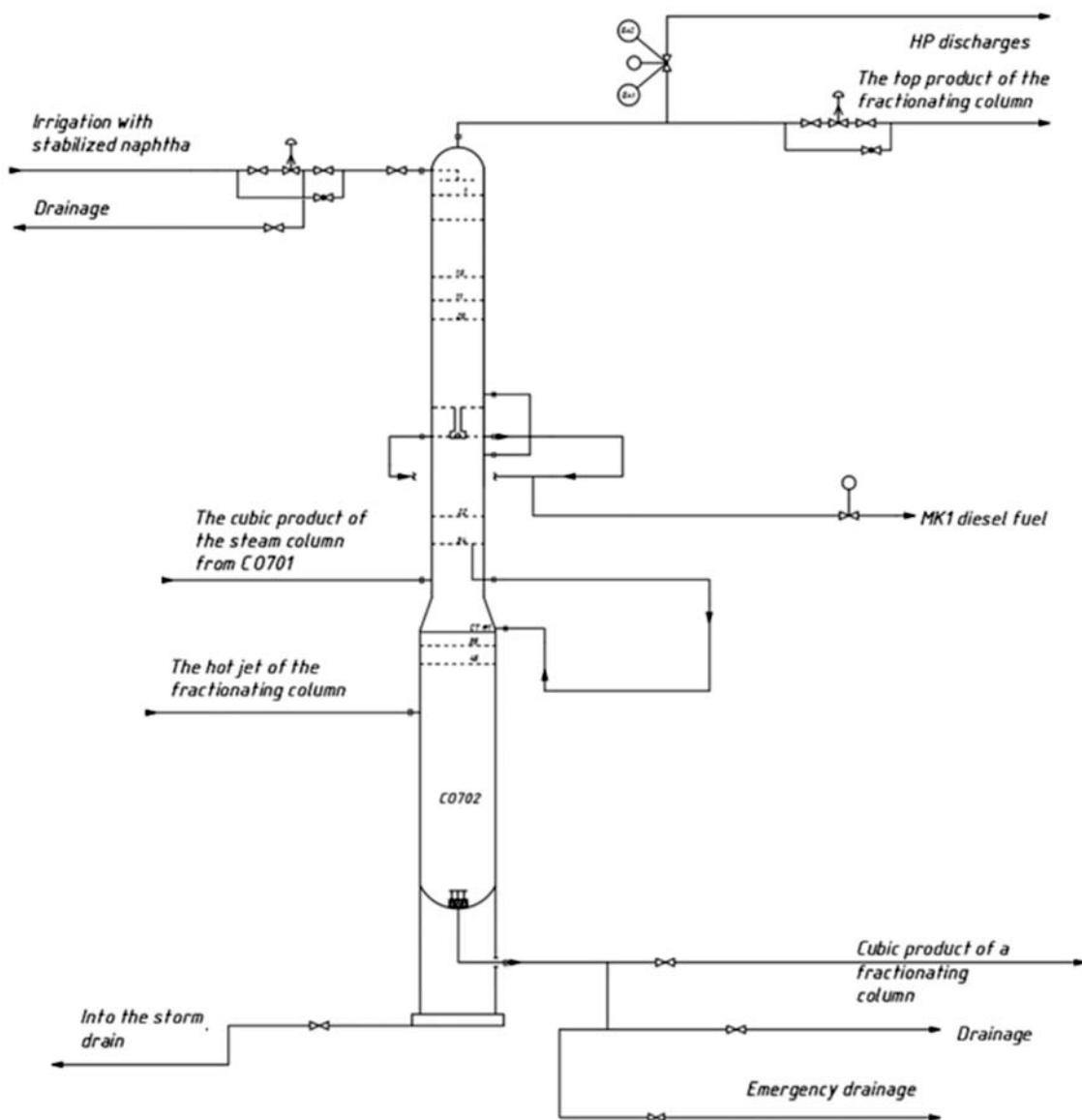


Fig. 1. Technological Control Object

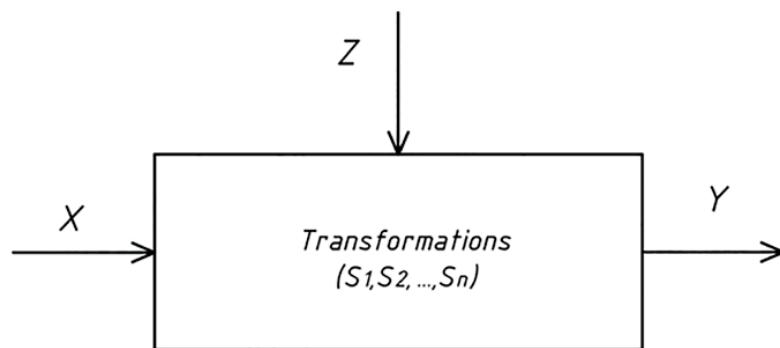


Fig. 2. Description of Coordinate System:  $X$  – control input;  $Z$  – disturbance input;  $Y$  – controlled coordinates;  $S$  – transformations

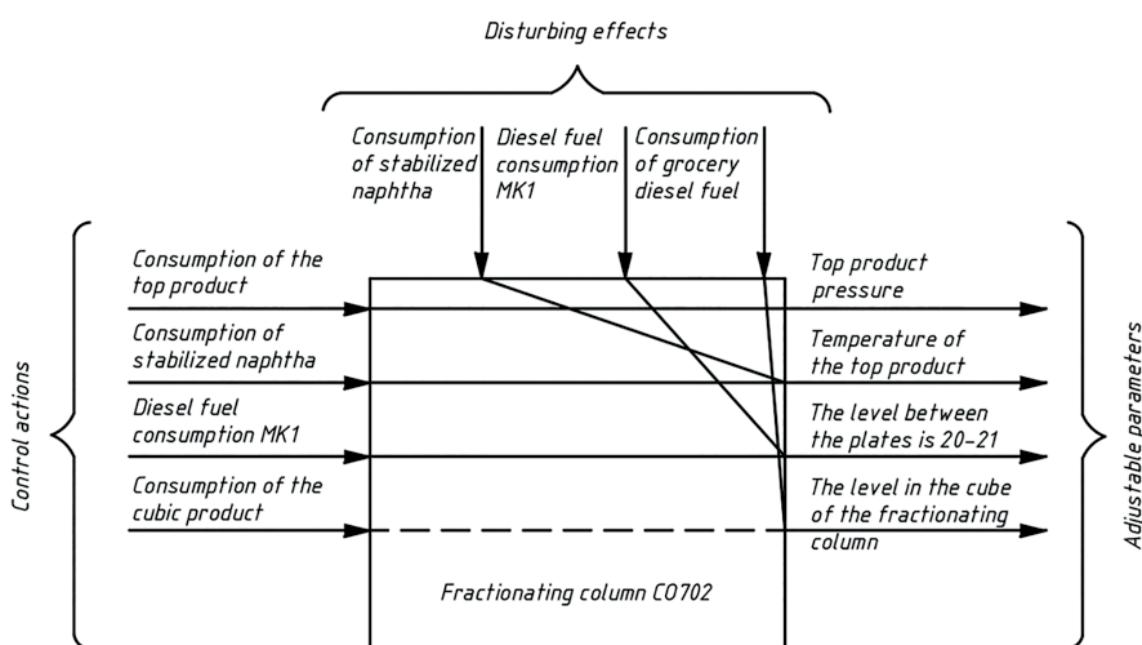


Fig. 3. Informational Diagram of the Control Object

Control input  $X$  is set by a human or generated by a control device. Control inputs are quantities whose values can be varied during the control process. Disturbances  $Z$  are independent of the control system. They can arise both outside the system – external disturbances, resulting from changes in input parameters, some output parameters, and environmental parameters, and inside the system – internal disturbances.

Defining the normal technological mode involves specifying a list of parameters whose values need to be maintained at a certain level, as well as indicating the ranges of values within which changes in these parameters do not lead to serious disruptions of the technological mode. Control of the technological pro-

cess boils down to maintaining parameters at a level corresponding to the normal technological mode [2].

Figure 3 illustrates the structural diagram of influences affecting the process taking place in the fractionation column.

In real operating conditions, when various disturbances affect the control object, the dynamic mode of operation of the objects becomes the characteristic mode [3]. Analyzing the technological process as a control object allows for the selection of the control system structure, i.e., determining which control action should be used to manage a particular state parameter [4]. Cascade control systems are applied in the considered process to improve the quality of regulation of technological param-

eters, where disturbances are compensated for using regulators.

Cascade control schemes include two or more sequentially connected regulators, where the first regulator in the cascade affects the control valve, and subsequent regulators change the setpoint for the previous regulator. The setpoint remains unchanged for the last regulator in the cascade, making it the primary regulator of the cascade.

In the temperature control loop of the upper product of the fractionation column, the first regulator is the flow regulator of the stabilized naphtha used to compensate for disturbances related to changes in pressure drop in the stabilized naphtha supply line to the fractionation column. The second regulator is the temperature regulator, acting as an external regulator and generating a control input that changes the setpoint for the first regulator.

In the level control loop of diesel fuel MK1, the first regulator is the flow regulator of diesel fuel MK1 used to compensate for disturbances related to changes in pressure drop in the MK1 diesel fuel supply line to the fractionation column. The second regulator is the level regulator, acting as an external regulator and generating a control input that changes the setpoint for the first regulator.

In the level control loop of product diesel fuel, the first regulator is the flow regulator of the cubic product used to compensate for disturbances related to changes in pressure drop in the product diesel fuel line. The second regulator is the level regulator, acting as an external regulator and generating a control input that changes the setpoint for the first regulator.

The control input for regulating the pressure in the upper product line of the fractionation column is the flow of the upper product.

In addition to controlled technological parameters, there are monitored parameters: temperature of the cubic product of the flash column at the inlet; pressure drop in the upper, middle, and lower sections; pressure drop between trays 22-34; temperature of the cubic product of the flash column at the outlet; high pressure of the upper product at the outlet of column C0702; pressure in the fractionation column; pressure of the cubic product of the fractionation column; temperature of diesel fuel MK1.

### **Results of the research and discussions**

Analyzing the technological process as a control object has shown that the process requires control and management of numerous parameters [5]. To automate production, a three-level automated process control system

(APCS) is proposed. APCS will allow maintaining the optimal technological process without constant personnel presence to achieve maximum efficiency. APCS will solve a number of tasks:

1. Monitoring process parameters: automatic control of temperature, pressure, raw material and reagent flow rates, as well as product composition.

2. Regulation of parameters using high-precision sensors, valves, actuators, which optimize the process and ensure stable product output.

3. Diagnostics and prevention of emergencies. Automatic diagnostic systems quickly detect problems in the process and prevent accidents.

The automation system of the fractionation column should:

1. Control and manage the separation process of the cubic product entering the column into the necessary types of diesel fuel, including controlling parameters such as temperature, pressure, raw material and product flow rates, and column liquid level.

2. Monitor the condition of equipment, including controlling the operation of pumps, valves, sensors, and other system elements.

3. Ensure process safety by monitoring parameters and automatically shutting down the system in case of emergencies.

To perform the listed functions of the automated control system, the interaction of its following components is necessary: technical, software, information and organizational support, as well as operational personnel.

The technical support of the automated control system is a set of technical means, which includes computing and control devices; means of receiving (sensors), converting, storing, displaying and registering information; signal transmission devices and actuators [6, 7].

The set of programs necessary for the implementation of the functions of the automated control system, the specified functioning of the complex of technical means of the automated control system and the intended development of the system is the automated control system software.

The information support of the automated control system includes information characterizing the state of the automated technological complex; classification and coding systems for technological and technical and economic information; arrays of data and documents necessary to perform all functions of the automated control system, including regulatory and reference information.

The organizational support of the automated control system is a set of descriptions of functional, technical and organizational structures, instructions and regulations for the operational personnel of the automated control system, ensuring the specified functioning of the operational personnel as part of the ATC.

The operational personnel of the automated control system includes: technologists – operators who monitor the operation and management of the control system using information and recommendations on rational management developed by the complex of technical means of the automated control system; the operational personnel of the automated control system, ensuring the correct functioning of the complex of technical means of the automated control system.

The paper proposes to implement a three-level automated control system, at the lower level of which measuring devices and actuators are concentrated; at the middle level – a software logic controller with a programmed control algorithm and at the upper level – a computer-based operator station with pre-installed software.

Overall, the APCS should meet the requirements of accuracy and reliability of process parameter control, quick response to parameter changes and emergencies, ease of use for operators and technical staff, scalability, data protection and confidentiality, availability of backup power and emergency shutdown, compliance with safety and environmental standards. Moreover, the system should ensure

high efficiency and reliability of the production process.

### Conclusion

The presented work has developed a set of measures and proposed technical solutions for creating a control system for the fractionation column in the diesel fuel isodewaxing process, which has brought the safety level into compliance with regulatory requirements and improved the quality of automatic control of the existing technological object.

### References

1. Kuzmenko N.V. Textbook for students of distance learning in the discipline "Automation of technological processes and production." Angarsk: AGTA, 2005.
2. Moldabayeva M.N. Automation of technological processes and production: a textbook. Moscow; Vologda: Infra-Engineering, 2019. 224 p.
3. Volkova G.V., Labutin A.N., Nevyntsyn V.Yu. Workshop on the basics of analysis of technological processes as control objects. Ivanovo, 2018. 56 p.
4. Pogonin V.A., Nazarov V.N., Tretyakov A.A. Automation of technological processes and production: a textbook. Tambov: TSTU, 2018.
5. Ugarova N.M., Kechkina N.I., Pavlycheva T.N., Kuligina N.O. Development of a control system for the production of nicotinamide // European Journal of Natural History. 2023. No. 4 P. 14-17.
6. Fedotov A.V., Khomchenko V.G. Computer control in production systems: a textbook for universities. Saint Petersburg: Lan, 2021. P. 35-36.
7. Zhigalov B.S., Kondrashov A.G. About the current state of automated systems // Modern instrumental systems, information technologies and innovations: collection of scientific papers of the XVII International Scientific and Practical Conference (Kursk, March 17-18, 2022). Kursk: Southwest State University, 2022. P. 23-26.

**МАТЕРИАЛЫ XVI МЕЖДУНАРОДНОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ  
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ 2024»**

**СТАТЬЯ**

УДК 616.1:613.84

**ВЛИЯНИЕ КУРЕНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЯ  
МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО РУСЛА**

**Акулова М.С., Корниенко А.С., Макеева А.В., Ануфриева Е.И.**

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко»,  
Воронеж, e-mail: as.kornienko@yandex.ru*

**Аннотация.** Микрососуды – сегмент сосудистой системы, наиболее чувствительный к различным воздействиям, в том числе табака. По данным Всемирной организации здравоохранения, табачная эпидемия является одной из наиболее опасных угроз для населения, так как ежегодно от данной проблемы умирает около 7 миллионов человек. Следует помнить, что безопасной дозы табака не существует, он причиняет ущерб обширному спектру различных систем: дыхательной, сердечно-сосудистой, мочеполовой и пищеварительной. Компоненты табачного дыма, в свою очередь, оказывают первостепенное воздействие на сердечно-сосудистый органокомплекс организма человека за счет различных механизмов: нарушений функций эндотелия сосудов, развития атеросклероза, повышения содержания карбоксигемоглобина и изменения реологических свойств крови. Целью работы явилось изучение осведомленности студентов медицинского университета о последствиях табакокурения, а также изучение влияния никотина на микроциркуляторное русло. В исследовании приняли участие 12 курящих здоровых людей молодого возраста ( $M:Ж=7:5$ , средний возраст  $20\pm2$ ) и 18 некурящих ( $M:Ж=8:10$ , средний возраст  $20\pm2$ ). Среди респондентов было проведено анкетирование с последующим исследованием микроциркуляторного русла с помощью микрокапилляроскопа. По результатам исследования было выявлено, что в группе некурящих микроциркуляторное русло было равномерным с хорошей интенсивностью, а в группе курящих было непостоянное и малой наполненности. Таким образом, можно сделать вывод о негативном влиянии табакокурения на микроциркуляторное русло, что, отчасти, может быть связано с низкой степенью осведомленности.

**Ключевые слова:** сосуды микроциркуляторного русла, курение табака, эндотелий, сердечно-сосудистое русло

**EFFECT OF SMOKING ON MICROCIRCULATORY CIRCULATION  
AND STUDENTS' KNOWLEDGE OF THEM**

**Akulova M.S., Kornienko A.S., Makeeva A.V., Anufrieva E.I.**

*Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh,  
e-mail: as.kornienko@yandex.ru*

**Annotation.** Microvessels are a segment of the vascular system that is most sensitive to various influences, including tobacco. According to the World Health Organization, the tobacco epidemic is one of the most dangerous threats to the population, as about 7 million people die from this problem every year. It should be remembered that there is no safe dose of tobacco, it causes damage to a wide range of different systems: respiratory, cardiovascular, genitourinary and digestive systems. The components of tobacco smoke, in turn, have a primary effect on the cardiovascular organocomplex of the human body due to various mechanisms: disorders of vascular endothelium functions, the development of atherosclerosis, an increase in the content of carboxyhemoglobin and changes in the rheological properties of blood. The aim of the work was to study the awareness of medical university students about the consequences of smoking, as well as to study the effect of nicotine on the microcirculatory system. The study involved 12 healthy young smokers ( $M:F=7:5$ , average age  $20\pm2$ ) and 18 non-smokers ( $M:F=8:10$ , average age  $20\pm2$ ). A survey was conducted among the respondents, followed by a study of the microcirculatory bed using a microcapillaroscope. According to the results of the study, it was revealed that in the group of non-smokers, the microcirculatory bed was uniform with good intensity, and in the group of smokers it was unstable and low occupancy. Thus, it can be concluded that smoking has a negative effect on the microcirculatory system, which, in part, may be due to a low degree of awareness.

**Keywords:** microcirculatory vessels, tobacco smoking, endothelium, cardiovascular channel

Микроциркуляторное русло (МЦР) – это внутри- и межорганный бассейн, располагающийся между артериолами и венулами. Капиллярная сеть выполняет важнейшие функции доставки необходимых веществ к клеткам и вывод продуктов метаболизма. Каждый капилляр можно сравнить с сердцем, только в микроскопической версии.

Триллионы «микросердец» неустанно выполняют свою функцию до момента появления раздражителя. Данный уровень сердечно-сосудистой системы является наиболее чувствительным к действию различных внутренних и внешних факторов. Табак относится к группе экзогенных причин. Его компоненты влияют на эндотелий, вызывая

его утолщение (из-за снижения простоциклина), и нарушают вазодилатирующий и антиатеросклеротический эффекты (недостаток количества оксида). Тем самым, табак будет вызывать нарушение основного процесса обмена между кровью и тканями организма [1].

Цель исследования – изучение осведомленности студентов медицинского университета о последствиях табакокурения, а также изучение его влияния на микроциркуляторное русло.

#### Материалы и методы исследования

Исследование проводили среди 30 здоровых студентов ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России. Возраст обучающихся был от 18 до 22 лет (в 75% составил 20 лет). Критериями отбора послужили такие пункты как: отсутствие хронических заболеваний сердечно-сосудистой, пищеварительной, нервной и мочевыделительной систем, а также исключены инфекционные заболевания. В ходе отбора студенты были разделены на две группы: первая – состояла из 18 некурящих студентов, вторая – из 12 курящих.

Первым этапом исследования было проведение анкетирования на платформе GoogleForms. Для каждой из испытуемых групп было разработано по анкете. В каждом опроснике были выделены следующие

блоки: блок общей информации и специальный блок (рис. 1).

Второй этап исследования был основан на практической работе и заключался в проведении капилляроскопии при помощи микроскопа с функцией автофокусирования VIEWTY. Капилляроскоп работает аналогично обыкновенному микроскопу. В работе с группами были некоторые отличия, у студентов курящей группы было воздержание от курения за час до исследования. Далее студенты принимали положение «сидя», вытягивая руки на прямой поверхности. Ногтевой валик обрабатывали спиртовой салфеткой, и после наносили раствор глицерина. Последующий этап включал в себя установку ручки на ногтевом валике и фокусировку микрокапилляроскопа. Нужные зоны фиксировало приложение «Anytu», в виде фотографии или видеоролика для дальнейшего анализа. Работа приложения основывается на выведении картинки с микроскопа на любое электронное устройство.

Результаты анкетирования и капилляроскопии были внесены в Google Таблицы для сравнительной характеристики и дальнейшего анализа. Оценка данных проводилась статистическим методом, параллельно в каждой группе. После внесения данных в таблицу, на основе общего количества опрошенных, выявлялся процент определенных ответов на заданные вопросы [4, 5].

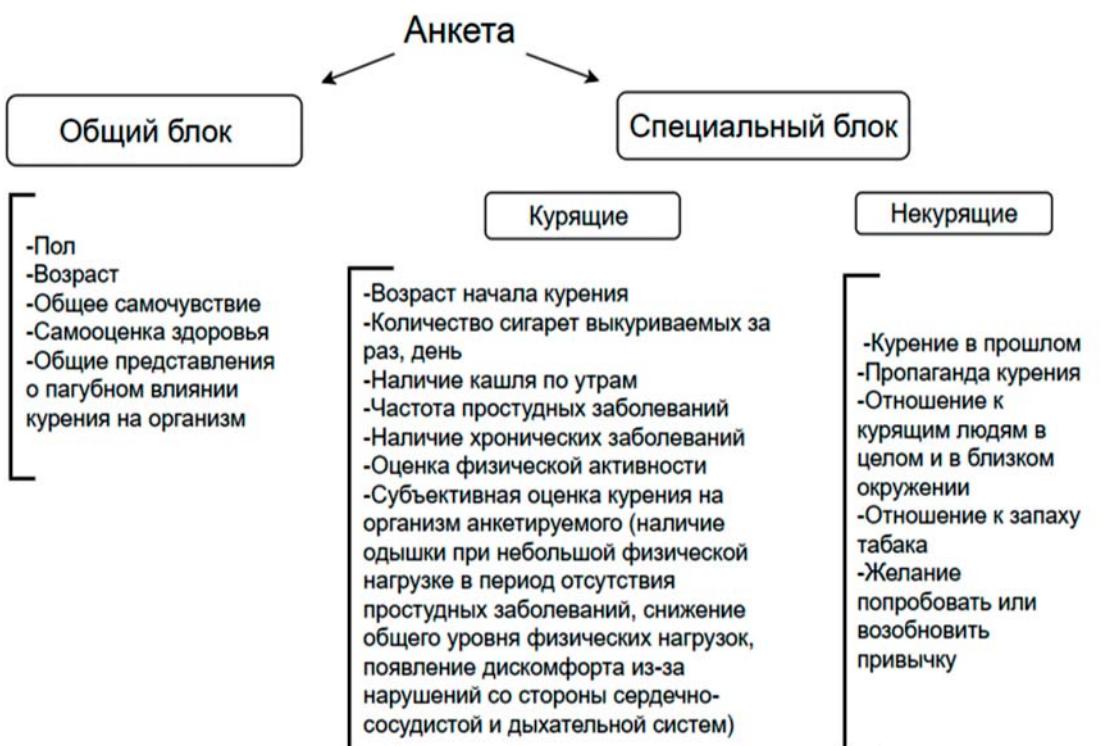


Рис. 1. Схема анкеты для студентов

Такой вид анализа позволил вывести усредненное значение ответов, на заданные вопросы, в каждой из анкетируемых групп студентов. При оценивании МЦР особое внимание уделяли на количество функционирующих сосудов, характеристику микроциркуляторного русла и форму капилляра.

### Результаты исследования и их обсуждение

После проведенного анкетирования были получены следующие результаты. Соотношение мужского и женского пола, в группах анкетируемых, составило примерно одинаковое значение (табл. 1).

**Таблица 1**

Соотношение женского и мужского пола

	Группа курящих	Группа некурящих
Мужской пол	7 человек (59%)	8 человек (45%)
Женский пол	5 человек (41%)	10 человек (55%)
Всего студентов	12 человек	18 человек

Следующим анализируемым вопросом был анализ общего самочувствия (рис. 2). В первой группе показатели общего самочувствия, оцениваемые как «хорошее»

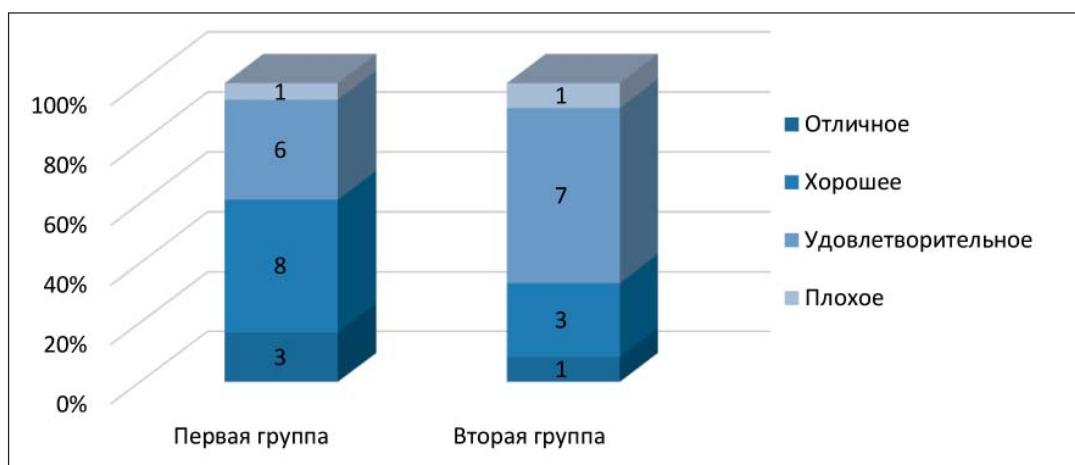
и «отличное» были выше на 19% и 8% соответственно.

При оценке результатов, полученных на вопрос об общих представлениях о негативном влияния курения на организм человека, выяснилось, что все студенты, участвующие в исследовании, знают, что «курение убивает». К последствиям такого влияния они относят: рак легкого, артериальную гипертензию, стенокардию и как следствие инфаркт миокарда, хроническую обструктивную болезнь легких, острое нарушение мозгового кровообращения.

Первой группе обучающихся были заданы вопросы «Курили ли вы в прошлом?» и «Хотелось бы вам попробовать?». Все студенты данной группы ответили отрицательно. Так же выяснилось, что 95% (n=17) опрашиваемых регулярно посещают мероприятия о вреде табака и посвященные отказу от курения. В то же время, 12 из 18 человек (66%) отметили, что относятся к курящим людям и запаху табачного дыма нейтрально. С другой стороны, 6 из 18 (34%) студентов относятся негативно к факту курения и не переносят запах табака.

Результаты во второй группе на вопрос «Сколько в день вы выкуриваете сигарет?» распределились следующим образом (табл. 2).

На вопрос о стаже курения были получены ответы, представленные в таблице 3.



*Rис. 2. Самочувствие студентов на момент опроса*

**Таблица 2**

Количество сигарет выкуриваемых в день

	До 5 сигарет в день	До 10 сигарет в день	До 15 сигарет в день
Мужской пол	4 (57%)	2 (29%)	1 (14%)
Женский пол	2 (40%)	2 (40%)	1 (20%)
Всего студентов	6 (50%)	4 (33%)	2 (17%)

Таблица 3

## Стаж курения

	Менее 1 года	1-2 года	2-4 года	Более 4 лет
Мужской пол	1 (14%)	3 (43%)	2 (29%)	1 (14%)
Женский пол	2 (40%)	1 (20%)	1 (20%)	1 (20%)
Всего студентов	3 (25%)	4 (33%)	3 (25%)	2 (17%)

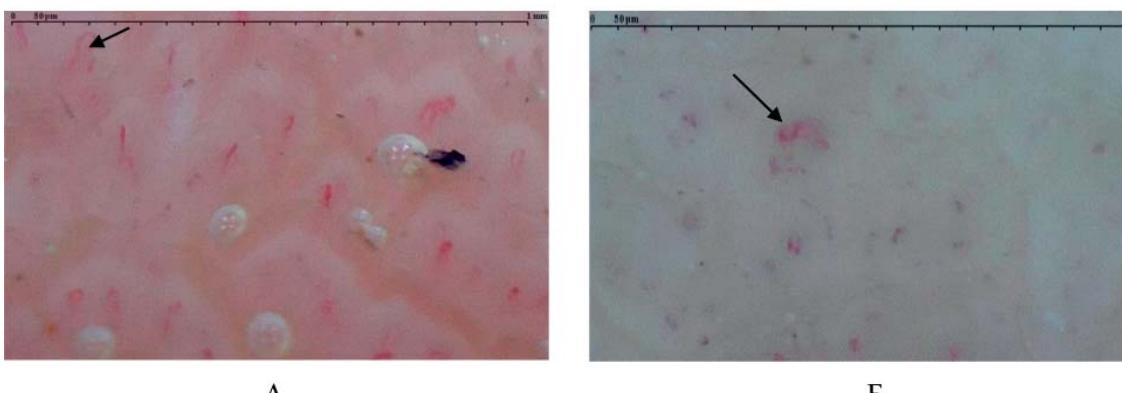


Рис. 3. Фотография с микрокапилляроскопа (А – группа некурящих, Б – группа курящих)

При этом большинство респондентов второй группы считают, что курение негативно влияет на их организм (75%, n=9). Еще 42% (n=5) отмечает появление кашля по утрам от момента начала курения. 8 из 12 человек (67%) заметили появление одышки после небольшой нагрузки, например, после подъема по лестнице на 3-4 этаж или после быстрой непродолжительной ходьбы. Половине (50%, n=6) курящих студентов стало тяжелее заниматься спортом.

По результатам второго этапа были получены данные о функционирующих полнокровных капиллярах. В первой группе их количество на квадрате размером 1 мм\*1 мм составляет  $23 \pm 5$ , а во второй группе составило  $8 \pm 7$  единиц на  $\text{мм}^2$ , что свидетельствуют о значительном снижении количества функционирующих полнокровных капилляров. При проведении практического этапа была получена характеристика микроциркуляторного русла. Она в свою очередь основывалась на постоянстве тока и его равномерности [2,3]. У группы некурящих микроциркуляторное русло было равномерным с хорошей интенсивностью, а в группе курящих было непостоянное и малой наполняемости. Помимо этого, во второй группе отмечалось периодическое исчезновение наполняемости капилляра при его сокращении. Форма капилляра в первой группе представляла собой «вытянутую шпильку для волос» (рис. 3А), а во второй группе сосуд представлял собой

деформированный изогнутый или расширенный патологический капилляр (рис. 3Б). Но у студентов, чей стаж курения менее года (n=3), показатели были аналогичны группе некурящих студентов [5].

## Заключение

В ходе проведенного исследования было выявлено, что группа, состоящая из некурящих людей, оценивает свое самочувствие и здоровье намного лучше, чем группа курящих студентов. В свою очередь группа курящих осведомлена о последствиях курения не меньше, чем группа некурящих.

Подводя итоги второго этапа исследования, были сделаны выводы, что у некурящих студентов показатели значительно лучше во всех аспектах изученного материала. МЦР функционирует более качественно. У молодых людей, употребляющих никотин, показатели снижены и могут являться предвестниками развития патологий сердечно-сосудистой системы, такими как сердечно-сосудистая недостаточность, инфаркт миокарда и другие. Так же хотелось бы отметить, что стаж курения большинства студентов, участвующих в исследовании, составил 1-2 года, что может наталкивать на мысль о проведении аналогичного исследования у группы людей, чей стаж курения составит более 5-10 лет, для более точного анализа влияния табакокурения на МЦР.

**Список литературы**

1. Сиротин Б.З., Корнеева Н.В., Явная И.К. Состояние микроциркуляторного русла у прекративших курить, практически здоровых лиц молодого возраста // Дальневосточный медицинский журнал. Серия: Фундаментальная медицина. 2015. № 1. С. 13-15.
2. Доклад ВОЗ о глобальной табачной эпидемии, 2021 г. Разрешение вопросов, связанных с новыми и инновационными продуктами. Основные положения. Всемирная организация здравоохранения. URL: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/344222/9789240032927-rus.pdf> (дата обращения: 05.02.2024).
3. Харин А.В., Аверьянова И.В., Вдовенко С.И. Оценка морфофункционального состояния микроциркуляторного русла у курящих юношей // Анализ риска здоровью. 2019. № 3. С. 112-117.
4. Явная И.К. Влияние курения табака на микроциркуляторное русло у практически здоровых лиц молодого возраста // Дальневосточный медицинский журнал. 2012. № 4. С. 9-11.
5. Стрельцова Н.Н., Васильев А.П. Влияние курения на функциональное состояние микроциркуляции по данным лазерной допплеровской флюметрии и клинико-анамнестические данные больных артериальной гипертонией // Лазерная медицина. 2020. № 24(4). С. 24-31.

## НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 616.127-005.8-053.7-092.12

**АКТУАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА И ОСНОВНЫЕ  
МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ ИНФАРКТА МИОКАРДА  
У ПАЦИЕНТОВ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА**

**<sup>1</sup>Сюткина Т.Н., <sup>1,2</sup>Сивакова Л.В.**

*<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет  
имени академика Е.А. Вагнера», Пермь, e-mail: syutkina.tn@gmail.com;*

*<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,  
Пермь, e-mail: sivakova.lv@yandex.ru*

**Аннотация.** Среди заболеваний сердечно-сосудистой системы у молодых пациентов важная роль принадлежит инфаркту миокарда. В данной статье изучены актуальные факторы риска и механизмы развития инфаркта миокарда у пациентов молодого возраста на основе анализа научных литературных источников. К наиболее значимым факторам риска его развития у лиц данной возрастной группы относятся курение, дислипидемия, артериальная гипертензия, а также генетическая предрасположенность. Особенно большую роль в молодом возрасте играет курение, поскольку имеет широкую распространенность среди населения активного трудоспособного возраста. Как известно, важным механизмом развития инфаркта миокарда является атеросклероз. Однако, если у пожилых пациентов пусковым моментом является разрыв атеросклеротической бляшки, то в молодом возрасте – ее изъязвление. Большую роль в развитии инфаркта у молодых играют также генетические факторы, обуславливающие раннее развитие атеросклероза или тромбофилии. В патогенезе инфаркта у этой группы пациентов важное значение приобретает повышение потребности миокарда в кислороде или уменьшения к нему его доставки, что может наблюдаться и при некардиальной патологии – например, при анемии или дыхательной недостаточности. Нарушение между потребностью миокарда в кислороде и его доставкой также выявляется при врожденной аномалии коронарных артерий – наличие миокардиального мышечного мостика; в этом случае сегмент коронарной артерии проходит в толще миокарда на части своей длины. Чаще встречается в передней нисходящей артерии. Понимание этиологии и патогенеза инфаркта миокарда позволяет подбирать более эффективные методы диагностики, лечения и профилактики у молодых пациентов.

**Ключевые слова:** инфаркт миокарда у молодых пациентов, изъязвление атеросклеротической бляшки, патология гемостаза при инфаркте миокарда

**CURRENT RISK FACTORS AND THE MAIN MECHANISMS  
OF MYOCARDIAL INFARCTION IN YOUNG PATIENTS**

**<sup>1</sup>Syutkina T.N., <sup>1,2</sup>Sivakova L.V.**

*Perm State Medical University named after Academician E.A. Wagner, Perm,  
e-mail: syutkina.tn@gmail.com;*

*Perm State National Research University, Perm, e-mail: sivakova.lv@yandex.ru*

**Annotation.** Among cardiovascular diseases in young patients, myocardial infarction holds a significant place. This article examines current risk factors and mechanisms for the development of myocardial infarction in young patients based on an analysis of scientific literature sources. The most significant risk factors of its development in this age group include smoking, dyslipidemia, arterial hypertension, and genetic disposition. Smoking plays an especially big part due to its prevalence among active working population. It is commonly known that an important mechanism of myocardial infarction development is atherosclerosis. However, if in elderly patients the triggering event is the perforation of an atherosclerotic plaque, at a young age it is its erosion. Genetic factors also play an important role in the development of infarction in young people, causing early onset of atherosclerosis or thrombophilia. In this group of patients, myocardium's increased oxygen demand or reduced oxygen delivery are of special significance for the pathogenesis of infarction, both of which can also be observed in case of non-cardiac pathology, such as anemia or respiratory insufficiency. The misbalance between the myocardium's oxygen demand and its delivery is also observed in case of congenital anomaly of coronary arteries – the existence of a myocardial bridge; in such case, a coronary artery segment tunnels through the myocardium. It occurs more frequently in the anterior descending artery. Understanding the etiology and pathogenesis of myocardial infarction allows us to select more effective methods of diagnosis, treatment and prevention in young patients.

**Keywords:** myocardial infarction in young patients, atherosclerotic plaque erosion, hemostasis pathology in case of myocardial infarction

Заболевания со стороны сердечно-сосудистой системы широко распространены во всем мире. Среди них одним из ведущих является ишемическая болезнь сердца (ИБС).

Распространенность ИБС не одинакова в различных возрастных группах; выявляемость увеличивается с возрастом. Между тем, частота сердечно-сосудистых заболеваний

у пациентов моложе 50 лет в развитых странах либо стабильна, либо имеет тенденцию к увеличению [1]. Однако, данных об инфаркте миокарда, как об одной из нозологических единиц ИБС, у лиц молодого возраста в настоящее время немного [2]. Эта возрастная категория менее изучена по сравнению с более старшими группами населения и имеет особенности спектра факторов риска и механизмов развития этой патологии. Разрыв атеросклеротической бляшки остается наиболее частой причиной инфаркта миокарда, однако такие причины, как эрозия бляшки, микрососудистая дисфункция коронарных сосудов, спонтанная диссекция коронарной артерии и спазм коронарных артерий, встречаются у лиц молодого возраста чаще (к лицам молодого возраста авторы разных исследований относят разные возрастные группы – моложе 40, 45 или 50 лет).

К наиболее значимым факторам риска ИБС и инфаркта миокарда, которые чаще определяются у лиц молодого возраста, относятся курение, дислипидемия, артериальная гипертензия [3, 2]. То есть основные провоцирующие факторы сопоставимы с таковыми у лиц пожилого возраста. Одну из значимых ролей как в молодом, так и в более старшем возрасте, играет генетическая предрасположенность, которая чаще обусловлена многими генами. Поскольку в развитии ИБС большое значение играет нарушение липидного обмена, то во многом развитие этого заболевания связано с дислипопротеинемиями, которые находятся под контролем различных полиморфных вариантов генов [4]. Так, например, одним из регуляторов липидного гомеостаза является ген, кодирующий белок PCSK9 (пропротеиновая конвертаза субтилизинкексинового типа 9). Белок PCSK9 обладает способностью блокировать рецептор липопротеинов низкой плотности (ЛПНП), что способствует снижению уровня холестерина крови. Соответственно, в случае дефектного гена будет отмечаться склонность к гиперхолестеринемии.

Вместе с тем, инфаркт миокарда в молодом возрасте может быть диагностирован и при отсутствии таких факторов риска, как избыточная масса тела, сахарный диабет, недостаточная по возрасту физическая нагрузка, гиперхолестеринемия. Тем не менее полагают, что к основному профилю факторов риска ИБС в молодом возрасте относятся мужской пол, семейный анамнез раннего развития ИБС, курение [5].

Цель исследования: изучить актуальные факторы риска и основные механизмы развития инфаркта миокарда у пациентов молодого возраста.

## Материал и методы исследования

Материал и методы исследования: по данной теме проанализированы научные литературные источники, в том числе из баз данных Scopus, Web of Science, PubMed.

## Результаты исследования и их обсуждение

В настоящее время известно несколько механизмов развития инфаркта миокарда в молодом возрасте, которые могут иметь свои особенности и степень влияния на дальнейшее развитие патологического процесса.

Основной причиной развития ИБС является атеросклеротический процесс, результатом которого является образование атеросклеротической бляшки, которая при нарастании определенного критического объема в дальнейшем может приводить к сужению (стенозированию) просвета коронарной артерии и появлению приступов стенокардии, а при дестабилизации и разрыве бляшки происходит образование тромба в просвете коронарной артерии, что приводит к развитию инфаркта миокарда [6]. Повреждение миокарда, связанное с тромбообразованием вследствие разрыва или изъязвления атеросклеротической бляшки лежит в основе инфаркта миокарда 1 типа.

Атеросклеротические изменения коронарных артерий в ряде случаев могут быть обнаружены и в молодом возрасте. Так, в одном из исследований у 20% мужчин и 5% женщин, умерших от разных причин, была выявлена прогрессирующая ИБС [7].

К прогрессированию атеросклероза у молодых пациентов приводят те же традиционные факторы риска, что и в старшей возрастной группе. Поскольку курение распространено среди населения активного трудоспособного возраста, а также у молодых людей [8], это делает его значимым фактором риска развития ИБС и инфаркта миокарда.

У пациентов, перенесших инфаркт миокарда в возрасте до 45 лет, также одной из причин развития инфаркта миокарда, связанного с разрывом или изъязвлением атеросклеротической бляшки, являются нарушения липидного обмена, в том числе наследственного характера. Так, например, семейная гиперхолестеринемия может выявляться почти у 1 из 10 пациентов с инфарктом миокарда в молодом возрасте [9]. Сахарный диабет, как известно, способствует прогрессированию атеросклероза коронарных артерий. Доказано, что наличие сахарного диабета и/или ожирения у молодых людей приводит к более тяжелому течению ИБС и развитию инфаркта миокарда [10].

Качественную оценку поражения коронарных сосудов позволяет определить инструментальный метод исследования – коронарография. Для оценки тяжести атеросклеротического поражения коронарных сосудов используется, в частности, шкала Gensini, которая оценивает степень стенозирования всех коронарных артерий. По результатам коронароангиографии у молодых и пожилых пациентов чаще выявляются некоторые отличия. В обеих группах пациентов наиболее часто поражается левая передняя нисходящая артерия. У молодых пациентов чаще наблюдается однососудистое поражение системы коронарных артерий и меньшая протяженность стеноза по шкале Gensini, что обуславливает более быстрое и эффективное восстановление кровотока при чрескожном коронарном вмешательстве и/или адекватной консервативной терапии, а также снижает риск ближайших и отдаленных неблагоприятных сердечно-сосудистых осложнений [11, 12]. У пожилых пациентов, у которых ИБС часто сочетается с артериальной гипертензией и сахарным диабетом, чаще выявляются двух- или трехсосудистые поражения (помимо левой передней нисходящей поражается также правая коронарная артерия) [12].

Также отличия выявляются и при исследовании микроструктуры атеросклеротической бляшки методом оптической когерентной томографии (ОКТ). Эрозии бляшки чаще выявляются у пациентов молодого возраста, в то время как ее разрыв более характерен для лиц более старшей возрастной группы. Липидные бляшки чаще приводят к разрыву; минимальная и средняя толщины фиброзной капсулы в этом случае тоньше и, кроме этого, в случае разрыва чаще выявляются макрофагальная инфильтрация и кристаллы холестерина [13]. В случае эрозии атеросклеротической бляшки некротическое ядро формируется не часто (в отличие от ее разрыва), реже встречаются липидные бляшки, реже выявляются признаки нестабильности [13]. Такие результаты более характерны для молодых пациентов, у которых реже встречается гиперхолестеринемия. Вероятно, данные различия могут служить в определенной мере предиктором более благоприятного исхода заболевания у молодых пациентов. Так, в ряде исследований [14, 15] показано, что у пациентов с острым коронарным синдромом, вызванным эрозией бляшки, положительные результаты возможны при проведении лекарственной антитромботической терапии без потребности дальнейшей установки стента в процессе чрескожного коронарного вмешательства. Однако, в отношении

долгосрочного прогноза этот вопрос еще недостаточно изучен.

Прорывом в медицине возможно станет открытие специфических биомаркеров эрозии атеросклеротических бляшек, что в конечном итоге может привести к неинвазивному подходу в лечении пациентов с инфарктом миокарда без элевации сегмента ST ввиду преобладания индивидуально подобранных эффективных схем лечения антиагрегантами и антикоагулянтами [15].

В патогенезе атеросклеротического поражения важную роль играет также цитокиновый статус. Доказано, что степень тяжести поражения коронарных артерий, а также вероятность острой сердечной недостаточности и фибрилляции желудочков напрямую зависит от уровней плазменных концентраций ИЛ-6 и ФНО- $\alpha$ . Увеличение цитокинового индекса ИЛ-6/ИЛ-10 у пациентов с ИМ происходит пропорционально тяжести коронарного атеросклероза [16].

Инфаркт миокарда у молодых пациентов может протекать также по типу 2. В основе инфаркта миокарда 2 типа лежат патофизиологические процессы, приводящие к повышению потребности миокарда в кислороде или уменьшению доставки к нему кислорода вследствие причин, не связанных с тромбообразованием на фоне разрыва или изъязвления атеросклеротической бляшки. Для более краткого и лаконичного определения используется термин MINOCA (myocardial infarction with nonobstructive coronary arteries), что означает инфаркт миокарда без обструктивного поражения коронарных артерий.

Постановка диагноза MINOCA требует клинического подтверждения инфаркта миокарда при отсутствии критических стенозов и острых окклюзий коронарных артерий (критическим поражением считается стеноз коронарной артерии  $\geq 50\%$  по диаметру в любой потенциальной инфаркт-связанной артерии по данным коронарографии) [17]. Однако, по типу MINOCA может развиваться инфаркт миокарда не только 2 типа, но и типа 1 (в этом случае причиной MINOCA может стать разрыв атеросклеротической бляшки, но без визуализации тромба) [18].

Повышение потребности миокарда в кислороде или уменьшения доставки к нему кислорода могут наблюдаться в том числе и при некардиальной патологии – например, при анемии или дыхательной недостаточности. Главной особенностью является отсутствие при этом явной окклюзии коронарных артерий по результатам коронарографии. При отсутствии достоверных критериев инфаркта миокарда на ЭКГ запо-

дозрить миокардиальное поражение можно методом биохимических тестов.

Некоторые современные методы позволяют с высокой степенью достоверности выполнить визуализацию причин MINOCA. К таким методам относится внутрисосудистая оптическая когерентная томография, при выполнении которой возможно достоверно выявить эрозию и/или последствия разрыва атеросклеротической бляшки, пристеночные тромбы, вазоспазм, коронарную диссекцию [19]. МРТ сердца с контрастным усилением имеет важную роль для дифференциальной диагностики MINOCA [20]. Оба метода диагностики не являются рутинными и не применяются у всех пациентов даже с подтвержденным миокардиальным повреждением.

Употребление психоактивных веществ чаще возможно у лиц молодого возраста. Психоактивные вещества оказывают выраженное влияние на сердечно-сосудистую систему, не только увеличивая частоту сердечных сокращений, артериальное давление и сократимость миокарда (что увеличивает потребность миокарда в кислороде), но могут вызвать также вазоспазм коронарных артерий и усиленную агрегацию тромбоцитов [21].

Важную роль в развитии MINOCA у молодых пациентов может играть наличие миокардиального мышечного мостика – врожденная аномалия коронарных артерий, при которой сегмент коронарной артерии проходит в толще миокарда на части своей длины. Чаще встречается в передней нисходящей артерии. Миокардиальный мостик проявляется себя в виде систолической артериальной компрессии, но несмотря на то, что наполнение коронарных артерий во время систолы составляет лишь 15%, данная аномалия вносит весомый вклад в развитие инфаркта у молодых пациентов посредством других механизмов: нарушение перфузии по боковым ветвям, задержка увеличения диаметра сосуда во время диастолы, провоцирование вазоспазма [22].

В контексте употребления химических веществ также следует сказать о рисках развития ИБС у спортсменов и бодибилдеров молодого возраста, связанных с употреблением андрогенных анаболических стероидов [23]. Злоупотребление этими препаратами может способствовать развитию дислипидемии, повышению артериального давления, увеличению концентрации С-реактивного протеина. На этом фоне формируется склонность к тромбоцитозу, нарушению функции тромбоцитов, агрегации тромбоцитов, повышению уровня прокоагулянтных факторов (фибриногена,

факторов VIII и X), гипергомоцистинемии, снижению фибринолитической активности (снижение уровней а-2-макроглобулина и ингибитора активатора плазминогена-1) с последующим развитием тромбоза [23].

Установлена достоверная связь между инфарктом миокарда у молодых людей и уровнем гомоцистеина, при повышении которого наблюдается его токсическое действие на эндотелий (за счет снижения выработки оксида азота) и усиление адвентициального воспаления, что в сочетании с другими неблагоприятными факторами может способствовать развитию атеросклероза [24].

В патогенезе инфаркта миокарда у молодых пациентов как при инфаркте с атеротромбозом, так и по типу MINOCA, большую роль может играть патология системы гемостаза в сторону гиперкоагуляции. При преобладании в крови факторов, способствующих свертыванию над противосвертывающими, резко увеличивается риск тромбообразования.

Одним из главных ферментов коагуляции является тромбин. С одной стороны тромбин является фактором свертывания II а и играет важную роль в образовании тромба, с другой стороны – связь тромбомодулина с тромбином лишает последнего прокоагулянтной активности. Особенно решающее значение в усилении тромбообразования играет генерация тромбина по пути тканевого фактора [25], уровень которого существенно повышается при повреждении сосудистой стенки. Способность тромбина усиливать проницаемость эндотелия и принимать участия в активации тромбоцитов, придают тромбину атерогенные свойства; поэтому чрезмерная его генерация способствует развитию инфаркта миокарда.

В большинстве случаев многие звенья этиологии и патогенеза, а также предрасположенность к факторам риска развития инфаркта миокарда обусловлены генетическими факторами – полиморфизмом генов.

Наибольшая частота инфаркта миокарда у пациентов молодого возраста мужского пола ассоциируется с полиморфизмами в генах фактора V свертывания крови, тромбоцитарного рецептора к фибриногену и ингибитора активатора плазминогена типа 1 [26]. Генетические нарушения в плазменном и тромбоцитарном звеньях гемостаза и/или нарушение фибринолитической системы вносят дополнительный вклад в развитие атеросклероза и могут быть использованы для определения риска инфаркта миокарда миокарда 1 типа у молодых людей [26].

Помимо генетически обусловленных тромбофилий полиморфизм генов может

увеличивать риски развития атеросклероза. Доказано, что полиморфизм гена ADAMTS-7 способствует дестабилизации бляшки путем усиленного выделения металлопротеиназ, что приводит к разрушению всех белков внеклеточного матрикса, включая коллаген, что способствует повышению проницаемости и замедлению процессов репарации стенок сосудов [27]. Другие локусы генов могут являться причинами дислипидемии и гиперхолестеринемии, как например гены-активаторы белка PCSK9 [28].

Таким образом, инфаркт миокарда может диагностироваться не только у пожилых людей, но и у лиц молодого возраста. У категории пациентов моложе 40 – 50 лет выявляются особенности профиля факторов риска и механизмов развития этой патологии. В этой группе чаще встречаются спазм коронарных артерий и изъязвление атеросклеротической бляшки как пусковые механизмы инфаркта миокарда. Большую роль в его развитии у молодых пациентов играют также генетические факторы, обуславливающие раннее развитие атеросклероза или тромбофилии. В патогенезе инфаркта у молодых важное значение приобретает повышение потребности миокарда в кислороде или уменьшения к нему его доставки. Комплексное изучение факторов риска и особенностей механизмов развития инфаркта миокарда у молодых позволит своевременно диагностировать эту патологию и использовать методы терапии, наиболее эффективные у этой категории пациентов.

### Список литературы

1. Andersson C., Vasan R.S. Epidemiology of cardiovascular disease in young individuals // Nat. Rev. Cardiol. 2018. Vol. 15. No. 230. DOI: 10.1038/nrccardio.2017.154.
2. Денисов В.И., Переферзева К.Г., Бояков Д.Ю., Хазов Д.А., Чучунов А.Д. Инфаркт миокарда в молодом возрасте: факторы риска, клиническая картина, особенности ведения на госпитальном этапе // Клиническая медицина. 2021. Т. 99, № 1. С. 58-62. DOI: 10.30629/0023-2149-2021-99-1-58-62.
3. Соловьева А.В., Аксентьев С.Б., Ракита Д.Р., Гринькова Я.Н. Особенности течения инфаркта миокарда у молодых женщин // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2021. Т. 16, № 3. С. 315-318. DOI: 10.14300/mnnc.2021.16076.
4. Чурилин М.И., Кононов С.И., Маль Г.С., Полоников А.В., Лазаренко В.А. Гены регуляции липидного обмена и предрасположенность к ишемической болезни сердца // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2019. Т. 14, № 2. С. 401-406. DOI: 10.14300/mnnc.2019.14100.
5. Новикова И.А., Хлыниова О.В., Некрутенко Л.А. Профиль факторов риска инфаркта миокарда: фокус на молодой возраст // Анализ риска здоровью. 2021. № 3. С. 160-166. DOI 10.21668/health.risk/2021.3.16.
6. Kowara M., Cudnoch-Jedrzejewska A. Different Approaches in Therapy Aiming to Stabilize an Unstable Atherosclerotic Plaque // Int J Mol Sci. 2021 Apr. Vol. 21. No. 22. P. 4354. DOI: 10.3390/ijms22094354.
7. Sood A., Singh A., Gadkari C. Myocardial Infarction in Young Individuals: A Review Article // Cureus. 2023 Apr. Vol. 4. No. 15. DOI: 10.7759/cureus.37102.
8. Гамбарян М.Г., Драпкина О.М. Распространенность потребления табака в России: динамика и тенденции. Анализ результатов глобальных и национальных опросов // Профилактическая медицина. 2018. Т. 21, № 5. С. 45-62. DOI: 10.17116/profmed20182105145.
9. Singh A., Gupta A., Collins B.L., Qamar A., Monda K.L., Biery D., Lopez J.A.G., de Ferranti S.D., Plutzky J., Cannon C.P., Januzzi J.L. Jr Di, Carli M.F., Nasir K., Bhatt D.L., Blankstein R. Familial Hypercholesterolemia Among Young Adults With Myocardial Infarction // J Am Coll Cardiol. 2019 May. Vol. 21. No. 73. P. 2439-2450. DOI: 10.1016/j.jacc.2019.02.059.
10. Mata Marín L.A., Schmucker J., Fach A., Osteresch R., Rühle S., Garstka D., Eitel I., Hambrecht R., Wienbergen H. Prevalence and clinical characteristics of prediabetes and diabetes mellitus in young patients with ST-segment elevation myocardial infarction // Clin Res Cardiol. 2021 Oct. Vol. 110. P. 1647-1658. DOI: 10.1007/s00392-021-01868-1.
11. Charach L., Blatt A., Jonas M., Teodorovitz N., Haberman D., Gendelman G., Grosskopf I., George J., Charach G. Using the Gensini score to estimate severity of STEMI, NSTEMI, unstable angina, and anginal syndrome // Medicine (Baltimore). 2021 Oct 15. Vol. 100. P. e27331. DOI: 10.1097/MD.00000000000027331.
12. Mahjoob M.P., Sadeghi S., Khanaman H.F., Naderian M., Khaheshi I. Comparison of coronary risk factors and angiographic findings in younger and older patients with significant coronary artery disease // Rom J Intern Med. 2018 Jun 1. Vol. 56. P. 90-95. DOI: 10.1515/rjim-2017-0048.
13. Мустафина И.А., Павлов В.Н., Ишметов В.Ш., Загидуллин Н.Ш. Диагностика морфологии бляшки при остром коронарном синдроме методом оптической когерентной томографии // Медицинский вестник Башкортостана. 2017. Т. 12, № 4. С. 27-32.
14. Jia H., He L. Defer-based non-stenting: a promising approach for STEMI // EuroIntervention. 2022. Aug 19. Vol. 18. P. 446-447. DOI: 10.4244/EIJ-E-22-00023.
15. Vergallo R., Jang I.K., Crea F. New prediction tools and treatment for ACS patients with plaque erosion // Atherosclerosis. 2021 Feb. Vol. 318. P. 45-51. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2020.10.016.
16. Хлыниова О.В., Шишкина Е.А., Абгарян Н.И. Цитокиновый статус пациента с инфарктом миокарда как возможный предиктор степени коронарного атеросклероза // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2020. № 19(3). P. 2316. DOI: 10.15829/1728-8800-2020-2316.
17. Agewall S., Beltrame J.F., Reynolds H.R., Niessner A., Rosano G., Caforio A.L., De Caterina R., Zimarino M., Roffi M., Kjeldsen K., Atar D., Kaski J.C., Sechtem U., Tornvall P. WG on Cardiovascular Pharmacotherapy. ESC working group position paper on myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries // Eur Heart J. 2017 Jan 14. Vol. 38. P. 143-153. DOI: 10.1093/euroheartj/ehw149.
18. Якушин С.С. Инфаркт миокарда с необструктивным поражением коронарных артерий (МШОСА) – модный термин или новая диагностическая концепция? // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2018. Т. 14, № 5. С. 765-773. DOI: 10.20996/1819-6446-2018-14-5-765-773.
19. Bryniarski K., Gasior P., Legutko J., Makowicz D., Kedziora A., Szolc P., Bryniarski L., Kleczynski P., Jang I.K. OCT Findings in MINOCA // J Clin Med. 2021 Jun 23. Vol. 10(13). P. 2759. DOI: 10.3390/jcm10132759.
20. Mileva N., Paolisso P., Gallinoro E., Fabbricatore D., Munhoz D., Bergamaschi L., Belmonte M., Panayotov P., Pizzi C., Barbato E., Penicka M., Andreini D., Vassilev D. Diagnostic and Prognostic Role of Cardiac Magnetic Resonance in MINOCA: Systematic Review and Meta-Analysis // JACC Cardiovasc Imaging. 2023 Mar. Vol. 16. P. 376-389. DOI: 10.1016/j.jcmg.2022.12.029.

21. Насонкина Д.Е. Развитие острого инфаркта миокарда вследствие употребления амфетаминов и экстази: клинический случай инфаркт миокарда вследствие употребления амфетаминов и экстази // Инновационное развитие врача. 2023. № 3. С. 31-36. DOI: 10.24412/cl-37091-2023-3-31-36.
22. Sternheim D., Power D.A., Samtani R., Kini A., Fuster V., Sharma S. Myocardial Bridging: Diagnosis, Functional Assessment, and Management: JACC State-of-the-Art Review // J Am Coll Cardiol. 2021 Nov 30. Vol. 78. P. 2196-2212. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.09.859.
23. Joury A., Alshehri M., Li L.Z., Rezan T. Androgenic steroids dysregulation and the risk of coronary artery disease // Expert Rev Cardiovasc Ther. 2022 May. Vol. 20. P. 343-349. DOI: 10.1080/14779072.2022.2077193.
24. Sun J., Han W., Wu S., Jia S., Yan Z., Guo Y., Zhao Y., Zhou Y., Liu W. Associations between hyperhomocysteinemia and the presence and severity of acute coronary syndrome in young adults≤35 years of age // BMC Cardiovasc Disord. 2021 Jan 23. Vol. 21. P. 47. DOI: 10.1186/s12872-021-01869-y.
25. Горбачева Н.С., Веселовская Н.Г., Николаева М.Г., Чумакова Г.А., Момот А.П., Рудакова Д.М. Новые факторы риска острого инфаркта миокарда у мужчин молодого возраста // Кардиология: новости, мнения, обучение. 2022. Т. 10, № 3. С. 42–49. DOI: 10.33029/2309-1908-2022-10-3-42-49.
26. Гладких Н.Н., Шушанова А.С., Ягода А.В. Генетические тромбофилии у молодых больных инфарктом миокарда 1-го типа // Медицина: теория и практика. 2023. Т. 8, № 1. С. 54–61. DOI: 10.56871/MTP.2023.80.92.007.
27. Liang L.L., Zhou Y.L., Cheng J., Xiao Y.T., Tang Z.B., Liu S.M., Lian J.C., Wang X.X., Liu X., Xiong X.D. Association between ADAMTS7 TagSNPs and the risk of myocardial infarction // Postgrad Med J. 2019 Sep. Vol. 95. P. 487-492. DOI: 10.1136/postgradmedj-2019-136459.
28. Ежов М.В., Сергиенко И.В., Рожкова Т.А., Кухарчук В.В., Коновалов Г.А. Диагностика и лечение семейной гиперхолестеринемии (российские рекомендации) // Вестник современной клинической медицины. 2017. Т. 10, Вып. 2. С. 72-79. DOI: 10.20969/VSKM.2017.10(2).

## СТАТЬЯ

УДК 621.317.351:[615.47+616.12-008.331]

**ПРИНЦИП ИЗМЕРЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ  
ОСЦИЛЛОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ ОДНОГО ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ  
И ОДИНОЧНОЙ КОМПРЕССИОННОЙ МАНЖЕТЫ**

**<sup>1</sup>Тарасов Ю.А., <sup>2</sup>Лукьянов А.Д.**

*<sup>1</sup>АО «Алмаз», Ростов-на-Дону, e-mail: Resto47@mail.ru;*

*<sup>2</sup>Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону,  
e-mail: lex1998@rambler.ru*

**Аннотация.** Измерение артериального давления (АД) используется как показатель качества работы сердца и способ диагностики нарушений в его работе. АД характеризует эффективность работы сердца в целом, а также, эластичные свойства сосудов, по которым движется кровь. При систематическом наблюдении АД можно выявлять признаки гипотонии и гипертонии. Гипертония, или повышенное артериальное давление, может стать фактором риска для различных сердечно-сосудистых заболеваний, таких как инсульт или инфаркт миокарда. В свою очередь гипотония, или пониженное давление, также требует внимания, поскольку она может вызывать головокружение, слабость и другие негативные последствия. В последние два десятилетия наблюдается существенный рост людей, имеющих повышенное АД, доказана связь АД со смертностью населения от болезней системы кровообращения. Проблема диагностики и контроля АД встречается в основном у людей старшего возраста, но в последнее время средний возраст пациентов с нарушениями работы сердечно-сосудистой системы, уменьшается. По оценкам экспертов, к 2025 году число людей в мире с артериальной гипертонией увеличится на 15-20%, достигнув около 1,5 млрд человек. Темп роста людей, имеющих нарушенное АД, одновременно связан с регистрацией данных при проведении диспансеризации отдельных групп взрослого населения. Поэтому, необходимо сделать технологии контроля и диагностики артериального давления проще и дешевле, для обеспечения доступности среди всего населения.

**Ключевые слова:** артериальное давление, гипертония, гипотония, контроль и диагностика, измерение АД, осциллометрический метод

**THE PRINCIPLE OF MEASURING BLOOD PRESSURE  
BY THE OSCILLOMETRIC METHOD USING A SINGLE  
PRESSURE SENSOR AND A SINGLE COMPRESSION CUFF**

**<sup>1</sup>Tarasov Yu.A., <sup>2</sup>Lukyanov A.D.**

*<sup>1</sup>Almaz JSC, Rostov-on-Don, e-mail: Resto47@mail.ru;*

*<sup>2</sup>Don state technical university, Rostov-on-Don, e-mail: lex1998@rambler.ru*

**Annotation.** Measurement of blood pressure (BP) is used as an indicator of the heart and a way to diagnose disorders in its work. Blood pressure characterizes the efficiency of the heart as a whole, as well as the elastic properties of the vessels through which the blood moves. With systematic monitoring of blood pressure, signs of hypotension and hypertension can be detected. Hypertension, or high blood pressure, can be a risk factor for various cardiovascular diseases, such as stroke or myocardial infarction. In turn, hypotension, or low blood pressure, also requires attention, since it can cause dizziness, weakness and other negative consequences. In the last two decades, there has been a significant increase in people with elevated blood pressure, and the association of blood pressure with mortality from diseases of the circulatory system has been proven. The problem of diagnosis and control of blood pressure occurs mainly in older people, but recently the average age of patients with disorders of the cardiovascular system has been decreasing. According to experts, by 2025, the number of people in the world with arterial hypertension will increase by 15-20%, reaching about 1.5 billion people. The growth rate of people with impaired blood pressure is simultaneously associated with the registration of data during the medical examination of certain groups of the adult population. Therefore, it is necessary to make blood pressure monitoring and diagnosis technologies easier and cheaper, to ensure accessibility among the entire population.

**Keywords:** blood pressure, hypertension, hypotension, monitoring and diagnosis, blood pressure measurement, oscillometric method

Артериальное давление измеряется в миллиметрах ртутного столба, результат указывается как запись двух чисел САД/ДАД. Под диастолическим давлением (ДАД) понимают наименьшее значение давления в артерии во время диастолы сердца. Оно в основном определяется величиной тонуса периферических артериальных сосудов. Систолическое давление (максимальное)

определяется в период систолы, и обусловлено ударным объемом сердца и эластичностью аорты и крупных артерий [1].

В 1905 году хирург Николай Сергеевич Коротков открыл звуковой (аускультативный) метод измерения артериального давления – метод Короткова. При измерении используются и анализируются звуковые эффекты, сопровождающие пульсации кро-

вотока, которые возникают в пережатой манжетой артерии. Большим преимуществом данного метода является устойчивость к нарушениям ритма сердца и движениям руки во время измерения. Среди недостатков можно отметить высокую чувствительность к шумам в помещении, проблему определения момента считывания показателей АД (сложность заключается в точном фиксировании момента исчезновения тонов Короткова) [1]. В настоящее время метод Короткова до сих пор является единственным официальным методом измерения АД, утвержденным Всемирной организацией здравоохранения в 1935 году.

Однако, с развитием электроники и автоматических систем, появилась возможность упростить и автоматизировать метод измерения. Осциллометрический метод предполагает регистрацию пульсаций давления в манжете, возникающих при прохождении крови через сдавленный участок артерии.

Проведенные исследования в [2] на сравнение точности измерений осциллометрическим методом и методом Короткова показали высокую точность в обоих случаях, однако при оценке по критериям протокола BHS90 более точные показания оказались у метода Короткова. У 6% исследуемых пациентов измерение АД по тонам Короткова было затруднено, из-за глухих низкоамплитудных тонов [2]. Ранее было выполнено экспериментальное сравнение, а также расчет погрешностей аускультивных и осциллометрических приборов индивидуального контроля артериального давления и частоты сердечных сокращений. Рассматривались четыре вида тонометров: прибор для полного автоматического измерения АД с манжетой на запястье; механический тонометр; прибор для полного автоматического измерения АД на плече; прибор для измерения АД на плече полуавтоматический. Рассчитанные на основе экспериментальных данных значения абсолютной погрешности лежат в пределах 3-8 мм.рт.ст. [3]. Наличие подобных исследований указывает на жизнеспособность метода измерения АД осциллометрическим методом, и в этой статье речь пойдет о реализации данного принципа с применением одного датчика давления и одиночной компрессионной манжеты.

Цель исследования заключается в определении и описании принципа измерения АД, осуществляемого осциллометрическим методом.

#### **Материалы и методы исследования**

Для определения диапазона измерения артериального давления необходимо знать значения давления для отдельных катего-

рий. В классификации Всемирной организации здравоохранения приведены нормы АД у лиц, старше 18 лет, приведенные в таблице [4]. С возрастом нормальное АД у многих людей отклоняется, что свидетельствует о нарушениях в работе сердечно – сосудистой системе, при этом, как показали многочисленные исследования, даже в течение суток у человека изменяется АД. Это связано с физической активностью, психоэмоциональным состоянием, приемом пищи и другими факторами. Также, имеется «гипертония белого халата» – форма артериальной гипертензии, при которой повышение АД  $\geq 140$  и/или  $\geq 90$  мм.рт.ст. отмечается только на приеме у врача, а при измерении АД методом домашнего мониторирования АД (ДМАД) и/или суточного мониторирования АД (СМАД) показатели АД – в пределах нормальных значений [5]. При обследовании пациентов с подозрением на нарушения работы сердечно –сосудистой системы ведется мониторинг и учет изменения АД в течение суток. За период с 2010 года по 2019 год число зарегистрированных лиц с артериальной гипертонией в России увеличилось на 5,4 млн (46%), с 11,7 в 2010 до 17,1 млн в 2019 году [6].

#### **Нормы артериального давления по классификации ВОЗ у лиц старше 18 лет**

Категория АД	САД	ДАД
Оптимальное	<120	<80
Нормальное	120-129	80-84
Высокое нормальное	130-139	85-89
Артериальная гипертония 1-й степени	140-159	90-99
Артериальная гипертония 2-й степени	160-179	100-109
Артериальная гипертония 3-й степени	$\geq 180$	$\geq 110$

В общем случае считается, что при САД меньше 100 и ДАД меньше 60 мм.рт.ст., наступает состояние гипотонии, при котором у пациента наблюдается усталость, сонливость, слабость. Диапазон значений САД для каждой категории значительно шире, чем значений ДАД, поэтому для обеспечения точности измерений необходимо учитывать именно малый диапазон ДАД, чтобы исключить неверное определение категории.

Суть осциллометрического метода измерения артериального давления заключается в регистрации и анализе пульсаций давления в манжете, сжимающей артерию, в периоды компрессии и декомпрессии воз-

духа в этой манжете. Для обеспечения получения данных об изменениях давления применяют датчик с соответствующими динамическими характеристиками. На рисунке 1 приведено осциллометрическое определение артериального давления. При плавном уменьшении давления в манжете необходимо регистрировать амплитуду колебаний давления в ней. Далее определяется среднее

динамическое давление АДср.дин, которое будет соответствовать тому давлению в манжете, при котором амплитуда (размах) колебаний будет иметь максимальную величину (среднее давление по Марлею). По резкому изменению амплитуд пульсаций в манжете можно определить моменты, когда давление в ней станет меньше диастолического и больше систолического [1, с. 8].

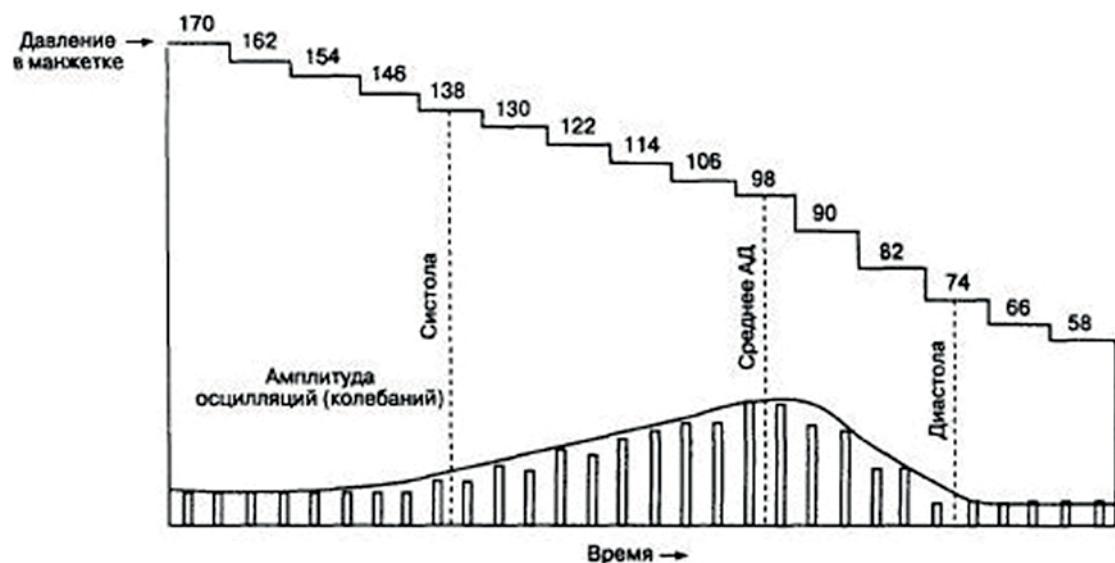


Рис. 1. Осциллометрическое определение артериального давления

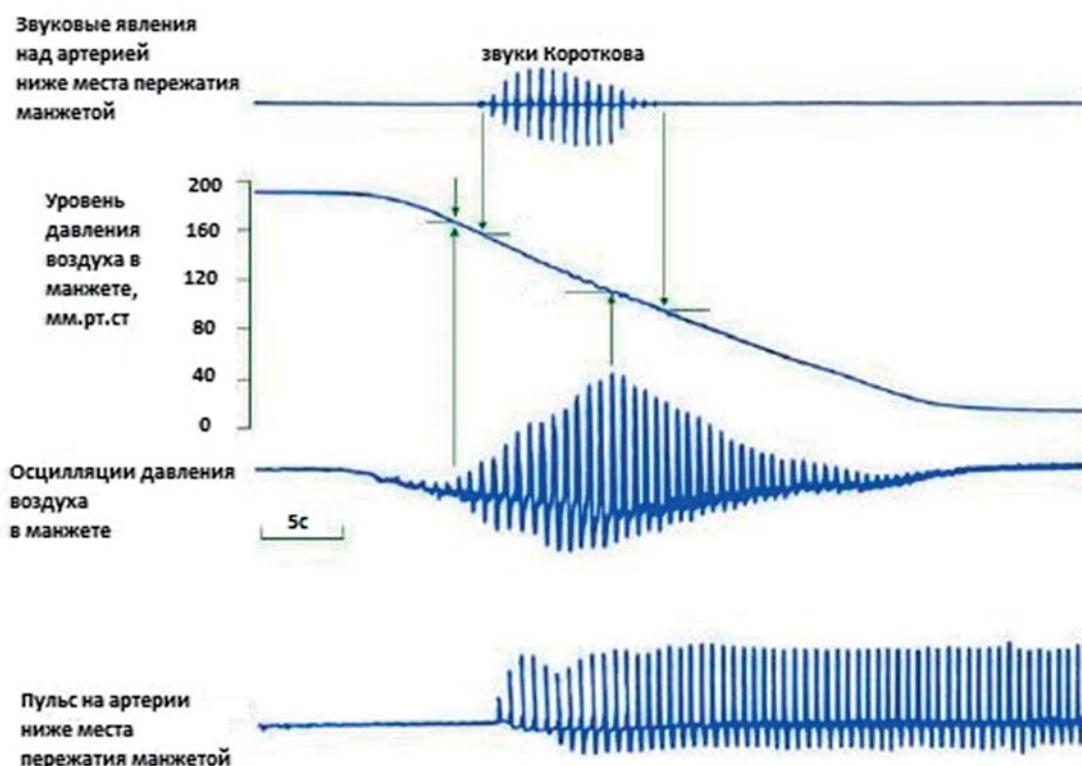


Рис. 2. Осциллограммы импульсов с датчика давления и микрофона (датчика Короткова)

При этом важно правильно определить скорость стравливания воздуха из манжеты, т.к. при медленном стравливании процесс измерения увеличивается во времени и начнет доставлять дискомфорт пациенту. Слишком быстрое стравливание не позволит провести корректные измерения.

В соответствии с технологией метода, сначала строится огибающая импульсов, после определяется максимум огибающей А<sub>max</sub>, затем находятся характерные точки А<sub>1</sub> и А<sub>2</sub>, которые соответствуют фазам начала А<sub>2</sub> и конца А<sub>1</sub> звуковых явлений при регистрации АД по методу Короткова (рисунок 2).

Экспериментально установлено, что амплитуда «колокола» в точке А<sub>1</sub>, равная 1/2 А<sub>max</sub>, соответствует уровню диастолического давления, а амплитуда «колокола» в точке А<sub>2</sub> равная 2/3 А<sub>max</sub>, определяет уровень систолического давления.

Так, для определения АД строится график зависимости амплитуд «осциллометрического пульса» от давления в манжете, который именуется «колоколом», или осциллометрической кривой (рисунок 3). По оси абсцисс откладывается давление в манжете (слева направо от большего к меньшему), по оси ординат – соответствующие значе-

ния амплитуд пульсаций. Форма графика, несмотря на отличие от пациента к пациенту, и даже, у одного пациента в течение небольшого отрезка времени, является довольно точным индикатором уровней АД. При условии проведения корректных измерений, «колокол» имеет единственный, ярко выраженный максимум. Среднее гемодинамическое давление определяется как такое давление, при котором зарегистрирована максимальная амплитуда (А<sub>max</sub>) осциллометрического пульса (положения максимума «колокола»). Далее, на основе полученного значения среднего гемодинамического АД, с использованием специальных алгоритмов анализа, вычисляется САД по левой части графика, и ДАД по правой его части. Графически процесс определения изображен на рисунке 3 [1, с. 9-10].

Иногда выделяют отдельно тахоосциллометрический метод, который основан на тех же принципах, что и осциллометрический, но отличается тем, что регистрируют не пульсовые колебания объема сосуда, подвергающегося компрессии и декомпрессии, а скорость изменения этого объема. При интерпретации кривой рассматривают не амплитуды колебаний, а «западание» в нижнем участке тахоосциллограммы (рисунок 4).

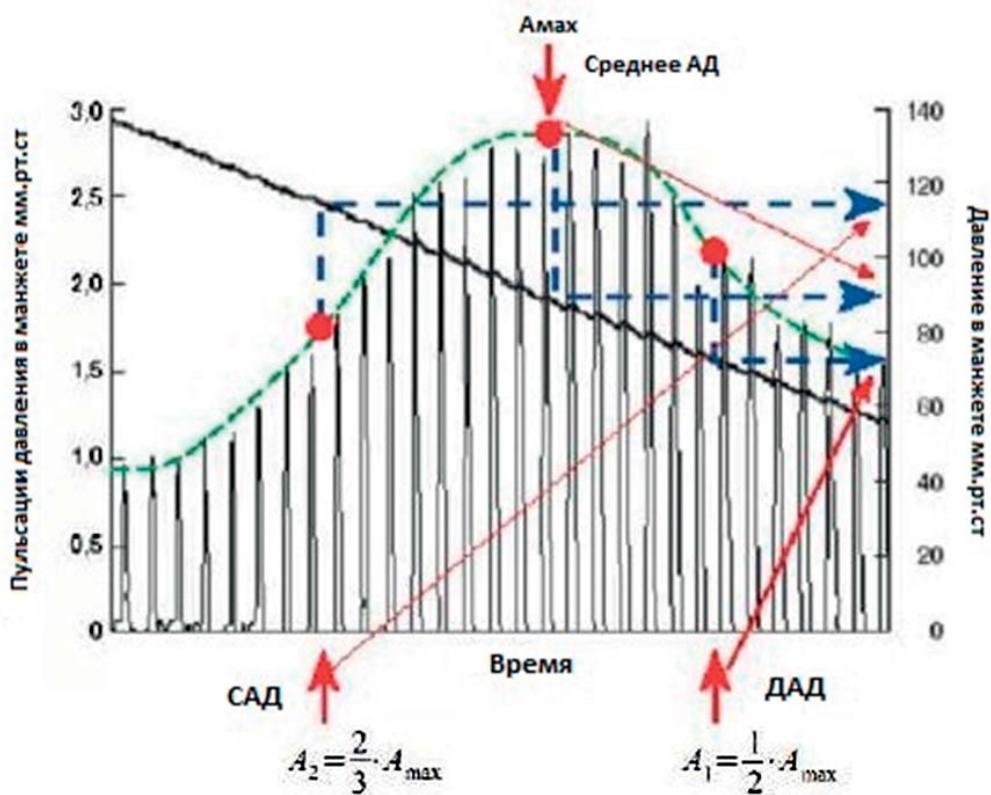


Рис. 3. Определение по осциллограмме импульсов среднего гемодинамического АД, систолического АД (A<sub>2</sub>) и диастолического АД (A<sub>1</sub>)

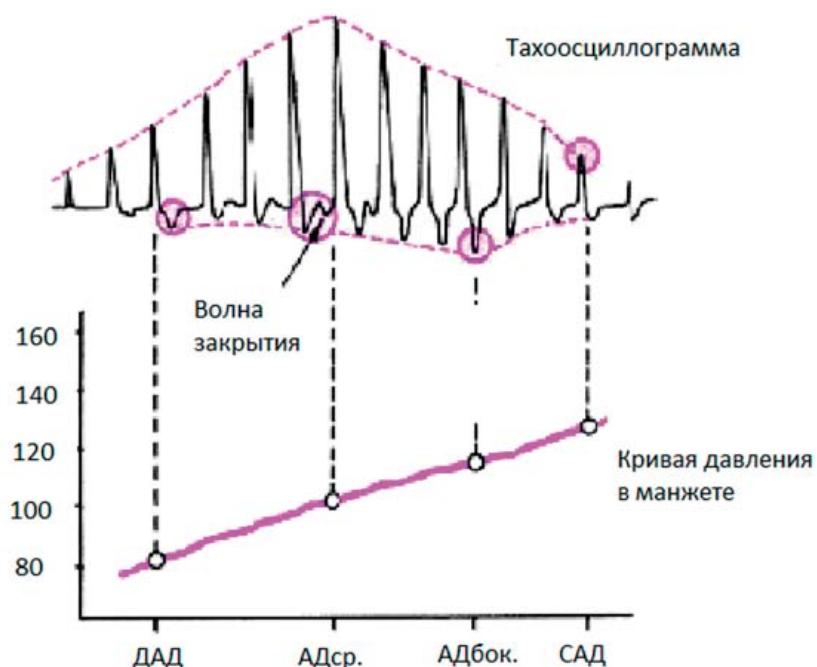


Рис. 4. Тахоосцилограмма и кривая изменения давления в манжете

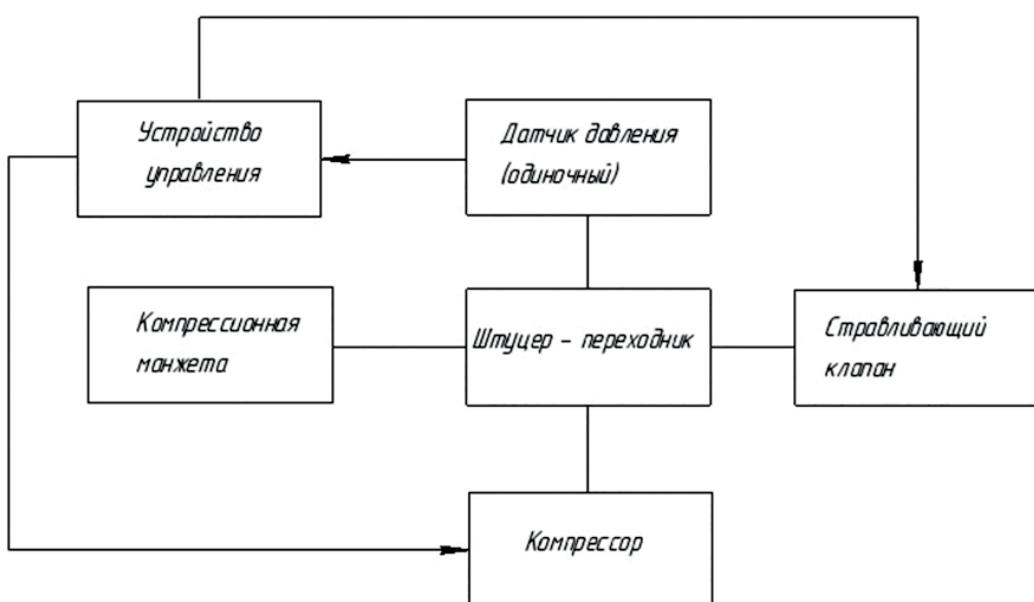


Рис. 5. Структурная схема устройства реализации принципа измерения артериального давления осциллометрическим методом с применением одного датчика давления и одиночной компрессионной манжеты

Появление «запаздания» соответствует ДАД. Утолщение перед восходящей частью – «волна закрытия» – указывает на среднее АД (АДср.дин). Боковое давление (АДбок.) определяется по уровню наибольшего «запаздания». Наконец, исчезновение пульсаций указывает на достижение САД [1, с. 12].

#### Результаты исследования и их обсуждение

Для реализации принципа измерения артериального давления осциллометрическим методом с применением одного датчика давления и одиночной компрессионной манжеты разработана следующая структурная схема, приведенная на рисунке 5.

В первый момент времени устройство управления после прохождения инициализации включает компрессор, который соединен трубкой с штуцером – переходником, и к нему же подсоединенна однокамерная компрессионная манжета (с одной трубкой). Воздух в манжете перед измерением быстро нагнетается до величины, превышающей САД на 20-30 мм.рт.ст. (по истечению пульса), после чего устройство управления отключает компрессор и подключает стравливающий клапан, который также подсоединен к штуцеру – переходнику. Скорость стравливания составляет 1-5 мм.рт.ст. в секунду. Поскольку измерения АД могут достигать значений 180-200 мм.рт.ст. и даже более, необходимо иметь запас создаваемого давления в пневмосистеме (достаточно до 300 мм.рт.ст.). Уровень давления в манжете непрерывно измеряется одиночным датчиком давления, информации с которого поступает в устройство управления. Датчик имеет один вывод для подключения к штуцеру – переходнику, и как следствие, к общей пневмосистеме. Максимальный уровень измеряемого давления датчика должен равным или больше, чем у компрессионной манжеты. По окончании измерения САД и ДАД стравливающий клапан открывается полностью устройством управления и спускает воздух из манжеты. Отличительной особенностью реализации такого метода измерения является то, что используется датчик с одной трубкой, измеряющий давление в пневмосистеме. Это экономит место и удешевляет изделие, по сравнению с устройством, где применяются датчики с двумя портами, или где процесс измерения происходит путем сравнения и пересчета измеренного значения давления с эталонным. Также, использование компрессионной манжеты с одной трубкой, экономит место и удешевляет изделие, и, является более удобной, по сравнению с манжетой с двухкамерной манжетой с двумя трубками. В настоящее время изготавливаются датчики давления с цифровыми и аналоговыми выходными сигналами. В свою очередь, аналоговые выходные сигналы могут быть усиленные и не усиленные.

## Заключение

На сегодняшний день существует много приборов, предназначенных для измерения артериального давления, как в медицинских учреждениях, так и для домашнего использования, но проблема точности автоматических измерений до сих пор актуальна. Для повышения качества и достоверности измерений необходимы схемотехнические решения и сложные программные алгоритмы обработки данных, чтобы осциллометрический способ был реализован в полной мере. При реализации метода необходимо учитывать статистические данные пациентов разных возрастных групп, а также, обеспечить правильность измерений, даже при некорректных условиях. Достоинством метода является возможность исполнения в портативных устройствах, при использовании которых, не требуются специальные знания и нет необходимости в проведении измерений врачом.

## Список литературы

1. Принципы и средства измерения артериального давления. НПО учебной техники «Туланаучприбор». Методическое руководство по выполнению лабораторной работы. Тула, 2021. 48 с.
2. Иванов С.Ю., Лившиц Н.И. Точность измерения артериального давления по тонам Короткова в сравнении с осциллометрическим методом // Вестник аритмологии. 2005. № 40. С. 55-58.
3. Волкова Н.А. Алгоритм диагностики состояния сердечно-сосудистой системы по результатам многократных измерений артериального давления и пульса // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2015. № 1 (33). С. 43–49.
4. Чазова И.Е., Чихладзе Н.М., Блинова Н.В., Белая Ж.Е., Данилов Н.М., Елфимова Е.М., Литвин А.Ю., Рожинская Л.Я., Свириденко Н.Ю., Швецов М.Ю., Азизов В.А., Григоренко Е.А., Митковская Н.П., Мустафаев И.И., Полупанов А.Г., Сарыбаев А.Ш., Хамидуллаева Г.А. Евразийские клинические рекомендации по диагностике и лечению вторичных (симптоматических) форм артериальной гипертонии // Евразийский кардиологический журнал. 2023. № 1. С. 6-65. DOI: 10.38109/2225-1685-2023-1-6-65.
5. Артериальная гипертензия у взрослых. Клинические рекомендации. 2020. URL:[https://cardioweb.ru/files/Klinicheskie\\_rekomendacii/klinicheskie\\_rekomendacii\\_2020.pdf](https://cardioweb.ru/files/Klinicheskie_rekomendacii/klinicheskie_rekomendacii_2020.pdf) (дата обращения: 15.01.2024).
6. Евдаков В.А., Захарченко О.О., Терентьева Д.С. Выявление и контроль артериальной гипертонии – ключ к снижению смертности от болезней системы кровообращения // Социальные аспекты здоровых населения. 2021. № 67(5). URL: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/1307/30/lang.ru/>. (дата обращения: 20.02.2024). DOI: 10.21045/2071-5021-2021-67-5-9.

## СТАТЬЯ

УДК 338.47

## АНАЛИЗ И РАЗВИТИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ УСЛУГ В СФЕРЕ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Яковцева Е.Г., Аршба Л.Н.

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения», Новосибирск,  
e-mail: elenaaplaeva@yandex.ru, arshba@stu.ru*

**Аннотация.** Для современной бизнес-среды характерна высокая степень транспортных логистических операций, способствующих развитию предприятий и достижению экономических целей. Существенную роль в реализации логистического потенциала страны выполняют транспортные предприятия, работающие на основе железнодорожных путей. В частности, АО «РЖД» выполняет роль ключевого поставщика транспортных железнодорожных услуг по грузоперевозкам. Однако спрос на услуги грузоперевозок может снижаться, либо предприятие может формировать упущенную выгоду в результате недостаточного объема сервисных услуг, что определяется перечнем дополнительных услуг, которые напрямую влияют на реализацию базовых услуг. Предлагая дополнительные услуги, предприятие может улучшить свою конкурентоспособность и заинтересовать больше клиентов, что поможет сохранить или увеличить объем грузоперевозок. Основным методом сбора информации в работе послужил опрос в форме анкетирования методом Дельфи. В результате проведенного опроса были выявлены факторы, ограничивающие и стимулирующие реализацию базовых услуг регионального центра фирменного транспортного обслуживания. Выявлен ряд проблемных вопросов, препятствующих наиболее полной реализации базовых услуг центра. В качестве инструмента повышения эффективности реализации его базовых услуг предложены меры по вводу новых дополнительных услуг.

**Ключевые слова:** дополнительные услуги, базовые услуги, грузоперевозки, долгосрочное сотрудничество, сервис перевозок грузов, транспортные услуги, грузоотправитель

## ANALYSIS AND DEVELOPMENT OF ADDITIONAL SERVICES IN THE FIELD OF CARGO TRANSPORTATION BY RAILWAY TRANSPORT

Yakovtseva E.G., Arshba L.N.

*Siberian State University of Communications, Novosibirsk,  
e-mail: elenaaplaeva@yandex.ru, arshba@stu.ru Siberian*

**Annotation.** The modern business environment is characterized by a high degree of transportation logistics operations that contribute to the development of enterprises and the achievement of economic goals. A significant role in the realization of the country's logistics potential is played by transportation enterprises operating on the basis of railroads. In particular, JSC "Russian Railways" performs the role of a key supplier of transportation railway freight services. However, the demand for freight transportation services may decrease, or the enterprise may form a lost profit as a result of insufficient volume of services, which is determined by the list of additional services that directly affect the realization of basic services. By offering additional services, the enterprise can improve its competitiveness and interest more customers, which will help to maintain or increase the volume of cargo transportation. The main method of collecting information in the work was a survey in the form of questionnaire Delphi method. As a result of the survey, the factors that limit and stimulate the implementation of basic services of the regional center of firm transport service were identified. A number of problematic issues preventing the most complete implementation of the basic services of the center were identified. Measures to introduce new additional services were proposed as a tool to improve the efficiency of its basic services realization.

**Keywords:** additional services, basic services, cargo transportation, long-term cooperation, cargo transportation service, transportation services, shipper

В условиях быстрого развития технологий и роста конкуренции на рынке логистики, удовлетворение потребностей клиентов становится ключевым фактором успешной деятельности грузоперевозчиков. Удовлетворенность потребностей грузоотправителей имеет прямое отражение на репутации грузоперевозчиков и их успешности на рынке. Компании, способные предложить эффективные и инновационные решения для удовлетворения потребностей клиентов, имеют преимущество перед конкурентами. Поэтому вопросы анализа и формирования направлений развития дополнительных

услуг регионального центра фирменного транспортного обслуживания ОАО «РЖД» являются актуальными для удовлетворения потребностей грузоотправителей в современных условиях.

Одним из крупнейших грузоперевозчиков Свердловской области является Свердловский центр фирменного транспортного обслуживания (ТЦФТО), которое реализует услуги грузоперевозок по пяти субъектам Российской Федерации: Пермскому краю, Свердловской области, Тюменской области, Ханты-Мансийскому автономному округу и Ямало-Ненецкому автономному округу.

Для Свердловской области характерна система транспорта с развитой инфраструктурой, которая способна удовлетворять не только потребности области в грузоперевозках, но и обеспечивать удовлетворение спроса на сопредельных территориях. Свердловская область является одним из крупных транспортных узлов, который по показателю плотности транспортной сети превосходит аналогичный средний показатель по стране. В частности, этому способствует то, что она занимает преимущественное геополитическое положение, а именно имеет срединное расположение по отношению к европейским и азиатским частям страны по экономическому и географическому принципу, находится на пересечении грузопотоков трансконтинентального характера, а именно сырья и товаров [1, с.16].

Кроме того, для Свердловской области характерно приграничное расположение по отношению к Казахстану и республикам Средней Азии, что также способствует формированию грузопотоков. В результате формирования тренда динамики российских экономических интересов к северу и востоку, Свердловская область также приобретает преимущественное положения, так как располагается в центре геополитического пространства, что позволяет области формировать активный грузопотоки и развивать комплекс дополнительных услуг грузоперевозки.

Структура основных грузов, которые формируются на территории Свердловской области, приведена на рисунке 1.

Структура грузов в регионе в 2022-2023 гг. представлена, в первую очередь, грузоперевозками строительных материалов, удельный вес которых составил в 2022 г. 25% и увеличился в 2023 г. до 26%. На втором месте по удельному весу грузоперевозок стоят руда и металлы, удельный вес которых составил соответственно в 2022 г. 16% и 15%. В 2023 г. удельный вес данных грузов увеличился до 17%, что обусловлено ростом абсолютной суммы перевозок данной.

ТЦФТО предоставляет следующие виды основных и дополнительных услуг:

- реализует полный цикл обслуживания грузоперевозок железнодорожного транспортом;
- представляет решение транспортного и логистического характера при организации доставки грузов;
- предоставляет систему документооборота при грузоперевозках;
- реализует услуги по взаимодействию между участниками рынка транспортных услуг;
- предоставляет спектр работ по укреплению грузов, а также их целесообразному размещению;
- предоставляет услуги по формированию финансовых расчётов;
- конкурирует по таможенному регулированию;
- реализует спектр прочих дополнительных услуг в соответствии с потребностями клиентов [3, с. 445].

Структура грузоперевозок ТЦФТО за 2022-2023 гг. приведена на рисунке 2.

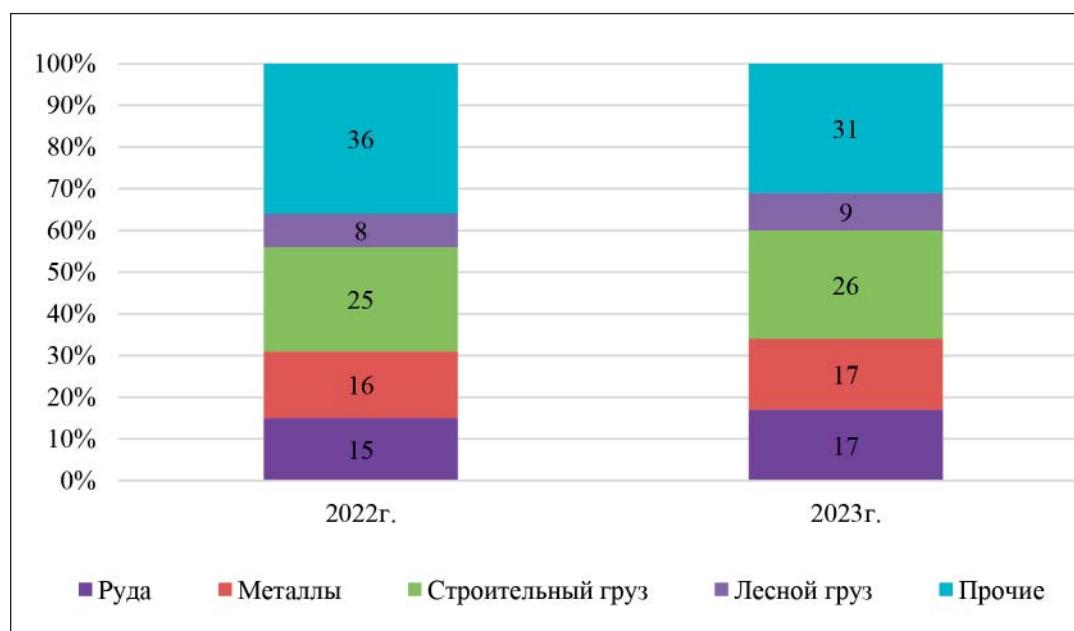


Рис. 1. Структура грузов на территории Свердловской области за 2022-2023 гг., % [2]

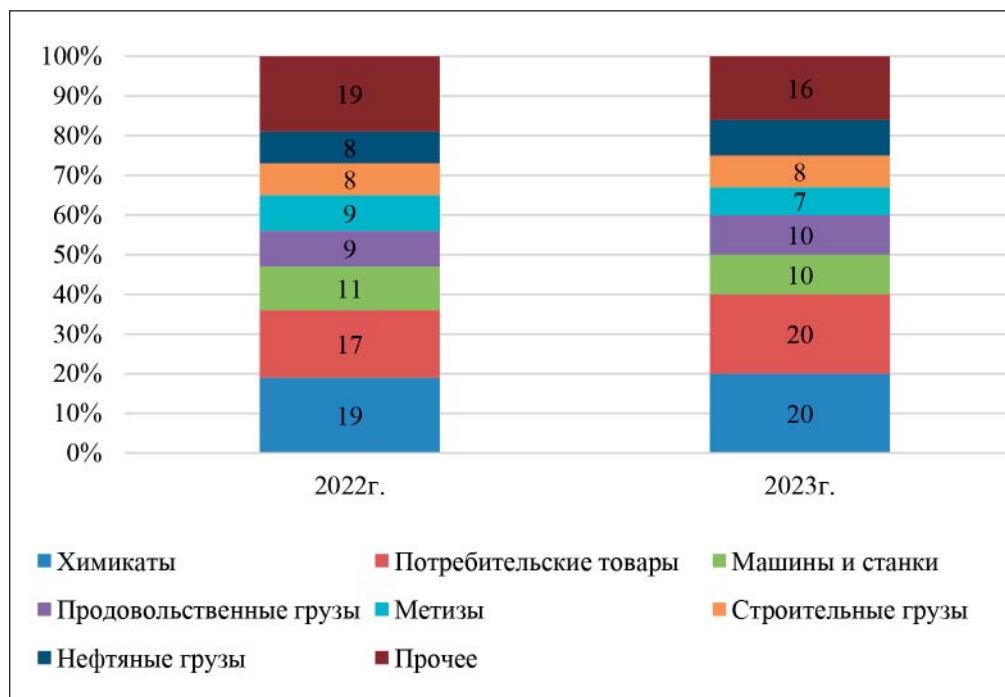


Рис. 2. Структура грузоперевозок ТЦФТО за 2022-2023 гг.

Таблица 1

Перечень грузов предприятий-грузоотправителей, использующих долгосрочное сотрудничество с ТЦФТО по данным 2023 г.

Отрасль грузоотправителя	Наименование грузов
Химикаты	Производство прочих резиновых изделий, производство хромовых соединений технической и реактивной квалификаций, производство красок, лаков и аналогичных материалов для нанесения покрытий, полиграфических красок и мастик, производство фармацевтических субстанций, производство лекарственных препаратов и материалов, применяемых в медицинских целях и ветеринарии
Потребительские товары	Производство верхней одежды из текстильных материалов, производство спецодежды, производство нательного белья, производство фотоштор и фототюли, производства инструмента
Машины и станки	Производство машин и оборудования для добычи полезных ископаемых и строительства, торговля оптовая прочими машинами, приборами, аппаратурой и оборудованием общепромышленного и специального назначения
Продовольственные грузы	Производство пива, производство хлеба и мучных кондитерских изделий, торты и пирожных недлиттельного хранения, производство какао, шоколада, производство колбасных изделий

Структура грузоперевозок центра в 2022-2023 гг. показала, что наиболее часто в перевозке участвует такой груз как химикаты, удельный вес которых занимает в 2022 г. 19% и увеличивается в 2023 г. до 20%. На втором месте стоят потребительские товары, удельный вес которых составил 2022 г. 17% и увеличился до 20% 2023 г. Перевозка потребительских товаров является стратегическим сегментом грузоперевозок, так как имеет потенциал

развития, основанный на контейнерных перевозках. Грузоотправители данного сегмента – торговые предприятия используют сервисные услуги в основном дополнительного характера, которые упрощают для них процедуру отправки товаров. Грузоотправителям химикатов также важны дополнительные услуги, так как данный груз является специфическим и требует дополнительного участия организаторов грузоперевозки [4, с. 35].

Услугами по грузоперевозкам в регионе пользуются более 2500 грузоотправителей. Крупнейшими грузоотправителями из них являются более 130 предприятий, которые формируют 90% оборота. Перечень грузов предприятий-грузоотправителей, использующих долгосрочное сотрудничество на основе договора, представлены в таблице 1.

С целью изучения потребительского спроса на услуги, предоставляемые Свердловским ТЦФТО, был проведен опрос представителей предприятий-грузоотправителей, использующих долгосрочное сотрудничество на основе договора по данным 2023г. Анкета состояла из 8 вопросов закрытого типа. Всего было опрошено 96 представителей предприятий-грузоотправителей.

Для анализа данных удовлетворённости услугами предприятий-грузоотправителей, в первую очередь, руководителю организации предлагалось назвать услуги, стимулирующие на долгосрочное сотрудничество. Предприятия-грузоотправители, использующие долгосрочное сотрудничество на основе договора, были едины во мнении о том, что ключевыми услугами при организации базовой услуги являются:

- транспортно-экспедиционная услуга (услуга по разработке схемы по внесению

изменений в местные Технические условия, по проведению комиссионного обследования железнодорожного хозяйства заявителя по выдаче грузополучателю таможенных грузов в соответствии с декларацией;

- выдача расчетно-финансовых документов за текущий период (справка о расчетах, приложение к акту сверки расчетов, перечень первичных документов, акт оказанных услуг, счет-фактура, счет на оплату);

- хранение грузов в вагонах общего парка, собственных и арендованных вагонах в зонах таможенного контроля, расположенных в местах общего пользования железнодорожных станций и на железнодорожных путях общего пользования [5, с. 610].

Кроме данных услуг, предприятия-грузоотправители отметили еще ряд услуг, оказывающих существенное влияние на долгосрочное сотрудничество (рисунок 3).

Наибольшую ценность для потребителей услуг центра имеют такие услуги как проверка веса и состояния груза по просьбе грузополучателя (удельный вес респондентов, отметивших ее как наиболее важную, составил 22%) и передача информации по электронной почте (удельный вес респондентов, отметивших ее как наиболее важную, составил 18%).



Рис. 3. Дополнительные услуги, оказывающие существенное влияние на долгосрочное сотрудничество, %



Рис. 4. Факторы, сдерживающие развитие транспортных услуг центра, %

**Таблица 2**

Матрица PEST-анализа макросреды ТЦФТО

Фактор	Наименование фактора	Вероятность	Балл	Взвешенный балл
Политические	Расширение требований по отношению к показателям качества логистики услуг по грузоперевозкам	1	3	3
	Расширение спектра мер наказания при нарушении показателей качества транспортировки	1	3	3
Экономические	Расширение масштаба интернет-торговли на основе маркетплейса	0,5	-2	-1
	Недостаточные показатели удовлетворённости спроса в высококачественных услугах транспортной логистического характера	0,9	-3	-2,7
	Отсутствие влияния на экономическую среду вследствие низкого уровня качества транспортной системы	0,8	-3	-2,4
Социо-культурные	Ценовая конкуренция на рынке услуг грузоперевозок	0,7	-1	-0,7
	Расширение спектра услуг для повышения её распространённости	0,7	-1	-0,7
Технологические	Повышение показателей модернизации инфраструктуры транспортного хозяйства	1	3	3
	Недостаток возможностей для взаимного обмена опытом ведения грузоперевозок	1	3	3

Внеплановое составление и выдача акта сверки расчетов за месяц важно для 16% респондентов. Заполнение накладной за грузоотправителя и обеспечение грузоотправителей запорно-пломбировочными устройствами, закрутками занимает четвёртое место по важности востребования данных услуг. Кроме указанных услуг в дополнительные услуги, оказывающие существенное влияние

на долгосрочное сотрудничество на основе договора, включены копировальные услуги при сканировании схем грузов на железнодорожном подвижном составе, информирование грузоотправителя по их запросу о движении денежных средств на лицевом счете и обеспечение грузоотправителей бланками перевозочных документов взамен испорченных по вине грузоотправителя [6, с. 68].

Также были выявлены факторы, сдерживающие развитие транспортных услуг центра (рис. 4).

В первую очередь заказчики услуг отметили отсутствие возможности перевозки всех грузов, заявленных грузоотправителем, по причине того, что ТЦФТО не практикует рассмотрение возможности перевозки грузов железнодорожным транспортом и не оказывает помочь по подготовке груза к перевозке при оказании услуги в центральном отделе рабочего снабжения и на станции. Данный фактор отметили 31% респондентов. На втором месте стоит фактор отсутствия возможности непосредственного руководства погрузочными работами по причине того, что просьбы грузоотправителя в данном контексте не учитывают в силу отсутствия подобной дополнительной услуги. Последнее место занял фактор невозможности внесения коррекций (разрешений), не предусмотренных правилами перевозок грузов.

Для оценки влияния макросреды была составлена матрица PEST-анализа и ранжирована вероятность наступления событий (таблица 2).

В результате анализа можно сделать вывод о том, что для центра имеют положительные влияние экономические факторы, в частности развитие интернет-торговли, что окажет влияние на рост услуг по перевозке. Социокультурные факторы также оказывают положительное влияние, так как увеличивается количество потребителей транспортно-логистических услуг, что приводит к снижению стоимости.

Для минимизации влияния негативных факторов на процесс развития дополнительных услуг при организации базовой услуги по грузоперевозке предлагается:

1. Рассмотрение возможности перевозки грузов железнодорожным транспортом и оказание помощи по подготовке груза к перевозке при оказании услуги на станциях.

2. Осуществление непосредственного руководства погрузочными работами на месте общего пользования по просьбе грузоотправителя (дорожный центр стандартизации и метрологии).

3. Передача разрешения на выполнение действий, связанных с перевозкой грузов.

При запросе грузоотправителя, грузополучателя имеется возможность принять решение о выдаче разрешения в случаях, когда такие ситуации не регулируются правилами перевозки грузов. Например, это может быть изменение условий транспортировки, внесение изменений в подтверждения оплаты или прочие особые требования по просьбе грузоотправителя, грузополучателя в случаях, не предусмотренных правилами перевозок грузов (в том числе внесение изменений в телеграммы, подтверждающие оплату перевозок).

На сегодняшний день в условиях развития экономической среды и повышения степени конкуренции на рынке грузоперевозок на основе железнодорожного транспорта расширение спектра дополнительных услуг является инструментом по увеличению сбыта базовых услуг. Непрерывный процесс оценки удовлетворённости заказчиков процессом грузоперевозок, а также повышение коэффициентов индивидуализации сервиса позволит адаптировать имеющиеся ресурсы под потребности клиентов и реализовывать процесс грузоперевозок с учётом их удовлетворённости качественными показателями спроса.

#### Список литературы

1. Крылов П.М. Проблемы и перспективы территориального планирования внегородского транспорта в России // Московский экономический журнал. 2019. № 11. DOI: 10.24411/2413-046X-2019-10181.
2. Официальный сайт АО «РЖД» [Электронный ресурс]. URL: [http://rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=628&](http://rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=628&) (дата обращения: 20.01.2024).
3. Изотов О.А., Кириченко А.В., Кузнецов А.Л. Технологические решения для организации отправок сборных грузов посредством контейнерных транспортно-технологических систем // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. 2019. Т. 1, № 4. С. 609-620.
4. Козлова И.Н., Перминова А.А. Конкурентоспособность и влияющие на нее факторы на рынке железнодорожных перевозок контейнеропригодных грузов // Вестник ГУУ. 2015. № 11. С. 67-69.
5. Инкина С.А., Бадараева Р.В. Железнодорожные грузоперевозки: преимущества и недостатки // Вестник магистратуры. 2019. № 10-1 (97). С. 34-37.
6. Сидоренко А.М. Инфраструктурные ограничения развития транспортно-логистической системы Свердловской области // Russian Journal of Management. 2017. Т. 5, № 3. С. 444-449.