

ARTICLES

Biological sciences

ANTHROPOGENIC SOIL POLLUTION WITH LEAD

Zenkina V.G., Solodkova O.A., Agibalova A.A., Zenkin I.S. 3

ASSESSMENT OF DROUGHT AND SALINITY STRESSES ON CONCENTRATION OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS AND NON-ENZYMIC ANTIOXIDANTS OF BARLEY (*HORDEUM L.*) GENOTYPES

*Majidova G.S., Garaybayova N.A., Shafizadeh S.I., Abdullayeva L.S.,
Rahimova O.H., Abisheva Kh.Sh., Hasanova S.G.* 8

Economical sciences

ECONOMETRIC FORECAST OF THE SHARE PRICE ON THE EXAMPLE OF PJSC "OIL COMPANY "ROSNEFT"

Kryukova I.V., Yashchenko N.A. 12

Medical sciences

STUDY OF THE INFLUENCE OF DIFFERENT FACTORS ON TUMOR GROWTH ON A MODEL OF TRANSPLANTED EHRLICH'S MAMMARY GLAND ADENOCARCINOMA

Savluchinskaya L.A., Ryzhova N.I., Deryagina V.P., Krivosheeva L.V., Khitrovo I.A. 22

Pedagogical sciences

PATRIOTIC EDUCATION OF CHILDREN OF SENIOR PRESCHOOL AGE THROUGH PROJECT ACTIVITIES

Okhlopkova O.S., Nikolaeva L.V. 30

THE INFLUENCE OF THE MEASUREMENT ERROR OF THE STUDENT'S KNOWLEDGE ASSESSMENT ON MODELING THE DISTRIBUTION FUNCTION IDENTIFYING HIM IN THE PROCESS OF ASSIMILATING KNOWLEDGE

Romanov V.P., Shiryayeva N.A. 36

Technical sciences

INVESTIGATION OF CHARACTERISTICS OF FRACTAL WIRE ANTENNAS MADE IN THE FORM OF KOCH CURVE

Ilichev V.Y. 41

МАТЕРИАЛЫ XIII МЕЖДУНАРОДНОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ 2021»

Биологические науки

ДЕРМАТОМИКОЗЫ: ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ И ТЕРАПИИ

Якшибаева Л.А., Князева О.А. 47

Медицинские науки

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБ ЭТИОЛОГИИ, ПАТОГЕНЕЗЕ, ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ДИАГНОСТИКИ, ЛЕЧЕНИЯ И ПРОФИЛАКТИКИ РАКА ШЕЙКИ МАТКИ

Аристова А.С., Гуляева И.Л. 52

КОЭФФИЦИЕНТ ВЫНОСЛИВОСТИ КАК ПРОГНОСТИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ УРОВНЯ
СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ И АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ
СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА

Леонов С.А., Сорокина В.В., Мокашева Ек.Н., Мокашева Евг.Н. 58

МЕХАНИЗМЫ ГИПОКСИИ ПРИ SARS-COV-2 ИНФЕКЦИИ

Рева Г.В., Лоншаков К.А., Коробкин А.И., Горбаренко Р.С. 63

Технические науки

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ ВЕЛОСИПЕДНОЙ ЭСТАКАДЫ

Зега А.Н., Григорьева Т.Ю. 67

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АГРОПОЖАРНОГО ДИРИЖАБЛЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ
ЗАДАЧ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ

Катин О.И., Белозеров В.В. 72

КРЫШНОЕ ОЗЕЛЕНЕНИЕ КАК ПУТЬ ОЗДОРОВЛЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Литвинова А.И., Федотовский О.Е., Виноградов Р.А., Евстигнеева Н.А. 77

ОБ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ SMART-ТЕПЛИЦЫ НА СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ

Обухов П.С., Демченко В.В. 83

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВЕЛОПАРКОВОЧНОГО
ПРОСТРАНСТВА ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

Савина В.С., Шелмаков С.В. 88

АНАЛИЗ И ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ РЕШЕНИЙ В СФЕРЕ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ
И МОНИТОРИНГА ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Шерстобитов Я.Е., Воробьев В.В., Лукьянов А.Д. 97

Экономические науки

СИСТЕМНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКИХ НЕУСТОЙЧИВЫХ СОСТОЯНИЙ
В ИНДУСТРИИ ГОСТЕПРИИМСТВА

Гречко М.В., Власова В.С. 102

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБОРОТНЫМ КАПИТАЛОМ
ТРАНСПОРТНОГО ХОЛДИНГА

Романова Е.В., Галтер В.В. 109

ПЛАТЕЖНЫЙ БАЛАНС КАК ОДИН ИЗ ИНСТРУМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ ДЕНЕЖНЫМИ
СРЕДСТВАМИ В ФИЛИАЛЕ ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ

Цепенко Е.А., Лунина Т.А. 113

ARTICLES

ANTHROPOGENIC SOIL POLLUTION WITH LEAD

¹Zenkina V.G., ¹Solodkova O.A., ¹Agibalova A.A., ²Zenkin I.S.¹*Pacific State Medical University, Vladivostok, e-mail: zena-74@mail.ru;*²*Far Eastern Federal University, Vladivostok*

The intensity and scale of anthropogenic and geochemical pollution of nature is constantly growing. Heavy metals occupy a special place among pollutants, as they actively participate in biological processes, being part of many enzymes and proteins. Soils are not the final stage of the influx of heavy metals, but the link in the chain of their migration, where they can stay for a long time, interacting with its components and leaving the consequences of this interaction, which often lead to a decrease in the productivity of terrestrial ecosystems and pose a real danger to humans. Determined the content of lead cations in soil samples on the territory of the Medical University of Vladivostok and the possibility of recovery. To determine the content of lead ions in the samples, the method of thin layer chromatography and flame atomic absorption analysis was used. The analysis of the quantitative determination of lead showed a significant excess of the norms by 6-60 times in soil samples taken at different parts of the university buildings, near and far from transport routes. The optimal and affordable method of soil recovery from lead contamination is the phytoremediation method, planting a dense "green curtain" near the roadway. Due to the discovery of plants that hyperaccumulate heavy metals, phytoremediation is an effective and cost-effective method of cleaning the environment.

Keywords: soil pollution, heavy metals, lead dust, environmental monitoring, phytoremediation

The intensity and scale of anthropogenic and geochemical pollution of nature is constantly growing. Heavy metals (HM) occupy a special place among pollutants, as they actively participate in biological processes, being a part of many enzymes and proteins. Most of them are necessary for living organisms, however, as a result of intense atmospheric dispersion in the biosphere and significant concentration in the soil, many of the metals become toxic to biological objects [1, 2].

Soil is a non-renewable resource, i.e. in case of loss or degradation, it cannot be restored in a period comparable to the duration of a human life. Soil conditions affect the food we eat, the water we drink, the air we breathe, our health and the health of all life on Earth. Without healthy soils, we cannot grow food. Indeed, it is estimated that 95% of what we eat is directly or indirectly produced on the soil. Healthy soils are key to food security and our sustainable future. They help sustain food production, contribute to climate change mitigation and adaptation, they help filter water, increase resilience to floods and droughts, and much, much more. But there is an invisible threat that jeopardizes the soil and everything that they can give [2].

The use of hydrocarbon products as fuel for power plants, transport, heating enterprises and residential buildings has led to chemical contamination of the biosphere, such substances as: carbon monoxide, hydrocarbon products, lead compounds, asbestos dust, mercury, cobalt, cadmium and other metals [3, 4]. Soils are, if not the final stage in the influx of HM, then, in any case, the link in the chain of their migration, where they can be for a long time. So, the half-time from the initial concentration is: for zinc –

70-510 years, for cadmium – 13-110 years, for copper – 310-1500 years and for lead – 740-5900 years! In the soil, HM interact with its components and leave the consequences of this interaction, which often lead to a decrease in the productivity of terrestrial ecosystems and pose a real danger to humans [2, 5, 6].

Heavy metals are highly capable of various chemical, physicochemical and biological reactions, are able to accumulate in plants, and enter the body of animals and humans with food [7, 8]. At present, HM pollution is becoming a serious problem all over the world, toxic metals enter the environment both as a result of natural phenomena and as a result of large-scale industrialization. Discharged wastewater containing toxic HM mixes with soil or water and changes its natural composition. These HM have an adverse effect on living things and cause damage to the vital organs of animals and humans, leading to serious diseases: asthenic syndrome, encephalopathy, movement disorders, polyneuritis, damage to analyzers, changes in the blood system, metabolic and endocrine disorders, damage to the gastrointestinal tract, of cardio-vascular system. Moreover, HM pollution prevents the biodegradation of chlorine-organic compounds (another type of environmental pollution), interacting with metabolizing enzymes and suppressing their action. Some studies have shown that HM cannot be completely removed from the environment, but they can be effectively reduced or converted to a less toxic form to reduce their harmful effects on the environment. In recent years, more and more works have been devoted to the transformation of heavy metals through the use of the bioremediation potential of genetically modified microorganisms. In addition, the use

of plants for bioremediation of HM from the environment is also discussed along with their detailed mechanism [9].

Pacific State Medical University (TSMU) in Vladivostok is located near the carriage-way, above and below the road level. Thus, the exhaust gases with HM are deposited in the lower relief part of the soil. There are no industrial enterprises or agricultural land near the educational institution. Consequently, the main source of HM and, in particular, lead, entering the soil is motor vehicles. Some gasoline companies add tetraethyl lead, an antiknock agent, to it, which increases its antiknock properties. When such fuels are burned, lead added to gasoline is released into the atmosphere along with carbon dioxide. Gases formed on the territory of the city spread from it in all directions. Vladivostok is located on the shores of Japan Sea with its numerous picturesque bays and bays, unique flora and fauna. Consequently, such an arrangement leads to direct pollution not only of the soil, but also of the water, since gases full of various metals settle on the ground and on the water surface of the sea [9, 10]. People, realizing the seriousness of the problem, are already beginning to think about replacing fossil fuels with natural ones.

Purpose of the study

Determine the content of lead cations Pb^{2+} in soil samples on the territory of TSMU and the possibility of phytoremediation.

Materials and research methods

Sampling was carried out using an aluminum cylinder, which was immersed in the soil of this image by 10 cm. The study of land samples was carried out from different parts of the territory of TSMU in order to identify lead cations in soil samples: № 1 – near the main building, № 2 – near buildings 3, № 3 – between buildings 5 and 6, № 4 – near building 2.

The soil, which was in the cylinder, was carefully removed and examined without disturbing the location of the soil layers. Then each sample was treated with hot water ($t = 90-100^{\circ}C$) and infused for 10 minutes. The resulting solutions were filtered first from mechanical impurities using calico, and then from the smallest particles using filter paper (blue ribbon) until the complete disappearance of turbidity in the solution. After filtration, the solutions were evaporated in a porcelain dish to a volume of 1 ml. The one stripped off solutions were poured into test tubes and marked with numbers.

To determine the content of lead ions in the samples, we used the method of thin layer chromatography. In this method, the chromatography of substances occurs in a thin layer of sorbent deposited on a solid flat substrate. The separation mainly takes place on the basis of sorption-desorption. In this case, the plate had an aluminum substrate. First, a “start line” is marked on the plate, which is 7 mm from the edge of the plate. Then points are marked on the line where the obtained one stripped off solutions are applied. We got 5 points: at points № 1-4 we applied solutions obtained from samples 1-4, respectively, at point № 5 we applied the “witness” $Pb(NO_3)_2$. Then a system of solvents was prepared: n-butanol, distilled water with the addition of CH_3COOH until $pH = 3$ (C-1). After applying the sample solutions, the plate was placed in a beaker with a system (C-1) for 30 minutes. Then the plate was removed and dried for 10 minutes. Then the plate was treated with a K_2CrO_4 solution.

For the quantitative determination of lead in the samples, flame atomic absorption analysis was used. Soil samples dried in a drying oven ($t = 105^{\circ}C$ for 1.5 hours) were placed in a glass and decomposed in aqua regia [(3V HCl : 1V HNO_3), 40 ml per sample], until the formation of wet salts. Then the contents of the beakers were transferred quantitatively into volumetric flasks with a capacity of 50 ml and made up to the mark with distilled water. The prepared samples were installed in a Shimadzu AA 6601F atomic absorption flame emission spectrophotometer.

Research results and discussion

As a result of the study, it was found that the content of lead in sample № 1 and № 4 is higher than in samples № 2 and № 3, as evidenced by the size of the spot on the plate, with the largest spot in the sample № 4. Therefore, it can be assumed that exhaust gases (one of the main sources of lead), after being thrown by machines into the soil, are not immediately absorbed, but gradually descend (there is a small slope near the university) and then settle to the ground. Since the “sample point” is located at the bottom, there is no “washout” of the contamination. And we are seeing the accumulation of lead cations. This is also evidenced by signs of plant poisoning, such as yellowing of leaves, their rapid death, various mutations. Probably, such an ecological picture unfavorably develops not only on the territory of the university, but also for the city, taking into account its landscape. It is necessary to take measures to eliminate or

reduce the penetration of gases into the territory of the TSMU. The most widely used soil clean-up and remediation method is the excavation and removal of the contaminated layer, which is then processed or removed for storage elsewhere. As a rule, these are expensive methods, accompanied by strong pressure on the environment. Moreover, in many cases, extraction is difficult for financial or technical reasons. Therefore, the priority task is to develop new technologies for removing pollutants from soils.

The analysis of the quantitative determination of lead was carried out in the mode of flame atomic absorption analysis, which resulted in the following data: all soil samples exceed the maximum permissible concentration for lead concentration; in sample № 4 – 60 times, in sample № 3 – 20 times, in sample № 2 – 6 times, in sample № 1 – 25 times. The results of the content of lead in the soil are not very encouraging, therefore, the priority task is to develop new technologies for removing pollutants from soils. Various microorganisms have been used quite successfully for a long time to neutralize toxic organic substances that enter the environment with wastes from chemical enterprises. However, they are not able to remove heavy metals harmful to health from soil and water – for example, cadmium, copper, mercury, selenium, lead, as well as radioactive isotopes of strontium, cesium, uranium and other radionuclides. Another thing is green plants, which extract from the environment and concentrate various elements in their tissues [3, 8, 11]. The plant mass is not difficult to collect and burn, and the resulting ash is either buried or used as a secondary raw material. This method of cleaning the environment was called phytoremediation – from the Greek “fiton” (plant) and the Latin “remedium” (to restore). Phytoremediation became an effective and cost-effective method of cleaning up the environment only after the discovery of heavy metal hyperaccumulator plants capable of accumulating in their leaves up to 5% nickel, zinc or copper in terms of dry weight – that is, dozens of times more than ordinary ones [10, 11, 12]. The biological significance of this phenomenon has not yet been fully disclosed: it can, for example, be assumed that a high content of toxic elements protects plants from pests and makes them more resistant to diseases. Based on this property, you can clean the soil from HM. Birch, manchurian ash, western thuja, juniper, Sakhalin buckwheat, corn, Indian mustard will help cleanse the soil from lead.

With the development of science, people have learned to influence the germination of the crop, its growth, composition; learned to isolate new species of plants and animals with even higher productivity. But behind these advantages are huge disadvantages, indicating the price of all these innovations. The biological relationship between soil and man is carried out by metabolism, since with the harvest, man removes mineral and organic substances from the soil. Thus, the soil provides food for many representatives of flora and fauna. Consequently, the deterioration of soil quality, its contamination with HM, pesticides and other harmful substances can lead to adverse consequences in the biological system: new diseases can arise, existing ones become complicated, various mutations are possible. This is due to the fact that some of the substances introduced into the soil are washed out and enter underground waters, lakes and rivers, from where they directly affect animals, including humans, which negatively affects his health.

To determine the nature of the effect of Pb^{2+} on plants, we studied the growth and development of cress seeds (*Lepidium sativum* L.) sown in soil samples taken on the territory of the educational institution [12, 13]. For the purity of the experiment, a purchase of “clean” soil was made, the content of HM in which corresponds to GOST, in which the seeds were sown. All soil samples were placed in plastic containers labeled with the corresponding sample numbers. For sowing the soil, 125 large watercress seeds were selected and sown, 25 seeds in each container. After planting all 125 seeds, the soil was watered with purified warm water.

The duration of the experiment was 10 days with regular watering (after 2 days), measuring the height of each stem and daily records of plant development (Fig. 1).

In the course of the experiment, the following results were obtained: the plants of samples № 2 and № 3 turned out to be the closest to the norm of their development. The highest germination rate № 3, and the lowest – № 4. At the initial stage of their development, some № 4 and № 1 died or stopped in development (Fig. 2). Based on the results obtained, it can be assumed that Pb^{2+} has a negative effect on plants, reducing germination, slowing down growth and inhibiting development. Therefore, the optimal and affordable method of soil recovery from lead contamination is the phytoremediation method, planting a dense “green curtain” near the roadway.

Germination of seed of *Lepidium sativum* L.

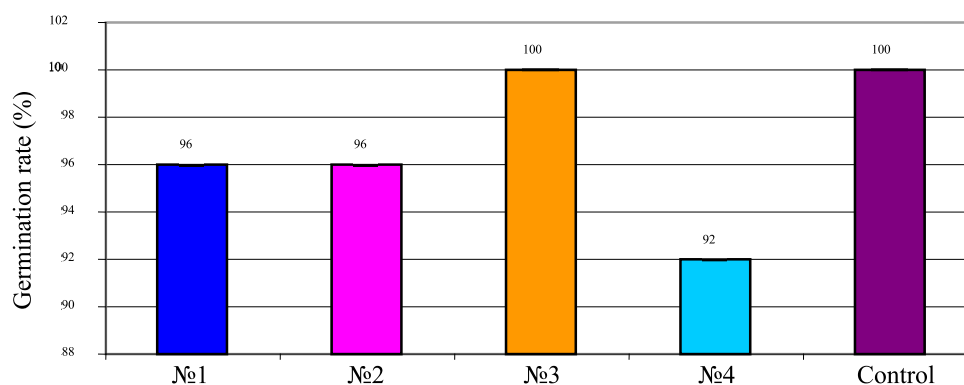


Fig. 1. Germination of watercress seeds in different soil samples

Growth of *Lepidium sativum* L.

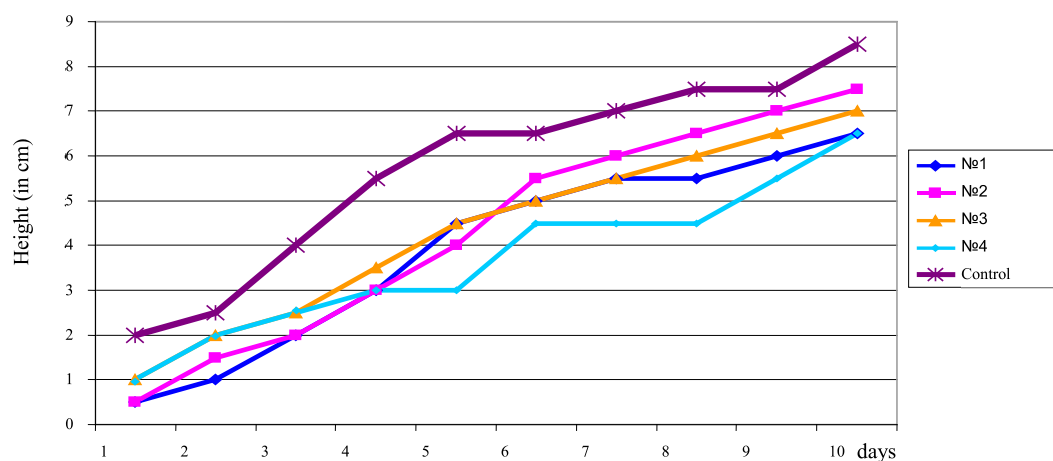


Fig. 2. Growth dynamics of watercress in different soil samples

Conclusion

In the 21st century, world civilization has entered a stage in its development when the problems of survival and preservation of the natural environment, rational use of natural resources have come to the fore. The modern stage of human development has exposed the problems caused by the growth of the Earth's population, the contradictions between the traditional economy and the growing rate of use of natural resources, pollution of the biosphere with industrial waste and the limited capacity of the biosphere to neutralize them. These contradictions hinder the further scientific and technological progress of mankind, become a threat to its existence.

The main problem of a modern city is transport. During the operation of internal

combustion engines, nitrogen oxides, lead, hydrocarbons and other substances are intensively released, which settle on the soil surface or are absorbed by plants. Lead is deposited on plants, penetrates into the soil, where it remains for a long time, since it dissolves slightly. People living in cities near highways with heavy traffic run the risk of accumulating toxic substances in their bodies, which leads to a deterioration in their health.

Self-cleaning of soils is usually a slow process. Toxic substances accumulate, which contributes to a gradual change in the chemical composition of soils, disruption of the unity of the geochemical environment and living organisms. Toxic substances from the soil can get into the organisms of animals and people and cause serious illnesses and deaths.

In our studies, it was possible to identify foci of lead dust pollution and it turned out that the exhaust gases settle at the lowest point near the surface of the earth and “spread” over it. Based on the results of quantitative analysis, we can talk about total soil contamination with lead and other metals. In this regard, it is necessary to reduce as much as possible the level of input of heavy metals into the soil ecosystem and the human body, since this causes not only external changes, but also internal ones. To achieve this goal, we believe that the simplest and most inexpensive method of cleaning soil from HM is the phytoremediation method, which will allow cleaning not only the soil, but also the air, thereby contributing to the improvement of the ecological situation. The implementation of constant monitoring of the territory, the use of modern cleaning technologies, landscaping along transport routes, of course, will help mitigate the negative impact of harmful factors, including heavy metals, on the human body.

References

1. Alborov I.D., Gridnev Ye.A., Mamedov M.M., Khant-Magomedov R.M. On the issue of protecting the residential areas of Vladikavkaz from heavy metal pollution // *Vestnik MANEB*. 2019. Vol. 24. No. 4. P. 25-29.
2. Il'in V.B. Heavy metals in the soil – plant system. Novosibirsk: Nauka, 1991. 326 p.
3. Abdulayev S.F., Safaraliyev N.M., Partoyev K. Study of biological absorption of heavy metals by phytoremediation plant Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) // *Khimicheskaya bezopasnost'*. 2019. Vol. 3. No. 1. P. 110-117. DOI: 10.25514/CHS.2019.1.15009.
4. Gogolevskaya Ye.V., Farberova Ye.A. Study of soil samples contaminated with mercury ions // *Khimiya. Ekologiya. Urbanistika*. 2019. Vol. 2019-1. P. 377-381.
5. Avdeyenkova T.S., Makarova A.S., Kiyatkhanov T.M., Nikulina Ye.A., Tsiryul'nikova N.V. Induced phytoextraction of heavy metals in water bodies // *Astrakhanskiy vestnik ekologicheskogo obrazovaniya*. 2020. No. 5 (59). P. 81-85. DOI: 10.36698/2304-5957-2020-19-5-81-85.
6. Zabolotskikh V.V., Vasil'yev A.V., Tankikh S.N., Karpovich Ye.Ye. Experimental studies of phytoremediation of soils contaminated with oil, oil products and heavy metals // *Akademicheskii vestnik ELPIIT*. 2020. Vol. 5. No. 2 (12). P. 25-47.
7. Vysotskiy S.P., Frunze O.V. The technology of phytoremediation of soils contaminated with heavy metals using decorative herbaceous plants // *Vestnik Donbasskoy natsional'noy akademii stroitel'stva i arkhitektury*. 2019. No. 5 (139). P. 105-112.
8. Medvedeva V.A., Korotchenko I.S. The estimation of the possibility of application of chickpea for purification of the environment from heavy metals // *Vestnik KrasGAU*. 2020. No. 10 (163). P. 88-94. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-10-88-94.
9. Amit Pratish, Ajay Kumar, Zhong Hu. Adverse effect of heavy metals (As, Pb, Hg, and Cr) on health and their bioremediation strategies: a review. *Int Microbiol*. 2018. No. 21 (3). P. 97-106. DOI: 10.1007/s10123-018-0012-3.
10. Zytkova I.V., Isakov V.A. On the issue of phytoremediation for cleaning silt maps from heavy metals // *Naukosfera*. 2020. No. 12-2. P. 198-201.
11. Soltanov S.Kh. The using of ecological properties of planthyperaccumulants for reducing manmade load on adjacent to the Moscow Domodedovo Airport territories // *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2019. Vol. 27. No. 1. P. 51-58. DOI: 10.22363/2313-2310-2019-27-1-51-58.
12. Shulayev N.S., Pryanichnikova V.V., Kadyrov R.R., Bykovskiy N.A., Daminayeva R.M. Assessment of changes in the phytotoxic properties of oil-contaminated soils in terms of germination and seedlings length of *Lepidium sativum* L. after electrochemical cleaning // *Samarskiy nauchnyy vestnik*. 2019. Vol. 8. No. 4 (29). P. 103-107. DOI: 10.24411/2309-4370-2019-14118.
13. Zaitseva M.V., Kravchenko A.L., Stekolnikov Yu.A., Sotnikov B.A. Heavy metals in soil plant in pollution // *Scientific notes of Orel State University*. 2013. Vol. 3. No. 53. P. 190-192.

ASSESSMENT OF DROUGHT AND SALINITY STRESSES ON CONCENTRATION OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS AND NON-ENZYMIC ANTIOXIDANTS OF BARLEY (*HORDEUM L.*) GENOTYPES

¹Majidova G.S., ¹Garaybayova N.A., ¹Shafizadeh S.I., ¹Abdullayeva L.S.,
¹Rahimova O.H., ¹Abisheva Kh.Sh., ²Hasanova S.G.

¹Genetic Resources Institute of ANAS, Baku, e-mail: abishova.xayala@mail.ru;

²Sumgait State University, Sumgait

A number of physiological and biochemical processes occur during the effects of stress factors on the plant organism. It is possible to study these processes with different diagnostic methods, to give basic information about the resistance of plants to salinity and drought. Using these methods in the study, salinity and drought resistance of three barley genotypes Nutans- Karabakh 7 variety, Nutans (Georgia) x. Spontaneum F7 and Nutans (FAO mater varp. Spontaneum) were studied. Initially, the effect of salt and drought stress on plant height was studied in comparison with the height of plants under stress and the height of plants in the control variant. As a result of the study, growth retardation of stressed plants was observed in comparison with the control variant, and the growth retardation increased with increasing stress intensity. One of the methods for assessing plant stress resistance is the study of changes in the absorbance of chlorophyll. Under the influence of stress factors, destruction of chloroplasts leads to a decrease of chlorophyll content. Resistance of samples depends on the degree of pigments exposed to change by stress effect. According to this indicator, only one of the 3 genotypes of barley is Nutans (Georgia) x. Spontaneum F7 is considered as the most resistant to both salt and drought stresses. Studies of the proline, a biochemical marker of resistance, also show that changes in the amount of this acid in the plant organism occur as a result of stress factors. Thus, the amount of accumulated amino acids increases, as the increase of concentration of stress factors occurs. Our studies have shown that with an increase in the concentration of stress factors, the effect of stress also increases and significantly manifested in the morphological, physiological and biochemical parameters of the plant.

Keywords: barley, salt tolerance, growth retardation, chlorophyll(a+b), proline

Recent climate change has aggravated the environmental situation and led to the salinization of arable land. Therefore, one of the urgent problems of our time is the identification of stress resistant, as well as economically important plant varieties and forms, and the provision of their cultivation on such lands. Under the influence of stress factors (drought and salinity) on the plant organism, first the organism tries to adapt, resisting the conditions [1]. At this time, in the plant organism a number of physiological and biochemical processes happens. Thus, the process of breaking down starch into sugars, proteins into amino acids leads to an increase in the amount of non-protein nitrogen and, as a result, cell damage. The activity of the enzyme ribonuclease also increases and accelerates RNA decay and stops DNA synthesis [2].

Stress factors (drought and salinity) also affect plant growth. The accumulation of inhibitors (abscisic acid and ethylene) occurs and the number of stimulants, such as auxin and gibberlin, which stimulate growth, decreases. As a result, the amount of growth-delaying hormones exceeds the amount of growth-promoting hormones, which slows down the plant's growth.

Under the effect of stress factors (drought and salinity), the amount of organic compounds such as sorbitol, glycine concrete and especially the amino acid proline increases several times. Also, as a result of stress (drought and salinization), plastids destruction occurs, which natu-

rally reduces the chlorophyll content. The degree of changes in chlorophyll content impacts the tolerance of plant, which makes it possible to assess genotypes for resistance to stress.

If in such a situation the effects of stress stops, physiological and biochemical processes in the organism regenerate. If the plant is not resistant, As the result of the impact of harmful factors, the plant will weaken and even die.

Therefore, in recent years, various diagnostic methods have been used to determine the resistance of plants to unfavorable environmental factors, to study the physiological and biochemical processes.

Materials and research methods

The study was conducted on 3 barley genotypes. These are as follows:

1. Sowing number
2. Nutans-st Garabagh 7.
3. Nutans (Georgia) x var. Spontaneum F₇.
4. Nutans (FAO mater. varp. Spontaneum).

The aim is to study the morphological, physiological and biochemical changes caused by stress factors in the above-mentioned barley genotypes, and to provide diagnostic information about the resistance of these genotypes in relation to these changes.

During the study period, 100 seeds of each of these barley genotypes were germinated in Petri dishes at 210°C. 8-day-old seedlings were subjected to drought stress with sucrose solution for 10 hours at 10 and 20 atm and to

saline stress NaCl solution at 7 and 14 atm. Initially, comparative phenological observations were carried out on stressed plants of control samples. Then the studies were continued using various diagnostic methods. Plant height was measured with a ruler, chlorophyll density was determined with a Spad 2 meter, and the level of proline was determined by the Bates method on a spectrophotometer (UV-3100PC) at a wavelength of 520 nm. ...

Research results and discussion

Observations showed that studied due to the large number of germinating seeds and better plant development, Nutans (Georgia) x Spontaneum F7 barley hybrid differed both from the Standard Karabakh 7 and from other barley genotypes.

After 24 hours of exposing of the studied barley seedlings to stress factors, observations showed that the effect of the sucrose solution on the plants was more than the effect of salinity. The 34 hours impact of salt did not cause significant changes in plants. After these treatments the salt tolerance of studied genotypes of barley was observed.

As already mentioned, at the initial stage, the effect of stress factors (drought and salinity) on plant height was studied. It is known that the process of accumulation of inhibitors of growth retardation occurs under the influence of stressors, and growth retardation is observed because their amount exceeds the

amount of stimulating hormones. Therefore, the height of stressed plants was studied in comparison with the control. As a result of the study, delays in the height of stressed plants were observed (Fig. 1).

As can be seen from the figure, both during a 24-hour drought and during salt stress, drought stress (10 and 20 atm sucrose) had a greater effect on plant height than salt stress. Due to the impact of 10 atm sucrose in the studied plants, delays of 2-6% in height were observed in comparison with the control plants. However, as the concentration of the stress solution increased, this indicator also increased to 20 atm. varies within 4-7% of the action of sucrose (Fig. 1).

As already mentioned, the studied samples were more resistant to salt stress. Thus, NaCl at 7 and 14 atm caused a smaller change in plant height compared to sucrose stress.

One of the methods for assessing plant stress resistance is the study of changes in the optical density of chlorophyll.

It is known that drought and salinity stresses change the optical density of chlorophyll, disrupts its structure, and reduces its ability to absorb light. Under strong stress, chlorophyll pigments are destroyed. The degree of stress depression was determined by comparing the percentage change in pigments after exposure to stress and the resistance of these samples to stress factors. The samples with less the pigments exposed to stress, are considered as more resistant the samples [3].

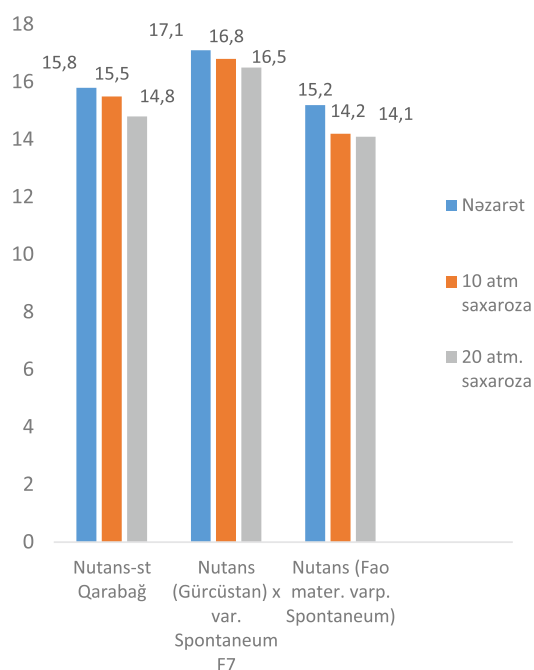


Fig. 1. Changes in plant height due to 24-hour drought stress

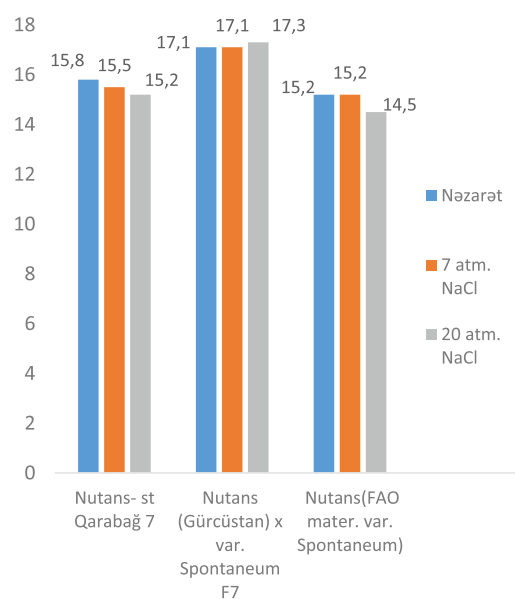


Fig. 2. Changes in plant height due to 24-hour salt stress

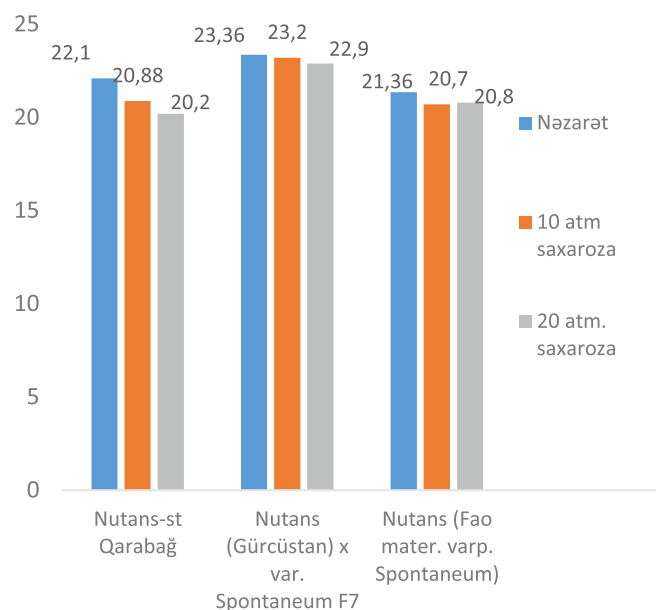


Fig. 3. Changes in the optical density of chlorophyll under the influence of 24-hour drought stress

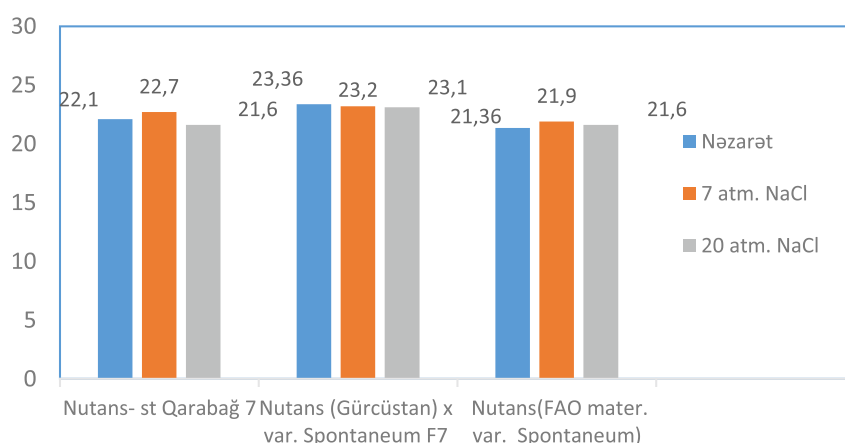


Fig. 4. Changes in the optical density of chlorophyll under the influence of 24-hour salt stress

By this method, we provided diagnostic information on drought and salt tolerance of 3 barley genotypes. The results are shown in Figures 3 and 4.

As can be seen from the figures, during 24 hours drought and salinity stress (10 atm. And 20 atm. Sucrose) effect of drought on the optical density of chlorophyll was more than salt stress effect. 10 atm. Although the optical density of chlorophyll in the leaves of barley samples under the effect of sucrose varied from 0 to 6 % compared to the control, this indicator also increased with increase of stress intensity (Fig. 3).

One of three barley genotypes studied for chlorophyll optical density degradation, Nu-

tans (Georgia) x Spontaneum F7 was the most tolerant to both salt and drought, Nutans-st Karabakh 7 and Nutans (FAO mater. Varp. Spontaneum) were more tolerant to salt tolerance than to drought (Fig. 4).

One of three barley genotypes studied for chlorophyll optical density degradation, Nutans (Georgia) x Spontaneum F7 was the most tolerant to both salt and drought, Nutans-st Karabakh 7 and Nutans (FAO mater. Varp. Spontaneum) were more tolerant to salt tolerance than to drought (Fig. 4).

In general, the high tolerance of barley samples to salt stress is explained by the fact that the genes for salt resistance in this plant are more active.

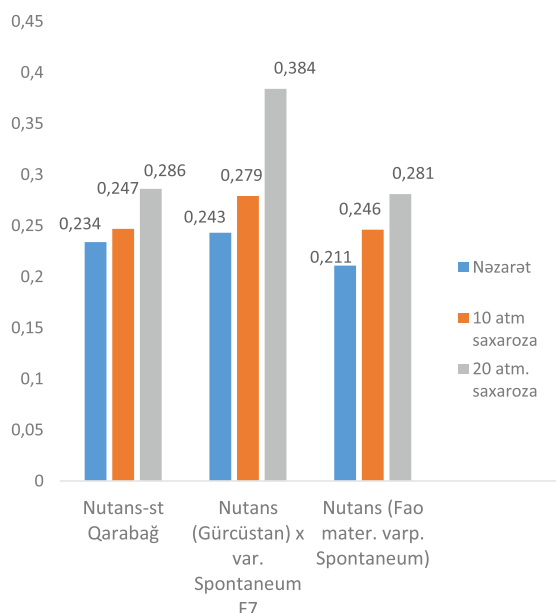


Fig. 5. Changes in proline amino acid levels due to 24-hour drought stress

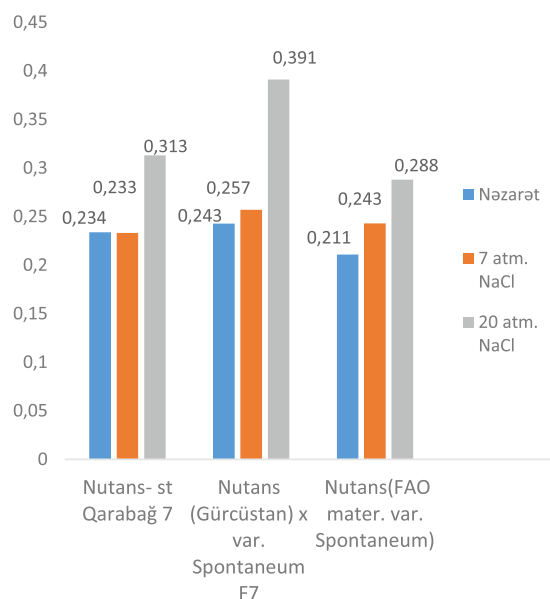


Fig. 6. Changes in the amount of the amino acid proline due to 24 hours of salt stress

It is known that proline is one of the osmotic protectors that helps to regulate the osmotic potential in stressed plant cells. According to some authors, there is a positive correlation between plant resistance and proline levels. Therefore, this indicator is used as a biochemical marker of resistance [4].

The study was carried out on leaves of barley genotypes exposed to stress solutions of various concentrations. Studies of the amino acid proline have shown that the amount of this acid in the body also changes as a result of stress [5].

This increase is 10 atm. varied from 1.0 to 1.1 % of the effect of sucrose compared to control, 20 atm. under the influence of sucrose ranged from 1.08 % to 1.5 % (Fig. 5). 7 atm compared to the control variant. The amount of the amino acid proline in the variants of the experiment under the action of the NaCl ranged from 1.0 % to 1.05 %, 14 atm, due to the action of the NaCl salt, it varied between 1.1–1.6 % (Fig. 6). As the intensity of stress increased, the amount of the amino acid proline also increased. The increase in the amino acid proline as a result of stress is the plant's response to these factors. In this case, the metabolism in the organism temporarily stops, and the amino acid proline accumulates without consumption and protects the plant from stress [6].

According to this indicator, Nutans (Georgia) x. Spontaneum F7 was rated as highly

tolerant to both salt and drought compared to other studied barley genotypes.

As a result of studies carried out using various diagnostic methods, it was determined that out of 3 genotypes of barley there are Nutans (Georgia) x. Spontaneum hybrid is more resistant to salt and drought than Standard Karabakh 7 and Nutans genotype (FAO mater. Varp. Spontaneum). As the concentration of stress factors increases, the effect of stress increases and is significantly observed in the morphological, physiological, and biochemical characteristics of these plants.

References

1. Aliyev R.T., Abbasov M.A., Rahimli V.R. Stress and adaptation of plants. Baku-Elm, 2014. P. 343.
2. Kolupaev Yu.E., Vayner A.A., Yastrebt T.O. Proline physiological functions and regulation of content in plants under stressful conditions. Bulletin of the Kharkiv National Agrarian University series biology. 2014. Issue 2. (32) P. 6-22.
3. Bates L.S., Woldren R.P., Teare L.D. Rapid determination of free proline for water stress studies. II Plant. Soil-1973. T. 39. No. 1. P.205-207.
4. Ivanov A.A. The combined effect of water and salt stress on the photosynthetic activity of wheat leaves of different ages. Physiology and biochemistry of cultivated plants. 2013. T. 45. No. 2. P. 155-162.
5. Kuznetsov V.V., Shevyakova N.I. Proline stress biological role, metabolism, regulation. Plant physiology. 1999. Vol. 46. P. 321-336.
6. Weiner A.A., Kolupaev Yu.E., Yastrebt T.O. Participation of hydrogen peroxide in the induction of proline accumulation in millet plants under the action of NaCl // Vins. nats. agrarn. un-tu. Ser. biology. 2013. Vip. 2 (29). P. 32-38.

ECONOMETRIC FORECAST OF THE SHARE PRICE ON THE EXAMPLE OF PJSC “OIL COMPANY “ROSNEFT”

Kryukova I.V., Yashchenko N.A.

*Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow,
e-mail: irinamarinak@yandex.ru, nayaschenko@fa.ru*

The company's business planning is based on forecasting the development of its external and internal environment. The identification of objective patterns of development, expressed in the presence of relationships between individual parties of the analyzed phenomena, reflected in the relevant indicators, is a necessary condition for making the right management decisions, which confirms the relevance of this study. The basis of econometric research is the construction of an econometric model, which is based on the assumption that there is a real relationship between the characteristics. Due to the fact that there is currently a strong volatility in the oil market, the Public Joint Stock Company “Rosneft Oil Company”, which is the leader of the Russian oil industry and the largest public oil and gas corporation in the world, was chosen for this study. The purpose of the study is an econometric analysis of the factors that affect the share price of the Public Joint Stock Company “Rosneft Oil Company”, and the construction of a model for its forecasting. Based on the results of the study as a whole and when checking the predictive properties of the model on the control sample, it was determined that the model is working and adequate. However, it should be assumed that there is a structural shift in 2020, which may give a false assessment of the adequacy of the model under study.

Keywords: Econometric analysis, econometric forecast, econometric model, share price, EBITDA, USD/RUB exchange rate, Urals, inflation

The company's business planning is based on forecasting the development of its external and internal environment. The identification of objective patterns of development, expressed in the presence of relationships between individual parties of the analyzed phenomena, reflected in the relevant indicators, is a necessary condition for making the right management decisions [1, p. 10], which confirms the relevance of this study. The purpose of this study is an econometric analysis of the factors that affect the share price on the example of the Public Joint Stock Company “Rosneft Oil Company”, and the construction of a model for its forecasting.

The basis of econometric research is the construction of an econometric model, which is based on the assumption that there is a real relationship between the characteristics. An econometric model is an equation or a system of equations where the main quantitative relationships between the analyzed economic processes and objects are described in mathematical form, and insignificant relationships are ignored in the model [2]. In addition to studying the real state of processes or objects, econometric models can predict changes in their state over time. The classification of econometric models is as follows (*Fig. 1*).

The construction of an econometric model begins with the specification, which consists in determining the economic indicators (features) that should be included in the model, and the type of analytical relationship between these features.

Due to the fact that there is currently a strong volatility in the oil market, the Public

Joint Stock Company “Rosneft Oil Company”, which is the leader of the Russian oil industry and the largest public oil and gas corporation in the world, was chosen for this study. The company is included in the list of strategic enterprises of Russia. Its main shareholder (40,4% of the shares) is ROSNEFTEGAZ JSC, 100% owned by the state, 19,75% of the shares belong to BP, 18,93% – to QH Oil Investments LLC, one share belongs to the state represented by the Federal Agency for State Property Management [3].

To perform the study, the shares of PJSC “NK “Rosneft” were selected as an endogenous variable. One of the main factors influencing the share price is EBITDA – the company's profit before interest on loans, income tax and depreciation. The share price is also affected by the exchange rate of USD/RUB, Urals and inflation.

EBITDA has the greatest impact on the value of the company, so the share price can directly depend on it.

Inflation in general has a contradictory effect on the stock market, however, the decline in purchasing power is directly the result of rising prices, respectively, the inverse dependence of the share price on inflation can be traced.

Due to the fact that oil prices are presented in dollars, the weakening of the ruble will have a positive impact on the ruble profit of PJSC “NK “Rosneft”, and therefore on the share price.

“Rosneft” is one of the main producers of Urals oil, so it is correct to consider these indicators among the factors influencing the company's share price.

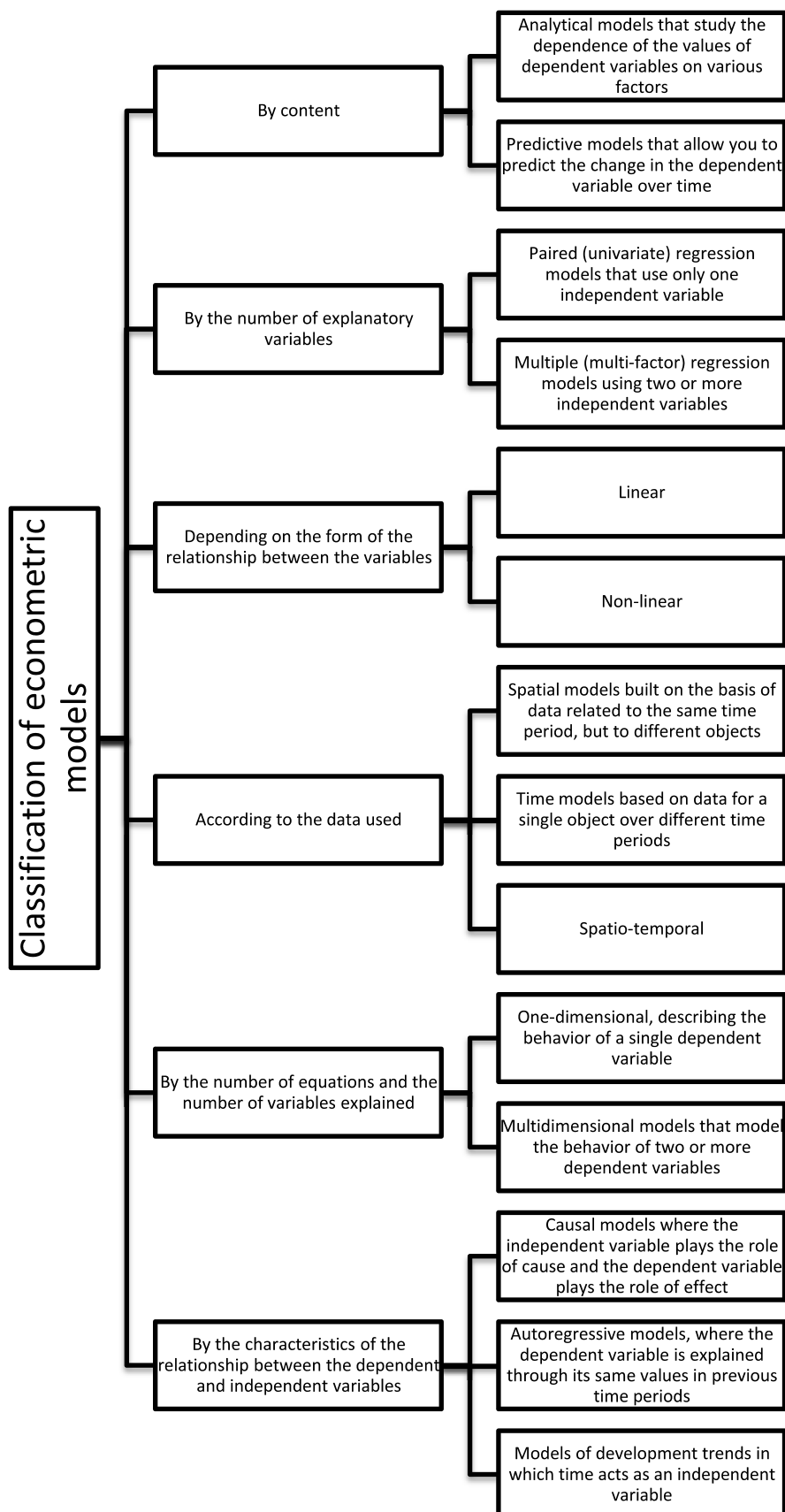


Fig. 1. Classification of econometric models.
Source: Compiled by the author

Table 1

Correlation matrix

	Share Price (Close)	EBITDA, million rubles	URALS	USD/RUB (Open)	Inflation rate
Share Price (Close)	1				
EBITDA, million rubles	0,846811067	1			
URALS	-0,289057752	-0,18995049	1		
USD/RUB (Open)	0,793520906	0,718603868	-0,674407691	1	
Inflation rate	-0,59474119	-0,462877807	0,049506197	-0,403065513	1

Source: Compiled by the author.

For the analysis, the quarterly price indicators in rubles for shares for the period from March 2007 to September 2020 were taken. In order to collect a sufficient amount of analyzed data and their comparability, it was decided to consider quarterly values, since EBITDA is published in the consolidated financial statements provided once a quarter.

We will make a correlation matrix to show the relationship between the selected exogenous variables and the endogenous variable and the absence of multicollinearity between the exogenous factors (Table 1).

From this table, it follows that EBITDA, USD/RUB, and the share price have a very strong direct relationship, and, as noted earlier, inflation has a moderate inverse relationship. A weak inverse relationship with the endogenous variable is demonstrated by Urals, but it was decided to leave this factor in the model. It should be noted that EBITDA and USD/RUB strongly correlate with each other, but nevertheless, these are very important factors in the model under study.

Based on the established economic relationships, the specification of the econometric model can have the form [4]:

$$y_t = a_0 + a_1x_{1t} + a_2x_{2t} + a_3x_{3t} + a_4x_{4t} + u_t,$$

where y_t – the value of the shares of PJSC “NK “Rosneft”

a_0 – the risk-free rate of return, unrelated to the studied parameters

x_{1t} – EBITDA amount for the time period t

x_{2t} – URALS for the time period t

x_{3t} – USD/RUB for the time period t

x_{4t} – USD/RUB for the time period t

u_t – random residuals.

Thus, the first stage in the formation of the econometric model, consisting in the construction of the specification, was completed.

The second stage is to collect statistics on all the main variables. Since the reports in all companies are published once a year (an-

nual reports) and once a quarter (consolidated reports), in order to collect enough data for analysis, we will take quarterly values for the comparability of all data.

Data on the share prices of “Rosneft”, Urals, USD/RUB, and inflation were downloaded from the Thomson Reuters Eikon terminal, and EBITDA data were calculated manually from the consolidated financial statements [3] using the formula:

$$EBITDA = \text{Revenue from sales} - \text{Costs and expenses} + \text{Depreciation and amortization.}$$

Note that until 2011, the Company “Rosneft” reported US GAAP, where data are presented in million us dollars. The US, only since 2012 has moved to IFRS where data is presented in billions [3]. Therefore, for comparability of indicators, it is necessary to translate the data into billion rubles by converting it to the exchange rate. Note that the 2012 financial statements also published data for 2011 [3], which indicates that it is possible to reconcile the translated data at the exchange rate and the data initially available in rubles. Please note that the data do not converge a little, as this is a error of their conversion into another currency manually (so not considered indirect factors that terminal, Thomson Reuters Eikon, and the company PJSC “NK “Rosneft”). This can later become an artificially created structural shift, which will need to be taken into account when building the model.

Thus, the collected statistics are 55 values for the period from March 31, 2007 to September 30, 2020.

For the best analysis of the specification, it is necessary to check the data for outliers and, if any, delete them. Let's see clearly on the graphs how many outliers are present in the data. (fig. 2, 3).

This study presents only two graphs out of five, as no outliers were found in the rest.

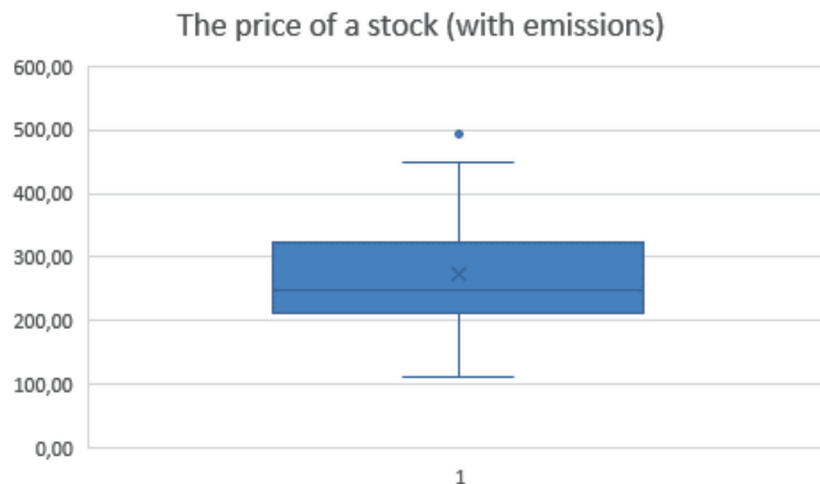


Fig. 2. The presence of emissions in the share price of PJSC “NK “Rosneft”
Source: Compiled by the author

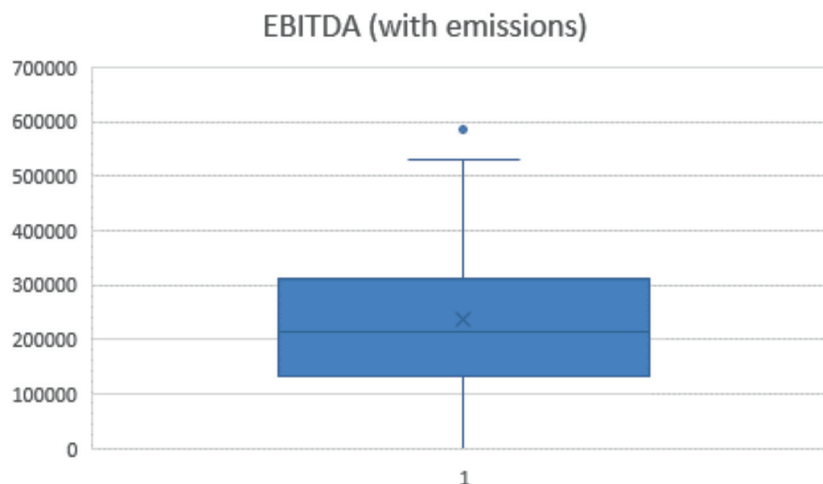


Fig. 3. Presence of emissions in “Rosneft’s” EBITDA”
Source: Compiled by the author

As can be seen from the figures, the emissions are present in the “Share Price” and “EBITDA” factors, but it should be noted that the emissions correspond to one point in time, respectively, it is enough to remove the emissions from only one factor.

For further research, you need to remove the outliers. Outliers are elements of a variation series that do not belong to a segment.

$$[x_{0,25} - 1,5 * IQR, x_{0,75} + 1,5 * IQR].$$

Next, we calculate the boundaries of this segment using such indicators as:

- 1) The first (Q_1 or $x_{0,25}$) and third (Q_3 or $x_{0,75}$) quartiles
- 2) Interquartile range (IQR)

Item 1. The first and third quartiles (for the share price) are calculated using the following formulas:

$$Q_1 = \text{КВАРТИЛЬ. ВКЛ (B2: B56; 1)}$$

$$Q_3 = \text{КВАРТИЛЬ. ВКЛ (B2: B56; 3)}$$

Item 2. The interquartile range is found by the following formula:

$$IQR = Q_3 - Q_1$$

After obtaining the values of the above indicators, we determine the left end of the interval ($Q_1 - 1,5 * IQR$) and the right end of the interval ($Q_3 + 1,5 * IQR$).

Thus, after performing the necessary calculations, we will form a table with all the indicators found (*Table 2*).

Table 2

Indicators for the removal of emissions

	Share Price	EBITDA
Q1	213,835	136500
Q3	320,975	307500
IQR=	107,14	171000
[Q1-1,5IQR;Q3+1,5IQR]		
left end of the interval	53,125	-120000
right end of the interval	481,685	564000

Source: Compiled by the author.

Using the obtained data, you need to remove outliers using the Filter tool. After that, the graphs for the data under consideration will look like this (*Fig. 4, 5*).

Thus, by removing outliers from the sample, we improved the quality of the specification of the proposed model.

For further analysis of the specification, we will divide the sample into a training and a control sample, since all analysis will be performed only on the training sample, and the control sample is necessary at the last stage of building the model to check its adequacy.

As a rule, the control sample is taken in the amount of 5-10% of the total sample. Based on our volume of statistics, we will take a control sample of 4 values, namely (*Table 3*):

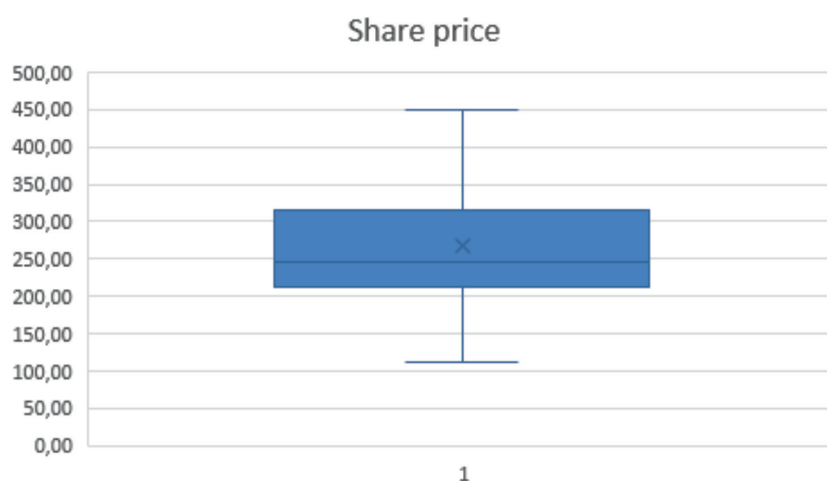


Fig. 4. No emissions in the share price of PJSC “NK “Rosneft”

Source: Compiled by the author

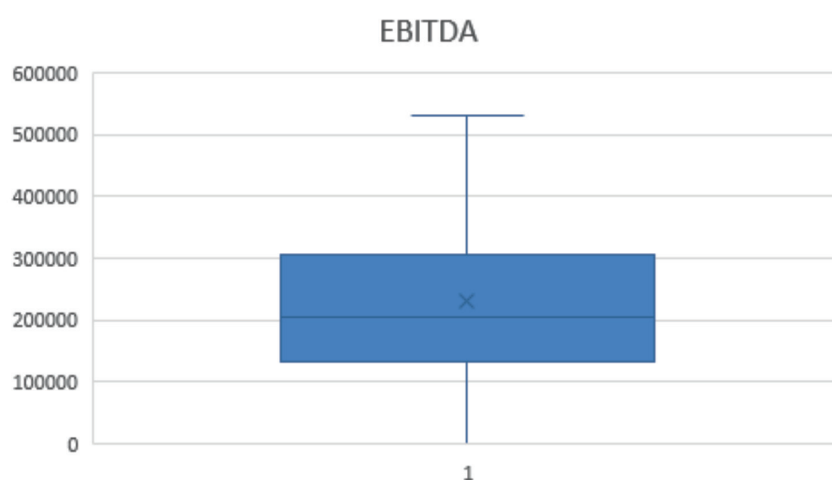


Fig. 5. No emissions in “Rosneft’s” EBITDA

Source: Compiled by the author

Table 3

Control sample

Date	Share Price (Close), yt	EBITDA, million rubles, x1t	URALS, x2t	USD/RUB (Open), x3t	Inflation rate, x4t
30-Sep-2013	263,71	317000	107	32,8575	6,1
30-Jun-2016	330,00	320000	46,85	66,8057	7,5
30-Jun-2020	361,80	133000	44,16	78,2740	3,2
30-Sep-2020	383,00	304000	40,49	70,9500	3,7

Source: Compiled by the author.

To find the optimal estimates of the model parameters, we will analyze the compiled specification according to the following points:

1. Check for possible errors, such as:
 - 1) incorrect selection of the regression function type;
 - 2) inclusion of an insignificant explanatory variable in the linear regression model;
 - 3) omission of a significant explanatory variable in the linear regression model;
 - 4) the variability of the values of the parameters of the linear regression model in the range of changes in the explanatory variables [5, p. 348].

2. Check the compliance with the conditions of the Gauss-Markov theorem.

Let's check the symptoms that indicate the presence of an error in the model specification, which consists in an incorrectly selected type of regression function:

1. Mismatch of the scatter plot constructed from the training sample to the graph of the function;
2. Long-term constancy of the sign of random residuals in the ordered data with increasing values of the explanatory variable in the observation equations;
3. A significant difference in the corresponding estimates of the model coefficients obtained from two identical parts of the observation equations with the most different values of the explanatory variable.

Checking the graphical symptom is difficult, because in this work we consider a linear model of multiple regression.

For the second symptom, it is necessary to transform the sample by the sum of the modules of the explanatory variables in ascending order, and also calculate the random residuals ($\tilde{u}_1, \tilde{u}_2, \dots, \tilde{u}_n$). To do this, we find the parameter estimates for the "ЛИНЕЙН" function in Excel and express \tilde{u}_i from the specification equation. After reviewing all the obtained random residuals, we can conclude that the second symptom of the type 1 error is absent, since the long-term constancy of the signs of random re-

siduals in the equations of observations ordered in ascending order of the explanatory variable is not visible (with such a sample size).

When analyzing the third symptom, the following parameter estimates were obtained (Table 4).

Table 4

Estimates of the parameters of two samples by the "ЛИНЕЙН" function"

-1,61852	-1,37333	0,593161859	0,000237	183,7274
2,236047	2,866422	0,501876929	0,000285	105,2029
0,462596	28,55337	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
4,303983	20	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
14036,07	16305,9	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
-6,09939	3,584573	0,723365202	0,000247	30,57475
1,811427	1,553144	0,710000176	0,000115	107,3753
0,818927	34,32864	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
22,61316	20	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
106594,4	23569,11	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д

Source: Compiled by the author.

It can be concluded that the third symptom of the 1st type of error is absent, since it is possible to observe an insignificant difference in the corresponding estimates of the coefficients of the model.

It follows that the type of function in the regression equation is chosen correctly.

Consider the second type of error. To check the inclusion of an insignificant explanatory variable in the model, we use the Student's test (t-test). Its algorithm is as follows:

- 1) find estimates of the parameters of the compiled specification;
- 2) define t_{cr} for the model;
- 3) check the inequality

$$\left| \frac{\tilde{a}_j}{s_{\tilde{a}_j}} \right| \leq t_{cr}.$$

If this inequality is true, then the hypothesis is accepted $H_0: a_j = 0$ (where $j = 0, 1, 2, \dots, k$), that is, the j -th variable is insignificant.

For our model, the critical value of the t-test is $t_{cr} = 2,014$.

The values of the Student's fractions for each of the coefficients of the regression equation and the conclusions about the significance of the corresponding variables are presented in the table (Table 5).

Table 5
Checking the second type of error

tkp	2,014103389		n	50
t0	2,364467	significant	k+1	5
t1	3,098228	significant	n-(k+1)	45
t2	1,094271	insignificant		
t3	2,405578	significant		
t4	-2,82773	significant		

Source: Compiled by the author.

Thus, it is revealed that the second explanatory variable is insignificant, and by the second variable we mean data on URALS, and they need to be deleted. During the analysis of the correlation matrix, which was carried out earlier, it was pointed out that there is a weak correlation between Urals and the share price.

After removing the variable x_2 from the model and re-conducting the t-criterion for the transformed model, we conclude that the error of the second type is eliminated and all the remaining regressors are significant.

The third type of error in the model can be determined using the Darbin-Watson test.

To check this error, you need to calculate the estimates $u_i, u_i^2, (u_i - u_{i-1})^2$. Test statistics are calculated using the formula:

$$DW = \frac{\sum_2^n (\tilde{u}_i - \tilde{u}_{i-1})^2}{\sum_1^n \tilde{u}_i^2} = 1,233.$$

By setting the boundaries of the critical interval for the DW statistic, we find a positive autocorrelation between random residuals. This may indicate a missing significant explanatory variable in the model (so, the presence of a type 3 error).

Consider the Chow test to check the stability of the estimated model parameters. It is based on the assumption that the random remainder in the linear regression model is normally distributed, homoscedastic, and has no autocorrelation [5, p. 355].

As mentioned, the model under study assumes that there is an artificially created shift due to the transfer of data to another currency. Therefore, divide the sample into two parts – from 2007 to 2010 (inclusive) and from

2011 to 2020. We find two samples composed of the values of the sum of squared residuals ESS' and ESS'' , as well as the residual sum of squares ESS for the whole sample.

We calculate the random variable of the test statistics and its critical level according to the Fisher distribution F_{cr} by formulas:

$$z = \frac{(ESS - (ESS' + ESS'')) / (k + 1)}{(ESS' + ESS'') / (n' + n'' - 2(k + 1))},$$

$$F_{cr} = F.OBP.IX(\alpha; (k + 1); (n' + n'' - 2(k + 1))).$$

If $z < F_{cr}$, then the model parameters are interpreted as the same for the two samples.

The calculated values of $z = 3,0893$ and $F_{cr} = 2,594$ indicate the presence of a structural shift in the analyzed model.

To continue the analysis, we exclude the data for 2007-2010 and re-run the Chow test for a new sample. Between the last quarter of 2014 and the first quarter of 2015, there was a fairly sharp jump in all the model variables, so we will divide the sample again into two parts: from 2011 to 2014 (inclusive) and from 2015 to 2020.

The test results at $z = 1,74$ и $F_{cr} = 2,74$ suggest that the parameters of the estimated model:

$$y_t = 148,68 + 0,0003x_{1t} + 1,96x_{3t} - 6,05x_{4t} + u_t \quad (1)$$

$$(23,07)(7,24E-05)(0,53)(1,58) (32,91)$$

$$R^2 = 0,84$$

are constant in the range of changes in the explanatory variables over the entire sample size $n = 34$.

The optimality of the estimates of the parameters of the model (1) obtained by the least squares method (LSM) can be ensured only if the conditions of the Gauss-Markov theorem are met in it, which are as follows:

1. The columns of the matrix of observed values of the regressors X are linearly independent.

$$2. E(u_1) = E(u_2) = \dots = E(u_n) = 0.$$

$$3. Var(u_1) = Var(u_2) = \dots = Var(u_n) = \sigma_u^2.$$

$$4. Cov(u_i; u_j) = 0, \text{ at } i \neq j.$$

The first condition for the model is met in the course of an earlier analysis of the data for the model.

The second condition can be checked through the R-criterion and the F-test.

Let us introduce the hypothesis $H_0 = a_0 = a_1 = \dots = a_k = 0$.

The R-criterion implies finding the coefficient of determination, as well as the adjusted

coefficient of determination, using the following formulas:

$$R^2 = \frac{\sum_1^n u_t^2}{\sum_1^n (y_t - \bar{y})^2} = 1 - \frac{ESS}{TSS}$$

where \bar{y} – the average value of the endogenous variable

$$\begin{aligned}\tilde{R}^2 &= 1 - \frac{ESS / (n - (k + 1))}{TSS / (n - 1)} = \\ &= 1 - (1 - R^2) \frac{n - 1}{n - (k + 1)}.\end{aligned}$$

According to the model under study $R^2 = 0,835$, a $\tilde{R}^2 = 0,819$, which suggests a very strong explanatory dependency, and the specification is of good quality.

The F-test involves the analysis of a previously defined hypothesis. The following formulas are used:

$$F = \frac{R^2 / k}{(1 - R^2) / (n - (k + 1))},$$

$$F_{cr} = F.OBP.IIX(\alpha; k; n - (k + 1)).$$

If $F \leq F_{cr}$, the hypothesis H_0 accepted, and the specification is considered to be of poor quality.

In our case, $F = 38,032$, $F_{cr} = 2,922$, so $F \geq F_{cr}$. Therefore, the hypothesis is rejected, and the specification is recognized as high-quality: the share price of 83,53 % is explained by EBITDA, USD/RUB and inflation.

The second condition of the Gauss-Markov theorem is also met.

The third condition of the Gauss-Markov theorem is that the variances of the random residuals are equal, and this means that the random residuals are homoscedastic. We will check the compliance with this condition using the Goldfeld-Quandt test, which determines the validity of the hypothesis $H_0 = Var(u_1) = Var(u_2) = \dots = Var(u_n) = \sigma_u^2$. To do this, the statistics of the GQ test and its critical level for the F-distribution are calculated using specially prepared data. If $GQ < F_{cr}$ и $GQ^{-1} < F_{cr}$, then the hypothesis H_0 accepted. According to the calculations, $GQ = 0,869$, $GQ^{-1} = 1,15$, $F_{cr} = 3,438$, therefore, the hypothesis H_0 is accepted, which indicates the homoscedasticity of random residuals.

The fourth condition of the Gauss-Markov theorem indicates that the random residuals in the model are uncorrelated. The analyzed hypothesis – $H_0: Cov(u_i; u_j) = 0$, at $i \neq j$.

The study of this condition by the Darbin-Watson test does not allow the hypothesis H_0 to be either accepted or rejected. This is a consequence of removing the structural shift, but since earlier, using more statistics, a positive autocorrelation between random residuals was established for this model, which has certain negative consequences for the LSM estimates of the model parameters, then an adjustment of the model is required. Let's do this using the Hildreth-Lou and Darbin algorithms. These algorithms are quite similar in their goals-finding the value of the autocorrelation coefficient that minimizes the sum of the squares of the residuals of the transformed model, as well as obtaining more accurate estimates of the parameters to further verify the adequacy of the model.

If the model contains a relationship between adjacent levels of random residuals, its specification takes the form:

$$y_t = a_0 + a_1 x_{1t} + a_2 x_{2t} + a_3 x_{3t} + u_t$$

$$u_t = \rho u_{t-1} + \xi_t$$

$$E(u_t) = 0,$$

$$E(u_t^2) = \sigma_u^2 = \frac{\sigma_\xi^2}{(1 - \rho^2)},$$

where ξ_t – white noise (a stationary time series with uncorrelated levels that have zero mathematical expectation and the same variance).

Consider the procedure for finding the autocorrelation coefficient using the Hildreth-Lou algorithm.

1. The regression function, which is specified above, is written in a compact form $y_t = \vec{a}^T \vec{x}_t + u_t$ and the same equation is subtracted from it for the time variable $t-1$, multiplied by the constant ρ , so $\rho y_{t-1} = \rho \vec{a}^T \vec{x}_{t-1} + \rho u_{t-1}$. The final equation looks like: $y_t - \rho y_{t-1} = \vec{a}^T (\vec{x}_t - \rho \vec{x}_{t-1}) + \xi_t$.

2. An arbitrary value of ρ is set, with which the estimates of the parameters of the equation from point 1 are found.

3. Using the "Solution Search" tool, we optimize the resulting value of the sum of squares ξ_t , as an objective function that tends to the minimum when changing a cell with a constant ρ .

4. According to the new parameter estimates, random residuals of the transformed model are found and checked for autocorrelation.

According to the Hildreth-Lu algorithm, the values of $\rho = 0,31$ were calculated for the

sum of squares ξ , $ESS = 26518,57$. Checking the model by the Darbin-Watson test allows us to accept the H_0 hypothesis.

According to the Darbin algorithm, the minimum value of the sum of squares $ESS = 24937,94$ is achieved at $\rho = 0.218$ and the DW statistics confirm that the random residuals are uncorrelated.

It is evident that the constant ρ is not the same for the two algorithms, therefore, when determining the optimal parameter estimates to check the adequacy of the model must use the algorithm by which the residual sum of squares turned out the least in this case – Durbin algorithm.

Thus, the estimated form of the model, taking into account the autocorrelation of random residuals, is as follows:

$$y_t = 131,815 + 0,0002x_{1t} + 1,256x_{2t} - 1,269x_{3t} + u_t,$$

$$(8,67E-05) (1,347) (3,458) (32,36) \quad (2)$$

$$u_t = 0,218u_{t-1} + \xi_t.$$

We will check the adequacy of the model estimated by the parameters through interval forecasting. To do this, we will see whether the value of the endogenous variable from the control sample is included in the confidence interval or not (if it is, the model is considered adequate). Let's divide the verification stage into several points:

1. Based on certain values of the regressors from the control sample, we find the point predicted values of the endogenous variable.

2. We calculate the technical error of the forecast $q_0 = \tilde{x}_0^T (X_0^T X)^{-1} \cdot \tilde{x}_0$ and the standard error of the forecast $S_0 = \sigma_u \cdot \sqrt{1+q}$.

3. Calculate the critical value $t_{kp} = \text{СТЮДЕНТ.ОБР.ПХ}(\alpha; n - (k + 1))$.

4. Find the confidence interval $[\tilde{y}_0^- = \tilde{y}_0 - t_{cr} S_0; \tilde{y}_0^+ = \tilde{y}_0 + t_{cr} S_0]$.

The predicted confidence intervals constructed for model (2) for each share price indicator from the control sample (Table 3) at the significance level $\alpha = 0,05$ are presented in Table 6.

Let's check whether the obtained interval forecasts cover the actual value of y_t from the control sample:

– In September 2013, the share price was 263,71, and it belongs to the confidence interval calculated above;

– In June 2013, the share price was 310,00, and it belongs to the confidence interval calculated above;

– In June 2020, the share price was 361,80, and it does not belong to the confidence interval calculated above;

– In September 2020, the share price was 383,00, and it does not belong to the confidence interval calculated above.

Table 6

Confidence intervals		
1	y-	168,9535
	y+	308,9438
2	y-	211,5723
	y+	349,4153
3	y-	171,2433
	y+	342,6009
4	y-	215,3058
	y+	358,3038

Source: Compiled by the author.

It can be seen that the model gave an unconfirmed forecast when using data for 2020, which can be explained by the factor of the pandemic that was not taken into account in the model, which caused serious deviations in the price of the game from the average indicators of previous periods. In the future, a similar econometric analysis may show the presence of a structural shift in 2020. In general, the model is working and adequate with a 95% probability.

Based on the conducted econometric analysis, a number of conclusions and generalizations can be made.

1. Consideration of the theoretical basis of the study was a necessary tool for this analysis.

2. The specification of the linear multiplier regression model was constructed and the most significant factors were identified.

3. Numerical statistics on endogenous and explanatory variables are collected, training and control samples are defined for the analysis of the constructed model;

4. Various errors were eliminated from the model, a shift was detected, and the model was subsequently corrected. It is shown that the proposed specification is of high quality. It is established that the random residuals in the model are homoscedastic and have a positive autocorrelation. According to the Hildrett-Lu algorithm, it was found that the autocorrelation of the 1st order. Optimal estimates of the model parameters are obtained using the Darbin algorithm.

5. Based on the results of the study as a whole and when checking the predictive properties of the model on the control sample, it was determined that the model is working and adequate. However, it should be assumed that there is a structural shift in 2020, which may give a false assessment of the adequacy of the model under study.

References

1. Senchenko N.I. Econometrics: textbook. Ulyanovsk: UISTU, 2018. 136 p.
2. Khubulava N.M. Econometrica. A textbook for students of the economic profile of all specialties and all forms of education, as well as for specialists dealing with the problems of economic measurement and forecasting. [Electronic resource] URL: http://referatwork.ru/category/ekonometrika/view/541375_ponyatie_ekonometricheskoy_modeli_i_posledovatel_nost_ee_postroeniya (date of request: 10.03.2021).
3. PJSC "NK "Rosneft". [Electronic resource] URL: <https://www.rosneft.ru/> (date of request: 10.03.2021).
4. Yashchenko N.A. Mezhpredmetnye svyazi kak osnova izucheniya ekonometricheskogo modelirovaniya [Intersubject connections as a basis for studying econometric modeling]. 2016. P. 138-140.
5. Byvshev V.A. Econometrica: textbook. Manual. M.: Finance and Statistics, 2008. 480 p.
6. Katargin N.V., Shvarts Yu.V. Inaccuracies of coefficients of a complex econometric model. 2016. No. 1 (1). [Electronic resource] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pogreshnosti-koeffitsientov-slozhnoy-ekonometricheskoy-modeli> (date of request: 10.03.2021).

STUDY OF THE INFLUENCE OF DIFFERENT FACTORS ON TUMOR GROWTH ON A MODEL OF TRANSPLANTED EHRlich'S MAMMARY GLAND ADENOCARCINOMA

Savluchinskaya L.A., Ryzhova N.I., Deryagina V.P., Krivosheeva L.V., Khitrovo I.A.

*N.N. Blokhin National Medical Research Centre of Oncology, Ministry of Health of Russia,
Moscow, e-mail: blood-research@yandex.ru*

When conducting preclinical studies, it is necessary to use appropriate experimental models, which can further increase the effectiveness of anticancer therapy. The review showed the relevance of using Ehrlich's mammary gland adenocarcinoma (EAC) model for this purpose, represented by two strains (subcutaneous and ascites). In this model, a large number of substances have been successfully tested and their potential antitumor effect has been identified. The use of EAC has been expanded to include the study of agents such as tumor necrosis factor, as well as nanoparticles as targeted drugs. This model was used to study the unstructured protein apoptin of the chicken anemia virus (ApoA-1), which is capable of causing the death of tumor cells. Molecular mechanisms of carcinogenic action, including expression, angiogenesis and apoptosis in tumors, were studied using the example of the investigated factors tested on the EAC. The cell cycle and the role of macrophages in the tumor growth and inflammation have been investigated under the influence of potential anticancer agents. The review provides examples of the use of the EAC model in testing natural drugs that help overcome the toxicity and drug resistance of chemotherapeutic agents. The successful use of EAC has been shown in the study of various types of anticancer therapy (photodynamic, radiation, magnetic).

Keywords: Ehrlich's mammary gland adenocarcinoma, tumor growth, chemical and physical factors

Over the past decade, thanks to the success of fundamental and experimental sciences, data have been obtained that concretize and expand the understanding of oncopathogenesis. Advances in molecular biology have made it possible to deepen the understanding of the mechanisms of malignant transformation and metastasis, to identify and study potential targets for the action of pathogenetic drugs [1].

At the same time, increasing the effectiveness of chemotherapeutic treatment continues to be an urgent task. The potential therapeutic potential of a number of known pharmacological agents and new chemical compounds for the prevention and treatment of malignant tumors remains unclear. Thus, there is a need to search and use models that can most fully predict the clinical response when testing compounds under study. Such models should have the necessary potential not only to confirm cytotoxic activity, but also to obtain broader information about the mechanisms of antitumor action (including molecular ones), safety assessment, dose level and regimen, as well as the effectiveness of combinations of test compounds.

One of the approaches is the use of transplanted tumors as such models, which are still actively used to identify antitumor compounds. Information about the study of the interaction of the model with the compounds tested on it can contribute to obtaining new data not only on the properties of the tested agents, but also allows one to evaluate the biological characteristics of the experimental models used. The use of tumor strains transplanted into mice has a number of advantages: they are highly reproducible, can be stored for a long time, are easily transplanted to animals, and at the same

time retain their initial histopathological characteristics. Ehrlich's mammary gland adenocarcinoma (EAC) is one such model.

According to the histological structure, it is a spontaneous undifferentiated adenocarcinoma of the mammary gland of a mouse, usually used as an experimental tumor by subcutaneous transplantation of tumor tissue into mice. It lends itself well to transplantation, multiplies rapidly, and is 100% malignant [2, 3]. The model has proven itself well in the development of antitumor agents, as well as for obtaining the necessary information to understand the mechanisms of the inhibitory effect on tumor growth. The use of this sensitive model made it possible to test on it a large number of different compounds with potential antitumor properties in order to obtain new information on the possible mechanisms of their inhibitory action on tumor growth. The results of studying the molecular mechanisms underlying the inhibitory action of the compounds are analyzed, and a search is made for possible therapeutic targets that can be used in subsequent chemotherapeutic treatment. The results of studies carried out on the EAC model and summarized in this review will allow a deeper assessment of the prospects for its preclinical use. First of all, due to the possibilities of studying antitumor mechanisms, the action of which is carried out by influencing the main processes of carcinogenesis, suppressing cell proliferation, stimulating apoptosis in transformed cells, as well as by increasing antitumor immunity.

Chemical factors

Improving the effectiveness of chemotherapeutic treatment continues to be an urgent

task of oncopharmacology. The use of molecular hybridization of anticancer compounds allows the development of new drugs that can demonstrate better affinity for tumor cells and less severe side effects.

Acridine derivatives have attracted the attention of researchers because they have antitumor, antibacterial and antiviral properties. The resulting hybrid thiophene-acridine compound was tested in an EAC model and showed a significant reduction in tumor volume and cell viability. As a result, the compound was characterized as possessing potential antitumor properties, the cytotoxicity of which may be associated with the action of nitric oxide (NO) [4].

Another new compound, spiroacridine (at doses of 12.5, 25 or 50 mg/kg given intravenously), after seven days of treatment showed inhibitory effects on EAC growth, cell cycle, angiogenesis, and inflammation. The compound actively reduced the total number of viable cancer cells and the density of peritumoral microvessels, and also caused an increase in the G1 subpeak and the level of the Th1 cytokine profile. The antitumor effect of the drug can be explained by the modulating effect of the immune system on the Th1 cytokine profile and a decrease in the process of angiogenesis in the tumor [5].

The Ehrlich ascites carcinoma model has been successfully used to study the antitumor activity of a new analog of amsacrine – N' - (2-chloro-6-methoxyacridin-9-yl) -2-cyano-3- (4-dimethylaminophenyl) acryloyldrazide (ACS-AZ10). It should be noted that amsacrine has pronounced side effects, including those caused by the development of resistance and low bioavailability. The new analogue amsacrine (ACS-AZ10) demonstrated greater antitumor activity compared to amsarkin due to a significant decrease in tumor mass and volume, viability of tumor cells and their total number. The arrest of the cell cycle and a decrease in the density of microvessels were also noted, which indicates its antiangiogenic effect [6].

A study [7] used EAC cells to induce subcutaneous tumors in 129 / SvJ mice to study the effect of tumor on cardiac muscle function. EAC mice exhibited a significant decrease in left ventricular wall thickness, decreased ejection fraction, and severe muscle atrophy. In this model, the key signaling molecule mTOR, which is responsible for maintaining cell growth and autophagy, was suppressed. The same mechanism was observed in cancer patients in the course of tumor growth. Increased expression of transcription factors TFEB and

FoxO3a, which are involved in the regulation of the activation of genes for muscle atrophy, genes for lysosomal biogenesis, and genes for autophagy, was observed in the heart muscle of mice with tumors.

Thus, the authors showed that Ehrlich's subcutaneous adenocarcinoma causes cardiomyopathy in mice, which is associated with atrophy, fibrosis, and dysfunction of the heart; similar changes in the cardiovascular system are observed in cancer patients. It is expected that this model can be successfully used to identify potential therapeutic targets in the treatment of heart failure in patients with cancer and during chemotherapy.

Treatment of cancer patients with cytostatics leads to their pronounced toxic effect on healthy tissues. In an experiment carried out in mice, the possibility of using mTOR rapamycin (RAP) as an inhibitor was shown, which can reduce the adverse effects of paclitaxel on normal crypts of the jejunum in the presence of transplanted EAC [8].

As an experimental model, Ehrlich's mammary gland adenocarcinoma was used to study tumor necrosis factor (TNF-alpha) [9]. A new approach has been proposed to enhance the antitumor activity of TNF-alpha by extracorporeal removal of soluble receptors. The authors believe that such an increase in endogenous TNF-alpha activity can provide increased death of tumor cells without concomitant systemic toxicity and be one of the approaches to cancer treatment [10].

Lewis lung carcinoma and Ehrlich's mammary gland adenocarcinoma were used to study a composite preparation containing TNF-alpha and hematoporphyrin derivatives (PGP). The data obtained indicate that the complex drug was characterized by increased antitumor activity in comparison with its individual components. It inhibited both the primary tumor node and the metastatic process. The complex drug (TNF-alpha + PGP) is less toxic than the isolated form of TNF-alpha [11].

Nanoparticles and other factors

The drugs developed on the basis of nanoparticles are effective, provide minor side effects and have a targeted effect on tumor cells. The most commonly used materials for the preparation of nanoparticle carriers are dendrimers, polymers, liposomes, micelles, inorganic, organic nanoparticles. For example, anti-Mir-191 (Mir-191 – oncogenic microRNA expressed in breast cancer), loaded onto the liposomal complex of stearylamine, significantly increased the sensitivity of breast cancer

cells to chemotherapy compared to drugs such as doxorubicin or cisplatin, if they were used in a free state [12].

On the transplanted EAC, studies were carried out using a complex lipid preparation based on the micellar form of cisplatin and a nanoferrromagnet. An inhibitory effect on tumor growth and an insignificant toxic effect at the cellular and tissue levels were revealed. The use of this model made it possible to explain the mechanism of the inhibitory action of the drug due to the activity of connective tissue cells, as a result of which the tumor node was replaced by 60% with connective tissue cells [13]. The use of such composite drugs in clinical practice confirmed the observations noted in the experiments. Such drugs were characterized by a reduced toxic effect and increased prolonged antitumor action, with targeted delivery to target organs [14].

The results obtained on another experimental model, Guerin's carcinoma, also indicate that cisplatin in liposomal form has a higher specificity of antitumor action than the free form of cisplatin, both in susceptible and resistant animals with carcinoma in relation to cisplatin [15]. Lipid platinum chloride nanoparticles (LPC NPs) encapsulated with cisplatin have also shown promising anticancer effects in models of melanoma, bladder and liver cancer [16].

To determine the genotoxic and cytotoxic effects of AgNP in mice with EAC, various concentrations of AgNP (6, 24, and 48 mg/kg) were used, which were administered intraperitoneally (IP) and intratumoral (IT) methods. It has been shown that AgNP significantly increases (0.5-5 times) the level of malondialdehyde (MDA) and reduces the activity (32-64%) of superoxide dismutase (SOD). In addition, AgNP caused a 2-3 fold increase in comet parameters (comet analysis), such as the percentage of tail DNA. Under the action of AgNPs, the tumor volume decreased by about 31-95% compared to the control. The results obtained showed that AgNPs have cytotoxic and genotoxic effects against Ehrlich's tumors. This confirms the antitumor properties of AgNPs [17].

Nanobiotechnology is a new alternative method for the synthesis of biocompatible nanoparticles. Phycobiliprotein was used in [18] for the synthesis of silver nanoparticles. In order to optimize the synthesis, phycoerythrin was used, extracted from the cyanobacteria *Nostoc carneum* using FCCD (centrally centered composite design). To characterize the synthesized AgNPs, they were studied and

shown that it has a cytotoxic effect on normal cell cultures and human breast cancer cells. More informative results were shown using Ehrlich's ascites carcinoma (EAC). It was concluded that the phycoerythrin protein has the ability to synthesize AgNPs, which have antibacterial, antihemolytic, cytotoxic activity in vitro and in vivo. It was previously reported that AgNP had anticancer efficacy against Ehrlich carcinoma in mice due to its potential oxidative damage effect, evidenced by increased levels of malondialdehyde (MDA) and H_2O_2 in solid tumor tissue, indicating lipid peroxidation and free radical production in the tumor and induction of apoptosis through activation of caspases [19].

Thus, modern methods for the synthesis of nanoparticles and advances in nanotechnology have created the prerequisites for their biological and medical applications. The results, received on the ACE model, showed that nanoparticles can change the functional activity of not only normal, but also transformed cells due to transmembrane transport into the cell. Also the possibility of their use for targeting angiogenesis in various types of cancer, as well as for remodeling the tumor microenvironment in order to improve cancer immunotherapy has been shown. The transplanted EAC strain turned out to be a convenient model for experimental evaluation of new dosage forms – fluorescent nanoparticles and their ability to bind to tumor cells. The use of the methods of luminescence microscopy and spectroscopy made it possible to establish that the synthesized nanoparticles of rare-earth elements (spindle-shaped, spherical and rod-shaped) have an antitumor effect in vivo. The mechanism of realization of the antitumor effect in vivo also depended on the concentration of nanoparticles. It was shown that spindle-like nanoparticles at a concentration of 0.87 g/L maximally inhibited the development of the tumor process, while in vitro, only spherical and spindle-shaped ones were able to distinguish between cancer stem cells [20].

One of the main aspects of modern oncology is the targeted transport of drugs to target tumor cells, which reduces the dose load without losing effectiveness. Ehrlich's ascites carcinoma was used to study the antitumor activity and safety of a new targeted drug, dactinomycin. The target for the action of the drug vector protein was the alpha-fetoprotein (AFP) receptor, and a recombinant glycoprotein was used as the vector. The advantage of targeting the drug to alpha-fetoprotein was that AFP receptors are found only in tumor cells, and they are absent in normal cells. Thus, the study carried

out on this model confirmed the possibility of using this drug for targeted drug delivery to tumor tissue, which led to a significant decrease in the effective dose and toxicity [21].

The development of targeted drugs, including those using transgenes, is a priority in the treatment of cancer patients. The Ehrlich ascites carcinoma model made it possible to study the possibility of cell transfection using the lipofectamine 2000 protein, which is represented by apotxin (ApoA-1) and a transfection reagent. The authors showed the possibility of transfection and high cytolytic activity of apotxin in relation to the process of apoptosis of tumor cells. The use of the EAC model for these purposes was carried out for the first time. The creation of artificial liposomes containing high density lipoproteins (HDL) and their protein component ApoA-1 as a method for promising drug delivery is of undoubted interest [22].

Macrophages and intracellular calcium

The spectra of intracellular proteins of tumor-associated macrophages and peritoneal macrophages of healthy mice differ in the content of apolipoprotein (APO-E), as shown by the example of Ehrlich's mammary gland adenocarcinoma. This model has also been used to study the role of macrophages in the regulation of protein biosynthesis in normal and tumor cells under the action of high density lipoproteins (HDL) and cortisol. The results obtained showed that APO-E can play the role of negative feedback in the dynamics of the mechanism of protein biosynthesis in tumor cells [23].

The data obtained by the authors were confirmed by other works in which the participation of macrophages in tumor progression was studied. Studies have shown that the effect of macrophages on tumor growth may be determined by their ability to produce ROS, NO-radicals, and a number of cytokines.

In experiments on mice with subcutaneous EAC transplantation, we studied the features of NO synthase expression depending on the growth rate of EAC. Immunohistochemical determination of enzymes was performed in tumors with different growth rates. It was shown that iNOS expression was detected in tumors with a higher growth rate at each growth period. More pronounced tumor progression was accompanied by an increase in the expression of both iNOS and eNOS. In tumors with a slower growth rate, iNOS expression was practically not detected. Expression of NO synthase depends on many factors, including an increased load of NO on tumor cells and phenotypic characteristics of target cells [24].

The regulation of tumor growth by macrophages is usually considered from two points of view – inhibitory and stimulating activity. APO-E can be one of the factors in the implementation of the antitumor effect. It follows from the literature that APO-E can suppress cell proliferation in various tissues, including tumor ones. It is also able to reduce gene expression through the β -catenin Wnt-signaling pathway, the activation of which plays an important role in carcinogenesis. Thus, depending on the implementation of the synthesis activation program, cell proliferation can be suppressed, or HDL and steroid hormones can be absorbed with the formation of a biologically active complex that enhances protein biosynthesis in tumor cells and APO-E secretion [25].

Intracellular calcium (Ca^{2+}) is a mediator that regulates proliferation, differentiation and apoptosis in tumor cells. In addition to it, ROS and pH are involved in these processes. These factors (Ca^{2+} , ROS, pH) are interrelated. The study of inhibition of proliferation processes is important for the study of the mechanisms of carcinogenesis and cancer prevention. For this purpose, the EAC ascites model was used, which is a rapidly multiplying population of cells and has receptors on the cell surface capable of regulating intracellular transport and the concentration of calcium ions Ca^{2+} [26, 27].

The results obtained for the first time on the EAC model show that the dynamics of the content of Ca cations in ascites cells depends on the presence of reactive oxygen species. The amount of Ca cations depends on the phase of tumor growth, and their supply is carried out by calcium cations from different sources – intracellular depots or extracellular space. A relationship was also found between intracellular signaling parameters such as Ca^{2+} , NAD (P) H and pH. The authors conclude that the data obtained may indicate that during chemotherapy treatment, depending on the stage of tumor growth, instead of the cytotoxic effect, hyperproliferation may develop, aggravating the course of the oncological process [28, 29].

Natural compounds

The effect of herbal biologics with the potential to increase the effectiveness of anticancer therapy has also been studied in the EAC model. A significant amount of data has been obtained on the use of these drugs as chemotherapy modifiers [30].

This model made it possible to identify a number of substances with antioxidant, antimutagenic and antiangiogenic properties. These properties of the studied drugs were explained

by the presence of certain compounds, such as natural polysaccharides, polyprenols (PP), fullerols and aconites. Their action increased antitumor resistance. An increase in the induction of interferon (IFN) in the blood serum of animals with Ehrlich's mammary gland adenocarcinoma was revealed in animal experiments when studying polyprenol (a preparation obtained from the needles of the common spruce *Picea abies* (L.) Karst). Combined therapy with polyprenol and cyclophosphamide (CF) in the EAC model increased the lifespan of mice by 50% compared to the control and by 25% compared with the use of CF and reduced the toxic effect of the cytostatic without reducing its antitumor activity [31].

An aqueous suspension of Shiitaki mushrooms (*Lentinus edodes*) was studied on a transplanted EAC model. It was shown that the main component of the suspension, the polysaccharide lentinan, inhibiting tumor growth by 42-53% ($p < 0.05$), activated nonspecific antitumor protection by stimulating the functional activity of peritoneal macrophages [32].

The development of anticancer drugs of plant origin is actively used at the present time, therefore, experimental studies aimed at assessing their biological, cytotoxic and antitumor activity are of great interest for researchers. Various models are used for these purposes, including the Ehrlich's mammary gland adenocarcinoma model (EAC).

Extracts from leaves, rhizomes and other parts of medicinal plants widely used in folk medicine, have shown pronounced antitumor activity against adenocarcinoma cells [33, 34]. The extracts had an inhibitory effect on EAC, significantly reducing tumor volume. When exposed to human cell cultures (cell lines of the mammary gland, liver and larynx), they caused an antiproliferative effect. In addition, in an experiment on mice with tumors, a decrease in the level of malondialdehyde (MDA) and an increase in the levels of superoxide dismutase and catalase in the liver tissue were observed under the influence of the studied natural plant products [35, 36].

Piperine is an amide alkaloid that has antitumor activity, but is highly toxic. The antitumor activity of a modified analogue of piperin (pipranate N) was studied after intraperitoneal and intravenous administration on Ehrlich carcinoma cells [37].

The study showed a decrease in the viability of tumor cells and the density of peritumoral microvessels; in addition, an increase in the level of the cytokine profile of Th1 helper T-lymphocytes, the content of reactive oxygen

species and the production of nitric oxide was observed. Thus, the piperine analog studied in this model showed low toxicity, and its antitumor effect included modulation of the immune system to the Th1 cytotoxic profile. A similar effect on enhancing the antitumor effect was obtained by combining natural polysaccharides (pectins, chitosans) with cyclophosphamide (CP) [38].

The antitumor effect of the combination of fucoidans from the sulfated polysaccharide family with cyclophosphamide (CF) was shown in the EAC model. The inhibition of vascular development in the tumor and the antimetastatic effect of fucoidan were noted. In addition, anticoagulant, antithrombotic, antiviral and anti-inflammatory activity of the drug was observed in mice with tumors, and a decrease in the fixation of *Helicobacter pylori* on the gastric mucosa was noted [39].

In combination with CF, the antitumor activity of the components of the polyphenolic complex of the herb *Zostera marina*, studied in prophylactic and therapeutic modes, has been shown [40]. Tincture of *Aconite soongaricum* showed the presence of antitumor and antimetastatic activity in the study on the experimental EAC model. The authors believe that with further improvement, its use may be useful in clinical practice [41].

The immunomodulatory properties of BioBran's arabinoxylan, derived from rice bran extract, were investigated in Ehrlich's mammary gland adenocarcinoma. It has been shown that the mechanism of its antitumor action is associated with the ability to influence such parameters as apoptosis, tumor necrosis factor alpha, gamma-interferons, immunosuppressive cytokine (interleukin-10) [42].

According to the results of a study [43], a modified drug BioBran / MGN-3 can complement cancer chemotherapy. The data obtained on the EAC model indicate the possibility of their further study in clinical practice as potential candidates for improving the quality of life of cancer patients.

Physical factors

In clinical practice, research is being actively carried out on methods of treatment using radiation and photodynamic therapy (PDT) and magnetic fields. The mechanisms of their effect on a wide range of tumors are being studied. Transplantable Ehrlich's mammary gland adenocarcinoma has proven successful for this type of experimental study. This model was used to study the process of the effect of PTD on the dynamics of tumor damage. It has

been shown that when the tumor is exposed to the following changes occur in sequence: microcirculation disturbance, necrotic changes, hypoxia. All this took place against the background of the formation of scar tissue [44].

When carrying out chemotherapeutic treatment, patients often develop resistance to the drugs used. To prevent such phenomena, it is necessary to study dose-dependent effects, including with the involvement of experimental studies. Analysis of literature sources showed that such studies were successfully performed on transplanted tumors (for example, EAC). In experiments on F_1 (NEAxC₅₇BL/6) mice, which were transplanted with Ehrlich ascites carcinoma cells, a model was developed to study the effect of radiation exposure on antitumor resistance [45].

Post-radiation injuries are common in patients with malignant neoplasms who have received effective radiation therapy [46]. Therefore, there is a need for techniques that can prevent the adverse effects of radiation. An eNOS inhibitor was used that significantly reduced radiation damage to the skin in animals with Ehrlich's mammary gland adenocarcinoma. The effectiveness of radiation therapy has not decreased [47].

Another study examined the effects of different modes of exposure to electromagnetic radiation on animals with solid adenocarcinoma. A pronounced dependence of the effect on the dose of exposure and the possibility of obtaining a persistent antitumor effect are shown. It was concluded that the mechanisms of radiation antitumor action may be associated with a change in the immune status of the organism [48].

At present, the phenomenon of the antitumor effect of weak magnetic fields and their mechanism continues to be studied. The combined effect of constant and alternating low-frequency magnetic field mechanisms has been studied in Ehrlich ascites carcinoma cells. It has been shown that the effect of magnetic fields of different frequencies affects the processes of apoptosis and necrosis, as well as the flutter of the plasma membrane and the production of nitric oxide [49].

The production of nitric oxide (NO) plays an important role in the effect of magnetic fields on tumor growth. From the literature data, it follows that under the influence of NO, the expression of the heat shock proteins Hsp90, which provides antioxidant protection, as well as the nuclear protein P53, increases. In this case, there is an active expression of Bcl-2 proteins, which determine the cytotoxic activity

of macrophages. Under the action of magnetic fields on animals with tumors, the survival period of experimental animals increases, which may be associated with the effect on cells at an early stage of apoptosis. At the same time, it was found that an increase in the amount of NO, which is produced by tumor cells, can stimulate tumor growth and thus suppress the activity of intratumoral T-lymphocytes, which is an unfavorable factor [50].

Conclusion

Thus, the review summarizes data based on numerous studies confirming the feasibility of using the model Ehrlich's mammary gland adenocarcinoma for the following purposes:

- possibility of studying the molecular mechanisms of inhibition of tumor growth was shown using the examples of the tested compounds. This model allows one to identify the mechanisms of the therapeutic effects of the compounds, which are mediated by inhibiting cell proliferation and angiogenesis, inducing apoptosis, increasing the level of P53 protein, suppressing the nuclear factor kappaB, decreasing the expression of genes for oxidative stress and decreasing the expression of EGFR;

- study of the antitumor activity of new chemotherapeutic drugs and / or herbal drugs, allows to identify with their help antitumor, antioxidant, antiangiogenic and antimutagenic properties of the substances under study. Allows you to assess their potential as new candidates for cancer treatment or as modifiers of the antitumor effect in order to increase the effectiveness of chemotherapeutic treatment and reduce the toxic effect of cytostatics in an experimental study;

- this model can be used in the study of targeted drugs, enhanced by the action of a transgene, which increases the possibility of targeted delivery to tumor tissue and significantly enhances the therapeutic effect of chemotherapy;

- with the use of EAC, the presence of cytotoxic, genotoxic and antioxidant properties of nanoparticles was shown and their directed transport to tumor cells was studied. The possibilities of using nanoparticles for targeting angiogenesis were investigated and determined, the relationship between the shape and size of nanoparticles and the ability of transmembrane penetration into tumor cells have been shown. The data obtained on the EAC model can supplement clinical and experimental studies for the development of effective tactics for the treatment of tumor diseases;

– the role of macrophages in the regulation of tumor growth in the EAC model can be considered both in terms of inhibitory and stimulating activity;

– the subcutaneous Ehrlich's mammary gland adenocarcinoma can be used to study tumor cardiomyopathy due to the similarity of phenotypic features in the heart of mice and in cancer patients and the mechanisms of damage to the heart muscle due to the suppression of mTOR, a key signaling molecule. The resulting model can be used to identify potential therapeutic targets that may be present in cancer patients at risk of developing cardiomyopathy and in the presence of cardiac side effects during chemotherapy;

– The Ehrlich's mammary gland adenocarcinoma model can be used to study the effect of PDT on a tumor. This allows you to study the processes of damage to tumor tissue, microcirculation disorders and the formation of scar tissue;

– certain modes of exposure to radiation can be worked out on the EAS model, which makes it possible to study the dose-dependent effect of magnetic fields on tumor growth;

– experimental data obtained on this model using physical factors of influence may contribute to their wider use in the treatment of tumors.

References

1. Anfimov P.M. Targeted sequencing and peripheral monitoring in oncology // Materials of the 2nd All-Russian conference on molecular oncology (in Rus). Advances in Mol Oncol. 2016. Vol. 4(3). P. 13.; URL: <http://www.tnimc.ru/nauka/uchastie-v-konferentsiyakh/russian-conference/6-8-dekabrya-2016-g-iivserossiyskaya-konferentsiya-po-molekulyarnoy-onkolo>.
2. Laronov L.F. Himioterapiya zlokachestvennyh opuholej (in Rus). M. Medicina.: 1962. 463 p.
3. Ozaslan M, Karagos I.D., Kils I.H. and Guldur M.E. Erlich ascites carcinoma // Apr J Biotech. 2011. Vol.10 (13). P. 2375-2378.
4. Thais Lisboa, Daiana Silva, Sâmia Duarte, Rafael Ferreira, Camyla Andrade, Ana Luiza Lopes, Juliana Ribeiro, Davi Farias Ricardo Moura, Malu Reis, Karina Medeiros, Hemerson Magalhães, Marianna Sobral // Toxicity and Antitumor Activity of a Thiophene-Acridine Hybrid // Molecules. 2019. Vol. 25 (1). 64. DOI: 10.3390/molecules25010064.
5. Daiana K Frade Silva, Sâmia S Duarte, Thais M H Lisboa, Rafael C Ferreira, Ana Luiza de O Lopes, Deyse C M Carvalho, Sandra Rodrigues-Mascarenhas, Patricia Mirella da Silva, Miguel A S Pinheiro Segundo, Ricardo O de Moura, Karina C P Medeiros, Marianna V Sobral. Antitumor effect of a novel Spiro-Acridine compound is associated with up-regulation of Th1-type responses and antiangiogenic action // Molecules. 2019. Vol. 25(1). 29. DOI: 10.3390/molecules25010029.
6. Vivianne Mendes Manguiera, Tatianne Mota Batista, Monalisa Taveira Brito Tatyanna Kelvia Gomes de Sousa, Ryldene Marques Duarte da Cruz, Renata Albuquerque de Abranches, Robson Cavalcanti Veras, Isac Almeida de Medeiros, Karina Karla de Paula Medeiros, Ana Ligia da Costa Pereira, Vanessa de Lima Serafim, Ricardo Olimpio de Moura, Marianna Vieira Sobral. A new acridine derivative induces cell cycle arrest and antiangiogenic effect on Ehrlich ascites carcinoma model // Biomed Pharmacother. 2017. Vol. 10. P. 253-261. DOI: 10.1016/j.biopha.2017.03.049.
7. Sneha Mishra, Ankit Kumar Tamta, Mohsen Sarikhani, Perumal Arumugam Desingu, Shruti M Kizkekra, Anwit Shrinivas Pandit, Shweta Kumar, Danish Khan, Sathees C Raghavan, Nagalingam R Sundaresan. Subcutaneous Ehrlich ascites carcinoma mice model for studying cancer-induced cardiomyopathy // Sci Rep. 2018. Vol. 8(1). 5599. DOI: 10.1038/s41598-018-23669-9.
8. Yurova M.N., Tyndyk M.L., Gubareva E.A. Study of the combined action of paclitaxel and rapamycin on the model of Ehrlich's transferable tumor // Modern approaches to the development of antitumor drugs: Materials of the 4th All-Russian conference on molecular oncology (Moscow, 17-19 december 2018). Advances in Mol Oncol. (in Rus.). 2018. Vol. 5(4). P. 84.
9. Farma JM, Puhlmann M and Soriana PA. Direct evidence for rapid and selective induction of tumor neovascular permeability by tumor necrosis factor and moved deliberative colloidal gold, bound tumor necrosis factor // Int J Cancer. 2007. Vol. 120 (11). P. 2474-2480.
10. Steven F Josepshs, Thomas E Ichim, Stephen M Prince, Santosh Kesari, Francesco M Marincola Anton Rolando Escobedo, Amir Jafri. Unleashing endogenous TNF-alpha as a cancer immunotherapeutic // J Transl Med. 2018. Vol. 16(1). 242. DOI: 10.1186/s12967-018-1611-7.
11. Sysoeva G.M., Danilenko E.D., Gamaley S.G., Bate-neva A.V., Romanov V.P., Masycheva V.I. Anti-tumor activity of composite agent comprising tumor necrosis factor alpha with hematoporphyrin derivatives // Siberian Journal of Oncology. (in Rus.). 2010. Vol. 6. P. 36-41.
12. Shivani Sharma, Vinoth Rajendran, Ritu Kulshreshtha, Prahlad C Ghosh. Enhanced efficacy of anti-miR-191 delivery through stearylamine liposome formulation for the treatment of breast cancer cells // Int J Pharm. 2017. Vol. 530 (1-2). P. 387-400. DOI: 10.1016/j.ijpharm.2017.07.079.
13. Antipov S.A., Fedushchak T.A., Kokorev O.V., Geng E.A., Dambaev G.S., Ermakov A.E., Uymin M.A., Khlusov I.A. Antitumor in vitro and in vivo effects of lipid composites of cisplatin and ferromagnetic nanoparticles encapsulated by carbonic coating // Bulletin of Siberian Medicine (in Rus.). 2010. Vol. 1. P. 9-16. DOI: org/10.20538/1682-0363-2010-9-16.
14. Ivonin A.G., Pimenov E.V., Oborin V.A., Der-vishov D.A., Kopylov S.N. Directed drug transport: Current state of the issue and prospects // Izvestiya Komu nauchnogo centra Uro RAN (in Rus.). 2012. No. 9. P. 46-54.
15. Nosko M.M., Pivnyuk V.M., Solyanik G.I., Kulik G.I., Todor I.N., Momot V.Ya., Melnikov O.R., Ponomareva O.V. Biodistribution analysis of cisplatin in liposomal form in animals with cisplatin-resistant and cisplatin-sensitive carcinoma // Exp Oncol. 2010. Vol. 32(1). P. 40-43.
16. Eka-Putra Gusti-Ngurah-Putu, Leaf Huang, Yih-Chih Hsu. Effective Combined Photodynamic Therapy with Lipid Platinum Chloride Nanoparticles Therapies of Oral Squamous Carcinoma Tumor Inhibition // J Clin Med. 2019. Vol. 8(12). 2112. DOI: 10.3390/jcm8122112.
17. Monira M Rageh, Reem H El-Gebaly, Marwa M Afifi. Antitumor activity of silver nanoparticles in Ehrlich carcinoma-bearing mice. // Naunyn Schmiedeberg's Arch Pharmacol. 2018. Vol. 391(12). P. 1421-1430. DOI: 10.1007/s00210-018-1558-5.
18. El-Naggar, N. E.-A., Hussein, M.H., & El-Sawah, A.A. Phycobiliprotein-mediated synthesis of biogenic silver nanoparticles, characterization, in vitro and in vivo assessment of anticancer activities // Scientific Reports. 2018. Vol. 8(1). 8925. DOI: 10.1038/s41598-018-27276-6.
19. El Bialy B.E., Hamouda R.A., Khalifa K.S., Hamza H.A. Cytotoxic effect of biosynthesized silver nanoparticles on Ehrlich ascites tumor cells in mice // Int. J. Pharm. 2017. Vol.13. P.134-144. DOI: 10.3923/ijp.2017.134.144.
20. Goltsev A.N., Babenko N.N., Gaevskaya Yu.A., Bondarovich N.A., Ostankov B.V. and Chelombitko O.V. Application of nanoparticles based on rare earth orthovanadates elements to inactivate Ehrlich carcinoma growth // Biotechnologia Acta (In Ukraine). 2015. Vol. 2. No. 8(4). P. 113-121. DOI: 10.15407/biotech8.04.113.
21. Krugly B.I., Nicholas E.D., Severin E.S., Barseg-yan G.G., Yabbarov N.G., Tereshchenko O.G., Dunin O.A., Zennin V.A., and Tulaev A.I. The comparative study of anti-tumor activity and safety of the novel protein-targeted actinomycin series on experimental tumor models in mice // Oncopediatria (in Rus.). 2016. Vol. 3(3). P. 188-199. DOI: 10.15690/onco.v3i3.1597.
22. Ryabchenko A.V., Tverdokhlebo N.V. and Knyazev R.A. Ehrlich ascitic carcinoma cells as a model for transfection – in vitro // Fundamental'nye issledovaniya. (in Rus.). 2014. Vol. 5(6). P. 1213-1217.; URL: <https://fundamental-research.ru/en/article/view?id=34069>.

23. Sumenkova D.V., Knyazev R.A., Polyakov L.M. and Panin L.E. The role of macrophages in regulation of biosynthesis of proteins in cells of Ehrlich carcinoma // *Siberian Journal of Oncology* (in Rus.). 2010. Vol. 2(38). P. 30-34.
24. Deryagina V.P., Ryzhova N.I., Savluchinskaya L.A., Golubeva I.S. and Khochenkov D.A. Features of expression of NO-synthases (iNOS and eNOS) during of Ehrlich carcinoma growth depending on the grows rate // *Vestnik Onkologicheskogo Centra* (in Rus.) 2018. Vol.29(1-2). P. 40-44.; URL: ELibrary.RU <https://elibrary.ru/item.asp?id=36433797>.
25. Chen Y, Song Y, Du W, Gong L, Chang H, Zou Z. Tumor-associated macrophages: an accomplice in solid tumor progression // *J Biomed Sci*. 2019. Vol. 26(1). 78. DOI: 10.1186/s12929-019-0568-z.
26. Chun-Qing Song, Da-Zhuang Sun, Yong-Min Xu, Chen Yang, Quan Cai, Xue-Song Dong. Effect of endoplasmic reticulum calcium on paraquat-induced apoptosis of human lung type II alveolar epithelial A549 cells // *Mol Med Rep*. 2019. Vol. 20(3). P. 2419-2425. DOI: 10.3892/mmr.2019.10469.
27. Kondakova I.V., Kokurina G.V., Smirnova L.P. and Borunov E.V. Regulation of tumor cell proliferation and apoptosis by free radicals // *Siberian Journal of Oncology* (in Rus.). 2005. Vol. 1. P. 58-61.
28. Zamay, T.N., Zamay, A.S. Influence of ATP on Ehrlich ascites carcinoma cell free cytoplasmic calcium concentration in the course of tumor growth // *Biochemistry* (Moscow). 2006. Vol. 71. P. 1090-1095.
29. Pallichankandy S, Galadari S, Rahman A and Thayyullathil F. Reactive oxygen species and cancer paradox: To promote or to suppress // *Free Radic Bio Med*. 2017. Vol. 104. P.144-164. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2017.01.004.
30. Tursunova N.V., Churin B.V. and Klinnikova N.G. Antitumor activity of compounds of natural origin // *Modern Problems of Science and Education* (in Rus.). 2018. Vol. 5; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28056>. DOI: 10.17513/spno.
31. Urazova L.N., Sultanov V.S., Kuznetsova T.I., Nechaev K.A., Roshchin V.I., Nikitina T.V. Anti-tumor activity of the drug Ropren. Polyphenols in Oncology // *Development of scientific research and surveillance of infectious diseases: Proceedings of the International conference* (St. Petersburg May 18-20 2010). FSIS held them. Pasteur of Rospotrebnadzor (in Rus.). 2010. Vol. 148.; URL: <https://tayga8.com/science/>.
32. Deryagina V.P., Ryzhova N.I., Razin A.N., Trukhanova L.S., Filippova I.A., Kiseleva T.V., Bocharova O.A. Experimental study of the effect of *Lentinus edodes* (Shiitake) on tumor growth in mice using models of transplantation and chemical carcinogenesis // *Russian Journal of Oncology* No. 2009. Vol. 1. P. 33-38.
33. Marina Khatun, M Rowshanul Habib, M Ahasanur Rabbi, Ruhul Amin, M Farhadul Islam, M Nurujjaman, M Rezaul Karim, M Habibur Rahman. Antioxidant, cytotoxic and antineoplastic effects of *Carissa Carandas* Linn. leaves // *Exp Toxicol Pathol*. 2017. Vol. 69(7). P. 469-476. DOI: 10.1016/j.etp.2017.03.008.
34. Emdad Hossain, Saikat Chakroborty, Ahmed Milan, Pronobesh Chattopadhyay, Subhash C Mandal, J K Gupta. In Vitro and in Vivo antitumor activity of a methanol extract of *Dregea Volubilis* leaves with its antioxidant effect // *Pharm Biol*. 2012. Vol. 50(3). P. 338-343. DOI: 10.3109/13880209.2011.600320.
35. Indrajit Karmakar, Narayan Dolai, R B Suresh Kumar, Biswakanth Kar, Sudipendra Nath Roy, Pallab Kanti Haldar. Antitumor activity and antioxidant property of *Curcuma Caesia* against Ehrlich's ascites carcinoma bearing mice // *Pharm Biol*. 2013. Vol. 51(6). P. 753-759. DOI: 10.3109/13880209.2013.764538.
36. Maram Hussein Zahra, Tarek A R Salem, Bishoy El-Aarag, Nermeen Yosri, Samah El-Ghlban, Kholoud Zaki, Amel H Marei, Aida Abd El-Wahed, Aamer Saeed, Alfi Khatib, Mohamed F AlAjmi, Abdulrahman M Shathili, Jianbo Xiao, Shaden A M Khalifa, Hesham R El-Seedi *Alpinia zerumbet* (Pers.). Food and medicinal plant with potential in vitro and in vivo anti-cancer activities // *Molecules*. 2019. Vol. 24(13). 2495. DOI: 10.3390/molecules24132495.
37. Jephesson Santos, Monalisa Brito, Rafael Ferreira, Ana Paula Moura, Tatyanna Sousa, Tatianne Batista, Vivianne Manguiera, Fagner Leite, Ryldene Cruz, Giciane Vieira, Bruno Lira, Petrônio Athayde-Filho, Helivaldo Souza, Normando Costa, Robson Veras, José Maria Barbosa-Filho, Hemerson Magalhães, Marianna Sobral. Th,-biased immunomodulation and in vivo antitumor effect of a Novel Piperine Analogue // *Int J Mol Sci*. 2018. Vol. 19(9). 2594. DOI: 10.3390/ijms19092594.
38. Zueva E.P., Razina T.G., Amosova E.N., Krylova S.G., Lopatina K.A., Efimova L.A., Safonova E.A., Rybalkina O.Yu., Khotimchenko Yu.S. Influence of chitosans with different molecular weights on the development of Ehrlich adenocarcinoma and the effectiveness of cyclophosphane in mice // *Tihookeanskij medicinskij zhurnal* (In Russian).2010; Vol. 2. P. 82-84; URL: ELibrary.RU <http://elibrary.ru/item.asp?id=16219931>.
39. Razina TG, Zueva EP and Amosova EN. Influence of fucoidan from the marine brown algae *Laminaria Japonica* on the development of Ehrlich adenocarcinoma and Lewis carcinoma and effect cyclophosphan in mice. *Tihookeanskij medicinskij zhurnal* (in Rus.). 2010. Vol.2. P. 36-39; URL:ELibrary.RU <http://elibrary.ru/item.asp?id=16219931>.
40. Zlobnova N.V. and Krivoshepa O.N. Studying the anti-tumor activity of components polyphenol complex of seagrass *Zostera Marina* in vivo // *Scientific almanac* (in Rus.). 2015. Vol. 8(10). P. 1025-1027; URL: ELibrary.RU <http://elibrary.ru/item.asp?id=24277306> DOI: 10.17117/na. 20015.08.1025.
41. Alephirov A.N., Bespalov V.G., Stukov A.N., Murazov Ya.G., Semenov A.L., Krupskaya E.O. Anti-tumor activity of Aconitum Soongaricum tincture on the Ehrlich carcinoma model // *Plant Resources* (in Rus.). 2012. Vol. 3. P. 428-442; URL: http://www.travolekar.ru/arch/rr_2012_ehrlich.pdf.
42. Nariman K Badr El-Din, Said K Areida, Kvan O Ahmed, Mamdooh Ghoneum. Arabinoxylan rice bran (MGN-3/Biobran) enhances radiotherapy in animals bearing Ehrlich ascites carcinoma // *J Radiat Res*. 2019. Vol. 60(6). P. 747-758. DOI: 10.1093/jrr/rrz055.
43. Soo Liang OO, Debbie McMullen and Terry Golombick. Evidence-based review of BioBran/ MGN-3 Arabinoxylan compound as a complementary therapy for conventional cancer treatment // *Integrative Cancer Therapy*. 2017. Vol. 17 (2). P. 165-178. DOI: 10.1177/1534735417735379.
44. Rostovtsev N.M., Pasternak A.E. and Kotlyarov N.A. Morphological changes in experimental tumors during photodynamic therapy // *Pediatricheskij Vestnik Iuzhnogo Urala* (in Rus.). 2015. Vol. 2. P. 46-49; URL: https://www.odkb74.ru/pdf/pediatricheskij_vestnyk/Pediatricheskij_vestnyk_Iuzhnogo_Urala%202015-2.pdf/87.
45. Ivanov A.A., Nasonova T.A., Darenskaya N.G., Dobrynina O.A. and Sidorovich G.I. Experimental model for the study of radiation suppression of antitumor resistance // *Radiatsionnaya Biologiya, Radioecologiya*, (in Rus.). 2009. Vol. 49(4). P. 449-455.
46. Balakin V.E., Shemyakov A.E., Zaichkina S.I., Rozanova O.M., Smirnova E.N., Romanchenko S.P., Sorokina S.S., Strelnikova N.S. The remote effects of radiation after hypofractionated irradiation with protons of Ehrlich ascites carcinoma in mice // *Biophysics* (in Rus.). 2017. Vol. 62(1). P. 161-167.
47. Samsonova A.S., Filimonova M.V., Korneeva T.S., Shevchenko L.I., Filimonova A.S., Makarchuk V.M. Possibilities of using the NOS inhibitor as a means of preventing radiation damage to the skin // *Advances in Molecular Oncology* (in Rus.). 2018. Vol. 5 (4): P. 103.
48. Andrew B Gapeyev I, Tatiana P Kulagina, Alexander V Aripovsky. Exposure of tumor-bearing mice to extremely high-frequency electromagnetic radiation modifies the composition of fatty acids in thymocytes and tumor tissue // *Int J Radiat Biol*. 2013. Vol. 89(8). P. 602-610. DOI: 10.3109/09553002.2013.784426.
49. Belsky Yu.P., Belskaya N.V., Danilets M.G., Trofimova E.S., Patrushev V.K., Agafonov V.I. Ehrlich tumor cells stimulate T- cells production of interferon -gamma and are resistant to autocrine nitric oxide // *Voprosy Onkologii* (in Rus.). 2004. Vol. 50(6). P. 689-692.
50. Snigereva A.V., Vrublevskaia V.V., Zhmurina M.A., Skarga Yu.Yu., Morenkov O.S. The mechanisms of stimulation of migration and invasion of tumor cells by extracellular heat shock protein 90 (eHsp 90) in vitro // *Biophysics*. (in Rus.). 2018. Vol. 63. P. 931-939. DOI: 10.1134/S0006302918060145.

PATRIOTIC EDUCATION OF CHILDREN OF SENIOR PRESCHOOL AGE THROUGH PROJECT ACTIVITIES

Okhlopkova O.S., Nikolaeva L.V.

*Pedagogical Institute of the North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov,
e-mail: o.okhlopkova31@gmail.com pimdo@mail.ru*

The paper presents the issues of patriotic education of children of senior preschool age based on the use of project activities. The purpose of the study: to reveal and experimentally substantiate the pedagogical conditions of patriotic education of children of senior preschool age in project activities. The article reveals the definitions of "patriotic education", "project activity", substantiates the practical significance of the study for the spiritual and moral education of children. The formation of patriotic feelings in preschool age is of great importance. An analysis of the definitions of various authors on the problem is given. The authors proceeded from the position that the organization of project activities has a huge potential in the formation of patriotic feelings and cooperation between adults and children. The preparation of projects helps to develop children's independent search for knowledge and use it in practice. Children develop cognitive activity, creativity, love and pride in the history of their native land. Experimental work was carried out on the basis of the senior group "Micheer" of MBDOU No. 89 "Parus" in Yakutsk. The article presents the materials of an experiment on the organization of patriotic education of preschool children in the process of working on the project. The description of the project passport, project implementation stages, expected results is given.

Keywords: patriotic education, preschool age, project activity, technology, love for the Motherland, traditions, spiritual and moral education

The fundamental basis for the future of our country and our children is patriotism. At the heart of this concept are unyielding values: love and respect for our Homeland and its traditions, the spiritual heritage of our ancestors and the multinational people, responsibility for our country and its future. The problem of spiritual and moral education of children is one of the key issues of modern society.

Unfortunately, the real situation that has developed in our country in the politics, economy and culture of Russia, it emphasizes the loss of patriotic consciousness among people. In this regard, the role of educating the younger generation in the spirit of patriotism and citizenship is significantly increasing. There is a growing need for the transformation of all spheres of society, both in the restoration and renewal of spiritual principles, a deep knowledge of our historical values, the heroic past of the Fatherland, high self-discipline, will and citizenship of people.

Without patriotism, it is impossible to raise a decent citizen, to develop a stable immunity from the negative effects of the surrounding reality. Patriotic education should begin with preschool age. In the Federal State Educational Standard for Preschool Education, great importance is attached to the formation of a sense of pride and love for the native land, people of labor, and veterans. In the year of the anniversary of the Victory in the Great Patriotic War, the theme of patriotism is the most relevant. Children should know about the exploits of Soviet soldiers during the Great Patriotic War, about fellow countrymen, grandfathers, great-grandfathers who fought for the Motherland. "No one is forgotten! Nothing is forgotten! "

is the motto of our memory. Search work, new research add to the history of our republic, the names of heroes, relatives, fellow countrymen who fought on the fronts of military operations and veterans of the home front, who worked for the cause of victory in the rear, come to life.

This problem is of great importance in the system of preschool education. It is in preschool childhood that such qualities as love for the Motherland, the history of the native land, war and home front veterans, and war children begin to form.

Patriotic education in kindergartens and preparatory groups should be carried out not only through theoretical information, but also through practical activities, which include various types of children's activities. We chose the organization of project activities.

The purpose of the study: To theoretically and practically substantiate the pedagogical conditions of patriotic education of children of senior preschool age through project activities.

Materials and methods of research.

The methodological basis of the research is the works of Vodovozova E.I., Kazakova A.P., Knyazeva O.L., Kozlova S.A., Komratova N.G., Kondrykinskaya L.A., Lugovinov V.I., Leonov N.N., Makhaneva M.D., Netochaeva N.V., Nikonova L.E., Pisareva A.E., Ragimova L.I., Sukhomlinsky V.A., Ushinsky K.D., etc.

Currently, the issues of educating the patriotism of the younger generation in the unstable and changing political situation in the world are raised. According to Aleshina N.V., " in modern conditions, when there are profound changes in the life of society, one of the cen-

tral areas of work with the younger generation is the education of the foundations of patriotism. In a period of instability in modern society, there is a need to return to the origins of their people, to their age-old traditions, to such eternal concepts as Homeland, native land, kin, kinship" [1].

Planning of project activities is carried out taking into account the age capabilities of children, their mental and individual characteristics. Project activities are implemented on the principle of "from simple to complex", consisting of thematic blocks. The main blocks are: "My family", "My pedigree", "My city", "My Russia", "Dear corner", "Defenders of the Fatherland", "No one is forgotten, nothing is forgotten", and others.

According to S.A. Kozlova, "patriotic education of preschool children is a purposeful process of pedagogical influence on the child's personality in order to enrich his knowledge about the Motherland, education of patriotic feelings, formation of skills and skills of moral behavior, development of the need for activities for the general benefit" [2].

"Patriotism (from the Greek "patris" – "homeland", "fatherland") means love for the fatherland, devotion to it, the desire to serve its interests by their actions. Elements of patriotism, in the form of attachment to the native land, language, traditions, are formed at an early age" [3].

"The first institution of education is undoubtedly the family. Parents tell the growing child about the history of the family in which he was born, because patriotism is, among other things, respect for the memory of their ancestors, because the history of the entire nation is formed from private stories. A child should know about how his ancestors lived, what they did, what trace they left in the history of their country... A good example is the march of the "Immortal Regiment", which takes place every time during the celebrations on May 9. We can observe how young children and teenagers together with adults carry portraits of their relatives who took part in the Great Patriotic War. We see pride and joy on the faces of young citizens, from which we can conclude that they have fully assimilated one of the foundations of patriotism – respect for the history of their country" [4, p. 61].

Of great importance in this matter is the use of the project method. One of the most interesting, effective and appropriate forms is project activity, which allows creating a natural situation of communication and patriotic interaction between children and adults. The

project method is a pedagogical technology, the core of which is the independent activity of children – research, cognitive, productive, in the process of which the child learns the world around him and embodies new knowledge in real products [5].

The experiment was conducted on the basis of the senior group "Micheer" of MBDOU No. 89 "Parus" in Yakutsk. The experiment involved: 6 children from the control group and 6 children from the experimental group (see Appendice1) and 12 parents.

The experimental work included three interrelated stages. The purpose of the first stage (the ascertaining stage of the experiment) was to identify the value orientations and the level of knowledge of older preschool children about the history of their native land. The goal of the second stage (the formative stage of the experiment) was to develop a methodology for patriotic education and its implementation in the process of familiarizing older preschoolers with the history of their native land. And the third stage (the control stage of the experiment) to identify changes in the levels of patriotic education of children of older preschool age.

The following methods and techniques were used in the study:

1. The methodology of V.S. Mukhina "Individual conversation on the topic "My native city".

2. Individual conversation "Victory Anniversary".

3. Survey of parents.

Methodology 1. When conducting a conversation according to the methodology of Mukhina V.S. on the topic: "My native city" in order to determine the level of knowledge of children about their native city and identify the personal attitude of preschoolers to their native land, the following questions were asked in an individual form:

1. What city do you live in?
2. What is the name of the capital of the Sakha Republic of Yakutia?
3. What is the name of the President of the Republic of Sakha Yakutia?
4. What are the main streets and squares you know?
5. What is the name of the street where your kindergarten is located?
6. What is the name of the street where you live? Why is it called that?
7. What monuments of our city do you know?
8. What parks and squares do you know?
9. What great people who made our city famous do you know?

10. How do you know this? Who told you about this?

11. What places in the city do you like to spend your time most?

12. Do you like living in this city?

Criteria:

– full detailed answer, child's interest – 3 points,

– the answer is incomplete, the child is distracted, loses interest – 2 points,

– the question is answered with difficulty, there is no desire to talk about the proposed topic – 1 point.

During the conversation, it turned out that most of the children know where they live. In the control group, the indicators did not differ much from the experimental group. It was difficult for them to answer such questions as “The main streets and squares?”, “What parks and squares do you know?”, “What great people who made our city famous do you know?”.

It should also be noted that about a fifth of children confuse the city with the republic, the republic with the country and the city, the country with the city. This indicates that children's knowledge is not systematic, as well as the lack of certain specific ideas in children.

There is such a feature of children's ideas about their native city: they have seen many sights of Yakutsk, visited them with their parents, but do not know their names, give incorrect answers.

The analysis of the results of the ascertaining stage of the study showed low and average levels of children's communication skills, low level of children's knowledge about the sights and history of their native city, its people, and veterans. There is a low level of attention, patriotic ideas.

Statistical analysis of the data revealed the following levels of patriotism formation in older preschoolers (see figure 1).

In the experimental group, 50% had good knowledge and interest. Of the control group, 30% (2 children – 002, 006) showed no interest in the conversation, with great difficulty answering the question. The rest of the children gave incomplete answers, lost interest, and were sometimes distracted during the conversation itself.

Method 2. Individual conversation with children on the topic “Victory Anniversary”. The diagnostic results are shown in (see Diagram 2).

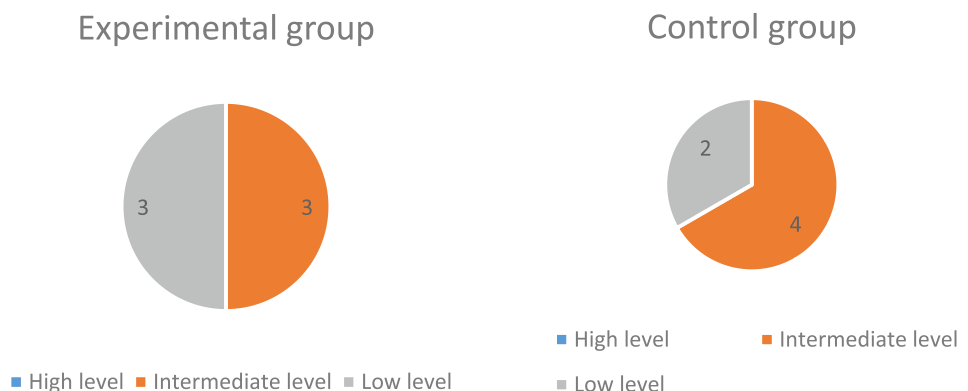


Fig. 1. The level of knowledge of children about the sights of the city (the ascertaining stage of the study)

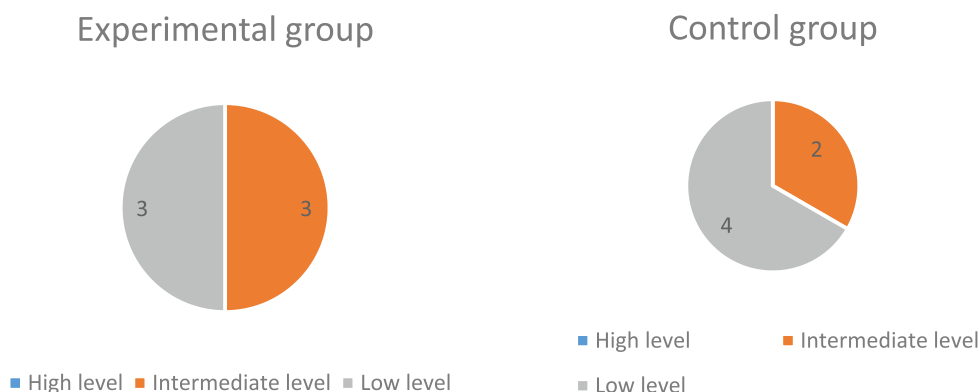


Fig. 2. Analysis of the results of an individual conversation at the ascertaining stage of the study

According to this method, the high level was not shown in both groups, in the experimental group, the average level was shown by 50 % of children, in the control group, the average level is 30 % of children.

Method 3. Questionnaire survey of parents.

Purpose: to study the features of patriotic education of children in the family. 12 parents took part in the survey.

The results of the study are as follows, the answers are shown in the form of a diagram.

Parents consider the problem of patriotic education of preschoolers to be very urgent. Most parents believe that it is necessary to introduce preschool children to the symbols of the state, traditions, and sights. 70 % of parents said that patriotic education is love for the Motherland. Half of the parents would like to expand their children's understanding of their native land, the capital and the sights of the city. Moreover, 100 % of parents agree that they should.

Research results and discussion of the results. At the formative stage of the study, we implemented a project on patriotic education of older preschool children. Purpose: Formation of ideas about the Great Patriotic War (education of patriotic feelings in preschool children) on the basis of existing ideas about the war, preservation of the continuity of generations, formation of preschool children's respect for the military history of Russia, civil positions, education of patriotism and a sense of pride for their Homeland, fellow countrymen, relatives – war and labor veterans, war children.

Objectives of the project

1. Conduct a search work to collect material on memories and family archives about relatives, war veterans and home front of their native village (city) together with their parents.
2. Prepare an album or presentation.
3. To defend the report in the competition for the best project.

Table 1

Project program passport

Last name, first name, patronymic of the author	Olga Stepanovna Okhlopko
The name of the educational institution	"Micheer" MBDOU No. 89 "Parus" Yakutsk.
Project type	Search and Research
The theme of the project	"Winners through the eyes of grandchildren and great-grandchildren"
The leading idea of an innovative project	Introduce the history of the Motherland, the contribution of Yakutsk, relatives in case of Victory in great Patriotic war, preserve the family's history during world war II, the memory of veterans of war, labour, participation in events for the 75th anniversary of the great Victory in the online format
The subject areas within which the project is conducted.	Artistic and aesthetic, educational.
The age category for which the goals of the training project	Senior group

Table 2

The stages of the project

Preparatory course	<ul style="list-style-type: none"> – project development; – setting goals and objectives; – definition of the main forms of work; – collection of information, literature, and additional materials;
The main one	– Implementation of project tasks
Final report	<ul style="list-style-type: none"> – Evaluation of the project effectiveness; – Project protection.

The problem of the project: The modern generation knows little about the Great Patriotic War and the patriotic feeling does not arise by itself. This is the result of a long, purposeful educational impact on a person, starting from childhood. In this regard, the problem of moral and patriotic education of children becomes one of the most relevant, starting with the family, the history of the family during the Second World War. The heroes of the children's reports can be great-grandfathers or other relatives, war veterans. Children know especially little about relatives who are no longer alive. It is necessary to restore the memory of them. There is no family that has not been affected by the war. You can prepare a material about the veterans of the home front, their work and help to the front in the rear. This year, the generation of "Children of War", whose difficult childhood was spent during the war years, is officially recognized.

The intended result of the project

As a result of working together with parents, children will learn the biographies of their great-grandfathers and relatives, about their contribution to the Victory in the Great Patriotic War.

Results of work on the project

The organization of work on the project was carried out in a remote format. The main work was carried out with parents and children online, because the parents were also at home, they paid great attention to their children, were in close contact with the teacher and received tasks from him.

Consider the results of repeated diagnosis at the control stage of the study (see diagram. 3).

Analysis of the results of the control experiment showed that in the experimental group, the percentage of children with a high level increased, which is 50 %; with an average level of representations, 30 % of children; the low level of representations remained only in 20 % compared to the ascertaining stage (50 %).

It can be concluded that the knowledge of the children of the experimental group about the war has significantly enriched.

The results of the control group did not change much, a high level was shown in one child of 20 %, 30 % – 2 children showed an average level and the rest – a low 50 % (3 people).

The obtained statistical data on the results of the study are presented in the diagram (see diagram 4).

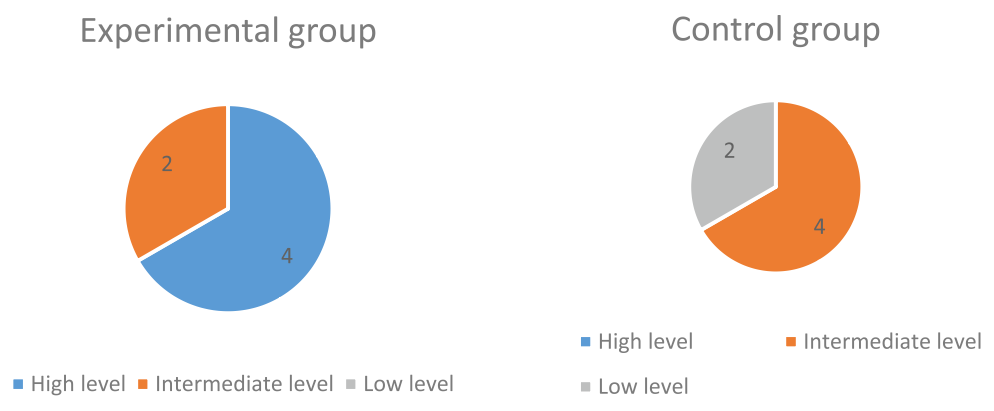


Fig. 3. Levels of development of patriotic ideas in older preschoolers at the control stage of the study

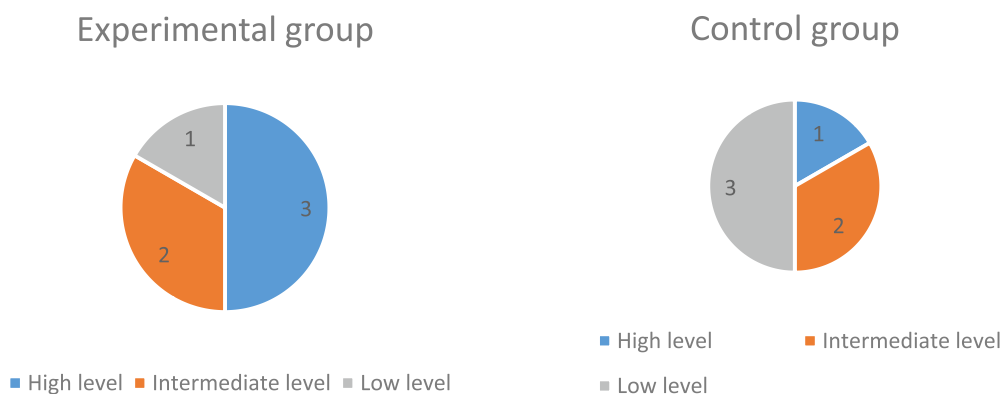


Fig. 4. Levels of children's knowledge about the war (control stage of the study), (in %)

The survey of parents showed that they consider the problem of patriotic education of preschoolers very relevant. 100% of parents agree that it is advisable to introduce modern children to the family lineage, family history, the contribution of grandparents to the history of their native land, and the protection of the Motherland.

Summarizing the survey data, we can conclude that parents recognize the need to educate older preschoolers with a sense of love for their native land, familiarization with the traditions, history and culture of their native city.

Conclusion

Thus, the results of the experimental work showed positive results. Project activity is an

effective means of patriotic education of children of senior preschool age.

References

1. Aleshina N.V. Acquaintance of preschool children with their native city and country (patriotic education). Notes of classes / N.V. Aleshina. M., 2015. 310 p.
2. Kozlova S.A. Preschool pedagogy: textbook. manual for students. sred. ped. ucheb. institutions. 3rd ed., ed. and add. / S.A. Kulikova, T.A. Kulikova. M.: Publishing center of the Academy, 2011. 416 p.
3. Bakhtin Yu.K. Patriotic education as a basis for the formation of a morally healthy personality. 2014. No. 10. P. 349-352. URL <https://moluch.ru/archive/69/11944/> (accessed: 07.11.2018)
4. Vakulenko E.A. Patriotic education in the process of becoming a teenager's personality // Patriotic education: from words to deeds. A collection of articles by International SPC MSPU 30.11.18– 01.12. 2018. M.: Poligrafservis, 2018. 426 p.
5. Kiseleva L.S., Danilina T.A., Lagoda T.S. Project method in the activities of the DOE / ISBN: 978-5-89415-833-4/ L.S. Kiseleva, T.A. Danilina, T.S. Lagoda, Ed: of arkti, 2013. 95 p.

THE INFLUENCE OF THE MEASUREMENT ERROR OF THE STUDENT'S KNOWLEDGE ASSESSMENT ON MODELING THE DISTRIBUTION FUNCTION IDENTIFYING HIM IN THE PROCESS OF ASSIMILATING KNOWLEDGE

Romanov V.P., Shiryayeva N.A.

National Research University "MIET", Moscow,

e-mail: romanov.valeri@gmail.com, shiryayeva.nataliya@gmail.com

The assessment of student's knowledge completeness was carried out using non-classic probabilistic-statistical method, according to which each student is identified by a distribution function (probability density), which defines the probability to find him in a single area of the information space. A system of formulas has been obtained, that allows calculating two-step model distribution functions, that identify a student in the process of assimilating knowledge, taking into account different values of the knowledge measurement error. The calculation of the model distribution functions is based on the fact that there is an unambiguous relation between the amount of information, measured in bits and intended to be assimilated by a student, and his knowledge assessment score, measured with points; the probability of detecting a student in the entire information space (within the measurement scale) is equal to one; the measurement error of student's knowledge assessment is known; knowledge assessment score in points, received by a student at the control event (mathematical expectation) is known. The measurement error of knowledge assessment put bounds to the values of mathematical expectation used in modeling the distribution functions. An increase of the knowledge measurement error reduces the resolution capability of ranking students by the level of knowledge, since the overlapping of the distribution functions grows. So, even with a 20% relative error, distribution functions of students, who obtain at the control event 5 points or 4 points on a 5-point scale, completely overlap and, therefore, in terms of degree of assimilation of the learning material these students are indistinguishable. When the error in measuring students' knowledge tends to zero the conditional probability of assimilating the material by students, who obtain a grade of 5 points on a five-point measurement scale, increases and tends to one, while the conditional probability of assimilating the material of an academic discipline by students, who obtain grades of 4 points and 3 points, decreases and tends to 0.6 and zero respectively.

Keywords: student, probabilistic-statistical method, assessment of knowledge, scale, measurement error, distribution function, mathematical expectation

It is known that the determinism of any human activity, including the activity in the process of assimilating knowledge by a student, is realized through randomness [1]. This is due to the random nature of the mental and somatic states of a human. In this regard, to describe student behavior in the process of assimilating knowledge, the non-classic probabilistic-statistical method of scientific research is used, according to which individual is identified by a distribution function in the information space. The article [2] describes the process of modeling the individual distribution functions of students. Two-step functions were used as model distribution functions [3].

Purpose of the study

The aim of this work is to study the influence of the error in measuring student's knowledge on the modeling of distribution functions and on the estimation of the probability of assimilating the material of an academic discipline by an individual.

Materials and research methods

The modeling of distribution functions is based on the use of the following statements:

- there is unambiguous relation between the amount of information, measured in bits and intended to be assimilated by a student, and his knowledge assessment score, measured

in points. So, for example, the maximum score of the measurement scale corresponds to the maximum amount of information, contained in an academic discipline;

- the probability of detecting a student in the entire information space (within the measurement scale) is equal to one;

- the knowledge assessment score in points (mathematical expectation), obtained by a student at the control event is known;

- the error in measuring the knowledge of students is known.

A typical two-step model distribution function in dimensionless form is shown in fig. 1. Calculation of the distribution function was carried out according to [2].

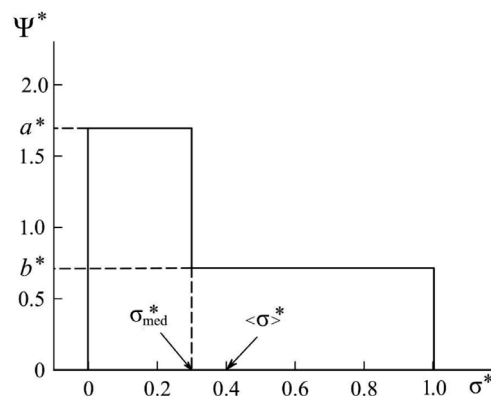


Fig. 1. Model distribution function

Here $\Psi^*(\sigma^*) = \Psi(\sigma)\sigma_{\max}$ is a model distribution function in dimensionless form; $\sigma^* = \sigma / \sigma_{\max}$ is a dimensionless coordinate; σ is a coordinate in points; σ_{\max} is the maximum value of the measurement scale (upper limit); $\Psi(\sigma)$ is a model distribution function in ordinary coordinates; $a^* = a\sigma_{\max}$ is the height of the left step of the distribution function in dimensionless coordinates; a is the height of the left step of the distribution function in ordinary coordinates; $b^* = b\sigma_{\max}$ is the height of the right step of the distribution function in dimensionless coordinates; b is the height of the right step of the distribution function in ordinary coordinates; $\sigma_{\text{med}}^* = \sigma_{\text{med}} / \sigma_{\max}$ is a dimensionless median; σ_{med} is a median in ordinary coordinates; $\langle \sigma \rangle^* = \langle \sigma \rangle / \sigma_{\max}$ is a dimensionless mathematical expectation; $\langle \sigma \rangle$ is a mathematical expectation in ordinary coordinates.

Model distribution function $\Psi^*(\sigma^*)$ is actually a universal function. It has the same form in all the point grade measurement systems, which allows to study the behavior aspects of such a function and then to translate them to model distribution functions in any point grade measurement system, for example, in a 5-point, 20-point and 100-point grading systems. This can be achieved by changing the scale along the coordinate axes, namely, by multiplying all numbers on the ordinate axis by the maximum value of the selected scale ($\sigma = \sigma^* \cdot \sigma_{\max}$) and by dividing all numbers on the abscissa axis by the maximum value of the selected scale ($\Psi(\sigma) = \Psi^*(\sigma^*) / \sigma_{\max}$).

In [2] the dependences of the coefficients a^* , b^* and the median σ_{med}^* on the values of the dimensionless mathematical expectation $\langle \sigma \rangle^* = \langle \sigma \rangle / \sigma_{\max}$ (knowledge assessment scores of the students) were found for the case of the relative error in the measurement of knowledge equal to $\delta\sigma = 0.05$ ($\delta\sigma = \Delta\sigma / \sigma_{\max}$, $\Delta\sigma$ is the absolute measurement error of the knowledge assessment). Reasoning similarly to [2], we find the dependences of a^* , b^* and σ_{med}^* on $\langle \sigma \rangle^*$ for certain values of the relative error $\delta\sigma$. Three areas of possible values of mathematical expectation are distinguished.

The first area of values of mathematical expectation

$$\begin{aligned} \delta\sigma &\leq \langle \sigma \rangle^* \leq 0.5(0.5 + \delta\sigma) : \\ a^* &= (1 + \delta\sigma - 2\langle \sigma \rangle^*) / \delta\sigma ; \\ b^* &= (2\langle \sigma \rangle^* - \delta\sigma) / (1 - \delta\sigma) ; \\ \sigma_{\text{med}}^* &= 0.5\delta\sigma + 0.5(1 - \delta\sigma)b^* / a^* . \end{aligned} \quad (1)$$

The second area of values of mathematical expectation

$$\begin{aligned} 0.5(0.5 + \delta\sigma) &\leq \langle \sigma \rangle^* \leq (0.75 - 0.5\delta\sigma) : \\ a^* &= 0.5 / (2\langle \sigma \rangle^* - 0.5) ; \\ b^* &= 0.5 / (1.5 - 2\langle \sigma \rangle^*) ; \\ \sigma_{\text{med}}^* &= 2\langle \sigma \rangle^* - 0.5 . \end{aligned} \quad (2)$$

The third area of values of mathematical expectation

$$\begin{aligned} (0.75 - 0.5\delta\sigma) &\leq \langle \sigma \rangle^* \leq (1 - \delta\sigma) : \\ a^* &= [2(1 - \langle \sigma \rangle^*) - \delta\sigma] / (1 - \delta\sigma) ; \\ b^* &= (2\langle \sigma \rangle^* - 1 + \delta\sigma) / \delta\sigma ; \\ \sigma_{\text{med}}^* &= (1 - 0.5\delta\sigma) - 0.5(1 - \delta\sigma)a^* / b^* . \end{aligned} \quad (3)$$

The existence of three ranges that limit the values of dimensionless mathematical expectations is due to the presence of the scale boundaries of point-grading systems, used to measure students' knowledge, and the width of the left step in the first area and the width of the right step in the third area of model distribution functions remain invariant and equal to the relative error $\delta\sigma$ for all the values of mathematical expectation [2]. It should also be noted that the relative error $\delta\sigma$ influences significantly the values of a^* , b^* and σ_{med}^* (systems of equations (1) and (3)) in the first and the third areas. At the same time in the second area the measurement error doesn't affect the mentioned parameters (system of equations (2)).

Research results and discussion

Fig. 2 presents in the dimensionless, 100-point and 5-point systems of knowledge measurement the model distribution functions, that identify students, who received grades of 5, 4 and 3 points on a 5-point scale at the control event. Distribution functions for the grades of 5 and 4 points (mathematical expectations) were calculated using the system of equations (3), and for the grade of 3 points – using system of equations (2). During the calculation the relative measurement error $\delta\sigma$ was taken equal to 0.1 (10%).

Analysis of the data presented in fig. 2 shows that distribution functions 1, 2 and 3 overlap within the range of 4.5 – 5 points. Since the error of 0.5 points, specific for a 5-point measurement system, defines the lower limit for the values of the mathematical expectation in assessing knowledge, the range of 4.5 – 5 points corresponds to a “relative” assessment of 5 points at the control event.

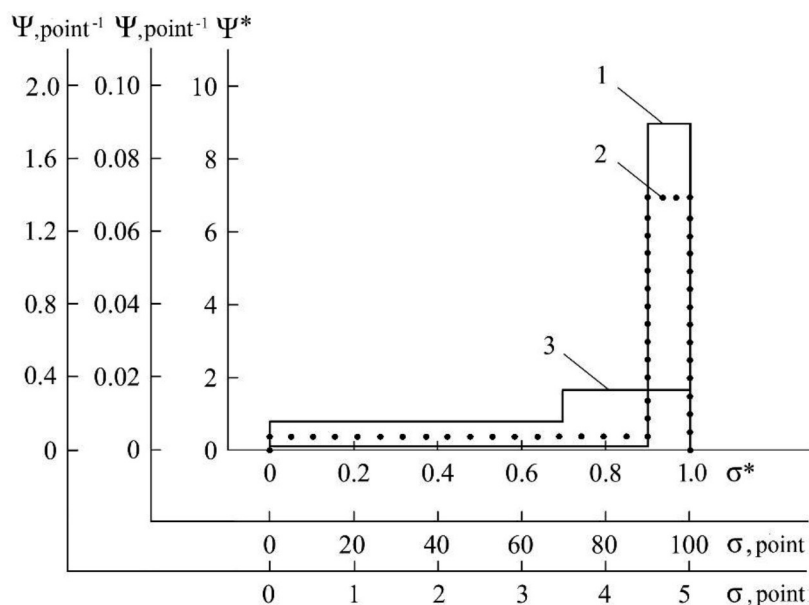


Fig. 2. Distribution functions identifying students, who received on a five-point scale of measuring knowledge: 1 – 5 points; 2 – 4 points (dotted line); 3 – 3 points

Then the integration of any individual distribution function (probability density) over the coordinate from 4.5 to 5 points refers to the probability ($w = \delta\sigma \cdot b^* = 0.1b^* = 0.5b$) for a student to get a grade equal to 5 points. In this case, student who received a grade of 5 points received it for the fact that the probability of assimilating the learning material was 0.9. Students who received grades of 4 points and 3 points could have received a grade of 5 points with probabilities of 0.7 and 0.15, respectively. These probabilities are actually “conditional” probabilities of assimilating the learning material of a discipline by students. They are in fact conditioned by the error in measuring knowledge.

It follows from the above that the error in measuring students’ knowledge plays an important role in calculating the individual distribution functions and finding the conditional probabilities of assimilating the learning material of a discipline by a student. Fig. 3 presents the dependencies of the conditional probability of assimilating the learning material of a discipline on the relative error in measuring students’ knowledge.

It can be seen that with a decrease in the measurement error, the probability of assimilating the learning material by students who receive grades of 5 points tends to 1. This means, that a student with a zero error in measuring knowledge can get a 5-point grade only in case of 100% assimilation of the learning material. In the limit its distribution function

becomes equal to the Dirac delta function $\Psi^*(\sigma^*) = \delta(\sigma^* - 1)$, presented in dimensionless coordinates (infinitely high and infinitely narrow, square under which however is equal to 1).

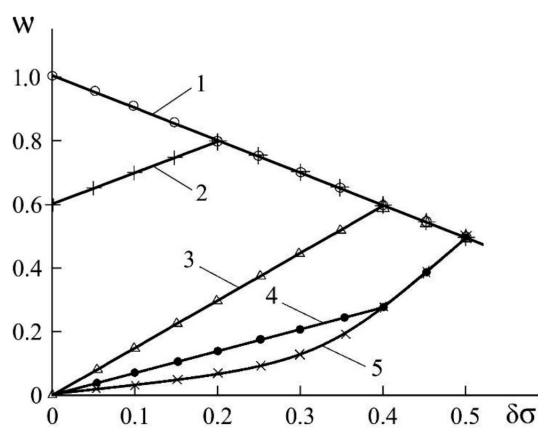


Fig. 3. Dependence of the conditional probability of assimilating the learning material of a discipline on the relative error in measuring knowledge: 1 – grade of 5 points; 2 – grade of 4 points; 3 – grade of 3 points; 4 – grade of 2 points; 5 – grade of 1 point

For students who receive a grade of 4 points at the control even, when the score measurement error tends to zero, the probability of assimilating the learning material of a discipline decreases and comes to 0.6 at zero

error. Distribution function that identifies a student who receive a grade of 4 points can be written down as $\Psi^*(\sigma^*) = 0.4 + 0.6\delta(\sigma^* - 1)$. The presence of Dirac delta functions in the expressions of distribution functions for students, who received grades of 5 points and 4 points at zero error, results from the presence of the upper boundary of the measurement scale. The situation is different with distribution functions identifying students who received grades of 3, 2 and 1 points at the control event. The upper boundary of the measurement scale doesn't influence these distribution functions when the measurement error tends to zero. In this context, when the measurement error tends to zero the probability of such students to assimilate the learning material also tends to zero, since the area where distribution functions overlap for grades of 3, 2 and 1 points and grade of 5 points becomes equal to zero. With regard to students who received grades of 3, 2 and 1 points in this case we can only talk about the probability of finding them in one or another area of the information space. The probability of finding them in the entire information space is always equal to one. It should be noted that starting with a relative measurement error of 0.2, distribution functions identifying students who received grades of 5 points and 4 points become indiscernible, and starting with a relative measurement error of 0.4 a function identifying students who received a grade of 3 points is added to indiscernible functions (the form of the distribution function, the values of the mathematical expectation and the probabilities of assimilating the learning material of a discipline coincide). Distribution functions identifying students who received grades of 2 and 1 points at the control event, starting with $\delta\sigma = 0.4$, coincide. With a relative measurement error of 0.5, the distribution functions of students who received grades of 5, 4, 3, 2 and 1 points become identical, that is, they completely coincide. In this regard, it becomes impossible to rank students by the level of knowledge.

In the process of assimilating the learning material of a discipline the student, commonly, engages in several types of activity such as studying lecture material, mastering methods for solving practical problems, performing a laboratory practice etc. In accordance with a labor intensity, for each type of activity a certain number of points is allocated out of 100 points given for the academic discipline as a whole. As a result of control events, for each type of activity the student receives a certain number of points, which are summed up as a result. Here, the traditional (classical) point grading method

of assessing knowledge is used, according to which a student in the process of assimilating knowledge is identified by a mathematical point moving in the information space [4]. The resulting assessment of the student's knowledge is translated from a 100-point measurement system to a 5-point system according to specified rules. However, there are currently no uniform translation rules [5, 6]. To solve this problem one can employ the results of modeling the distribution functions (fig. 2). So, at the relative error $\delta\sigma = 0.1$ we can unambiguously assume that the assessment ranges of 90 – 100 points, 70 – 89 points and 50 – 69 points in a 100-point measurement system will correspond to the grades of 5 points, 4 points and 3 points in a 5-point system with the conditional probabilities of assimilating the learning material of a discipline equal to 0.9, 0.7 and 0.15, respectively.

With the decrease of the relative error of measuring knowledge, the extent of overlapping of distribution functions decreases and it becomes possible to more finely rank students by the level of knowledge. So, if $\delta\sigma = 0.05$, a 5-point system of measuring knowledge actually turns into a 10-point system, since to assess the knowledge within the limits of error, one can use integer values as well as fractional, such as 4.5, 3.5, 2.5, 1.5, 0.5, or pass directly to a 10-point system. With the increase of the relative error of measuring knowledge, the extent of overlapping of distribution functions increases and, hence, the resolution capability of assessment of student's knowledge drops. For example, at $\delta\sigma = 0.2$ distribution functions identifying students who received 5 points and 4 points at the control event, as was mentioned above, completely coincide and, hence, student ranking by the level of knowledge in this case lose its meaning. Such large errors can be realized in practice. So in [7] it is shown, that when using a 5-point scale examiner in some cases gives the grades with an absolute error of ± 1 point, that is, with a relative error of 20% ($\delta\sigma = 0.2$). It follows that for the same knowledge, a student can be assessed by different examiners for "2", "3" or "4". Moreover, in [7] it is noted that the same examiner at different moments of time, for example with an interval of one month, also can assess the same answer differently (the experiments include videos recordings of the examinees' answers). Such large errors are due to the imperfection of a "measuring instrument", which is a human, whose activity entirely depends on his psychosomatic state, which is constantly changing in a random way.

Conclusions

1. Systems of formulas (1) – (3) have been obtained allowing for the different values of errors in measuring students' knowledge (mathematical expectations) to calculate distribution functions, that identify a student in the process of assimilating knowledge.

2. With the increase of the error of measuring knowledge, the extent of overlapping of distribution functions increases and, hence, the resolution capability of the method drops. So, at 0.2 relative error distribution function of students, who received the grades of 5 points and 4 points coincide.

3. When the error in measuring students' knowledge tends to zero, the conditional probability of assimilating the material by students who receive a grade of 5 points on a five-point measurement scale ("1" on a dimensionless scale), increases and tends to one, while the conditional probabilities of assimilating the material of an academic discipline by students,

who receive grades of 4 and 3, 2 and 1 points (0.8 and 0.6, 0.4 and 0.2 grades on a dimensionless scale), decreases and tends to 0.6 and zero, respectively.

References

1. Romanov V.P., Shiryayeva N.A. Non-classical probabilistic-statistical method of scientific research: Application in psychological pedagogy. M.: De'Libri, 2018. 136 p.
2. Romanov V.P., Shiryayeva N.A. Modeling of distribution functions identifying students in the process of learning // European Journal of Natural History. 2020. № 4. P. 24-28.
3. Korn G.A., Korn T.M. Mathematical handbook for scientists and engineers. St. Petersburg: Lan, 2003. 832 p.
4. Mikheev V.I. Modeling and methods of measurement theory in pedagogy. M.: KRASAND, 2010. 224 p.
5. Aituganova Zh.I., Galiakhmetova A.T., Artamonova E.V. The score-rating system of knowledge assessment as means of increasing the quality of education at universities // Professional education in Russia and abroad. 2015, № 3. P. 74-79.
6. Sazonov B.A. Point-rating system of knowledge assessment: features of Russian practice // Education and science. 2012, № 9. P. 15-34.
7. Ingenkamp K. Pedagogical diagnostics. M.: Pedagogika, 1991. 240 p.

INVESTIGATION OF CHARACTERISTICS OF FRACTAL WIRE ANTENNAS MADE IN THE FORM OF KOCH CURVE

Ilichev V.Y.

Kaluga Branch of Bauman Moscow State Technical University, Kaluga, e-mail: patrol8@yandex.ru

Wire antennas have become widespread due to the ease of implementing almost any of their geometric configurations, one of which is a fractal (self-similar) structure. A characteristic type of fractal wire antenna is a Koch curve antenna. The purpose of this study was to develop a simple and visual method for constructing a fractal shape and obtaining the characteristics of such antennas, in particular, resonance frequencies and radiation patterns, as well as their comparison with the characteristics of the classical simplest antenna – a half-wave dipole. To determine the coordinates of characteristic points of the fractal antenna, the Python programming language is selected using the Pandas function library to work with data arrays and output results to an Excel file. After a small processing of this file, you can obtain a source data file for the program for determining the characteristics of wire antennas 4NEC2, which uses the so-called moment method in calculations. Using the developed technique, the characteristics of a wire antenna sample in the form of a Koch curve, as well as a half-wave dipole having the same main resonance frequency, are calculated. A comparative analysis of the results was made, as a result of which conclusions were drawn and recommendations were developed on the scope of application of fractal antennas of the configuration considered. Directions of further improvement of wire fractal antennas are outlined.

Keywords: fractal, antenna, beam pattern, Python language, Pandas module, 4NEC2 program, moment method

Wire antennas are extremely widely used due to its advantages [1]:

- ease of manufacture and availability of materials;
- design repeatability;
- possibilities to achieve high efficiency;
- availability of software for calculation of this type of antennas.

The main requirements for designing wire antennas are [2]:

- formation of a beam pattern in accordance with the purpose of the antenna (narrow main lobe of the pattern with minimization of the value of the remaining lobes to achieve acute beam, or implementation of a uniform circular beam);
- provision of antenna resonance at a certain frequency (or several frequencies) or broadband property;
- consistency with transmission line impedance;
- reduction of maximum overall dimensions.

Recently, the study of the capabilities and properties of fractal antennas [3, 4], the form of which has the property of self-similarity (there are a lot of such forms), has gained great popularity. However, the methods considered in the literature are either too time-consuming, or are devoted to the study of any separate characteristic. The general theory of wire antennas of any configuration does not yet exist.

Therefore, at the current stage of development of this direction, it is necessary to create a fairly simple and universal methodology for the least time-consuming study of the characteristics of fractal wire antennas, on the basis of which they can be optimized.

Purpose of the study

In connection with the above considerations, the purpose of the work was to develop a universal method for creating and calculating models of fractal antennas and consider it using the example of an antenna in the form of a dipole geometrically representing a Koch curve.

The study includes the creation of a Python program to find the coordinates of the beginning and end of the sections of the curve forming the antenna profile, bringing these coordinates into a special program for calculating the characteristics of antennas and finding the following indicators: antenna resonance frequencies according to the values of the reflection coefficient, as well as the construction of a beam pattern in two planes – horizontal H and vertical E. The method being developed should be simple and convenient to use.

Also, for comparison, it is necessary to calculate the characteristics of a simple antenna of a classical form – a half-wave dipole having the same resonant frequency as antenna in the form of a Koch curve.

Based on the results of the study, it is necessary to draw conclusions on the feasibility and areas of use of antennas having the fractal form under consideration and develop recommendations for further research of fractal antennas.

In this work, one of the embodiments of the Koch curve (Fig. 1), located in the coordinate system X, Y, Z, is considered.

The length of the entire antenna along the X axis is taken to be 1 m, based on which the fractal Koch curve is built. At the point of intersection of the curve with the Y axis, a sinusoidal electric signal of a certain frequency f , Hz (with the corresponding wavelength λ , m) is supplied.

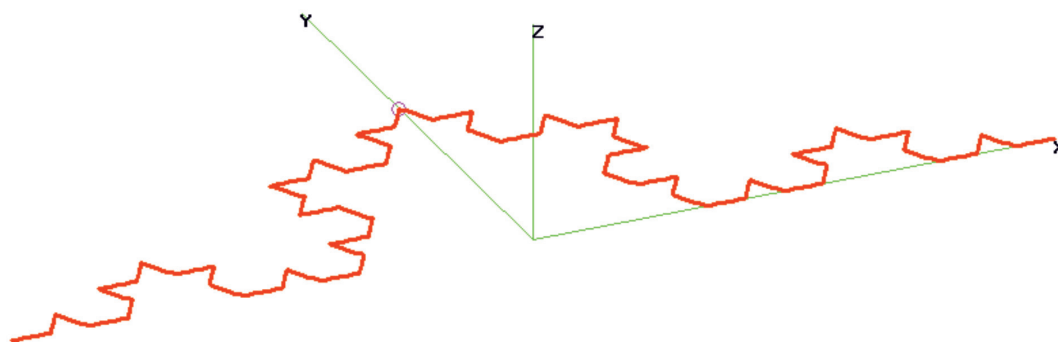


Fig. 1. Design diagram of the studied fractal antenna

Materials and research methods

To create models of wire antennas in the form of fractal curves, you need a tool to calculate the coordinates of their characteristic points. In Fig. 1, the characteristic points are the beginning and end of the curve, as well as the vertices of the numerous angles from which it consists. As such a tool, it was decided to use the Python program, which is distinguished by the availability of all the tools necessary for this, the simplicity of writing program code and the free use of all function libraries.

To date, the author has accumulated quite a lot of experience in creating programs using this universal language, including already there is a developed program for constructing Koch curves [5]. To solve this problem, this program has been modified as follows: using the Pandas library, it is organized to output the coordinates of all characteristic points to the Excel table.

The coordinates of points obtained with the help of the program are used to form the original data file for the 4NEC2 program, which is also free and easy to use, but has the functionality and accuracy necessary for solving the tasks.

Calculation of characteristics in this program is performed using moment method [6]. The antenna is represented by separate interconnected straight wire sections (for example, for the antenna shown in Fig. 1, there are 65). At the point located on the Y coordinate axis, a small area (indicated by a circle) is pointed to supply electric current (the current parameters are selected automatically by the program). The wave resistance of the supply conductor is assumed to be 50 ohms (impedance of the coaxial cable).

According to the method of moments, each antenna wire is divided into several segments in which concentrated loads are located [7]. In this case, to ensure high calculation accuracy, the number of segments of each conductor is

taken to be 9. The lead conductor is located on the middle segment of the 33rd wire.

In the underlying program 4NEC2 method, the integral equation characterizing the antenna field is laid out according to a system of basic orthogonal functions, followed by reducing the problem to a system of linear algebraic equations.

The Python-based coordinate file for Excel is simply converted to the structure required by the 4NEC2 program (with few additional antenna system input parameters added to the point coordinates) and then saved in a text file with the .nec extension. After loading the received file into the program, the geometric model of the antenna shown in Fig. 1 is 4NEC2 obtained.

The 4NEC2 program makes all subsequent calculations, which include:

1. constructing a dependence of the reflection coefficient on the frequency of the supplied signal and finding resonant frequencies of the fractal wire antenna;
2. drawing a directional pattern of a fractal antenna in a horizontal plane in a polar coordinate system;
3. embodiment of claims 1 and 2 for a simple wire antenna, a half wave dipole.

Research results and discussion

An antenna with a length of 1000 mm along the X coordinate axis, with a conductor thickness of 1 mm, is examined. Is it necessary to consider an antenna – a half-wave dipole of the same length along the X axis (half-length of the $\lambda/2 = 0.5$ m), for which the resonant frequency is

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{0.5} = 150 \text{ MHz}$$

(c is the speed of light, m/s), then for a fractal antenna the resonance should be lower than

this value, since the total length of the conductor of the antenna in question significantly exceeds 1000 mm.

Therefore, the calculation of the reflection coefficient was carried out in the 4NEC2 program at frequencies of 150 MHz and below (up to a frequency of 10 MHz) with a step of changing the frequency of 1 MHz. Conventionally, we call this calculation preliminary, since the frequency step is quite large (this had to be done forcibly, since the number of points on the graph should not exceed 256, according to the requirements of the program). The resulting graph is shown in Fig. 2.

The graph shows that the reflection coefficient K has the smallest value at a frequency of about 71 MHz, there is also a decrease in K at a frequency approximately 2 times lower. From the presented results, it can be concluded that the resonant frequencies of the antenna are close to these values, however, in order to find them more accurately, it is necessary to make calculations near the presented frequencies, but with a smaller frequency change step (with an updated calculation, it is adopted equal to 0.1 MHz).

The graph obtained when calculating the reflection coefficient K near the frequency of 71 MHz is given in Fig. 3.

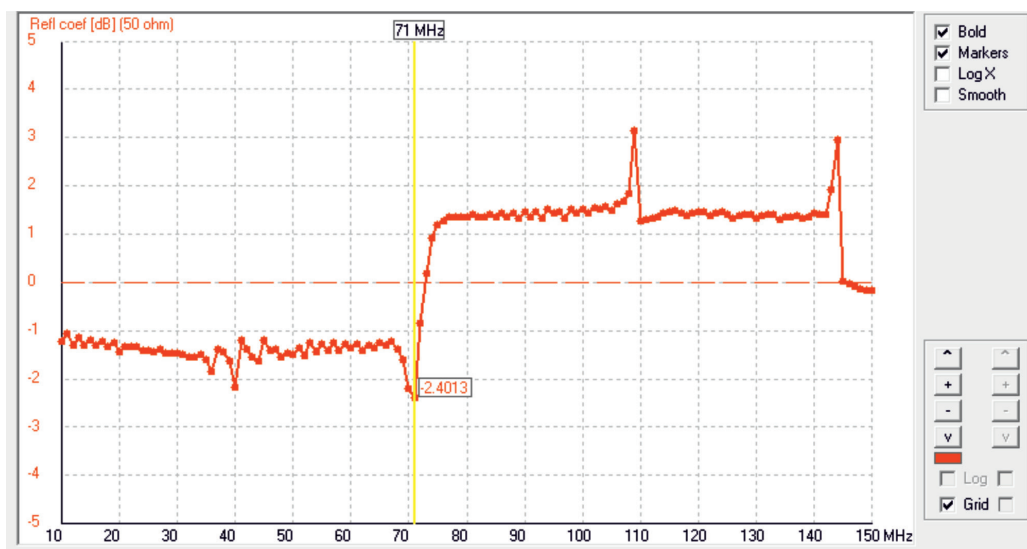


Fig. 2. Results of preliminary calculation of antenna reflection coefficient

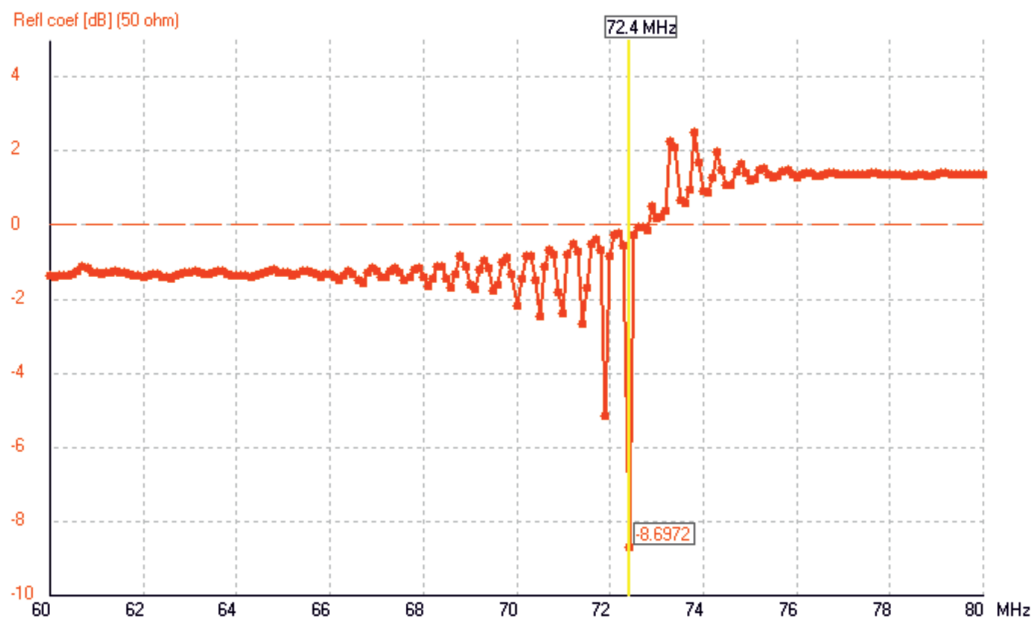


Fig. 3. Results of refined calculation of antenna reflection coefficient

According to Fig. 3, the refined main resonant frequency of this antenna is 72.4 MHz. Similar calculations were carried out near twice the frequency – it turned out that there is a second resonance of the antenna system, but the reflection coefficient there is higher (about -6 dB).

Further, for the main resonance of the 72.4 MHz system, the antenna directivity patterns in the horizontal and vertical planes were built using the 4NEC2 program.

It turned out that in the vertical plane the antenna is non-directional, like a half-wave dipole. The directional pattern in the horizontal H plane (X-Y as shown in Fig. 1) is shown in Fig. 4.

It can be seen from the figure that the antenna has no acute directivity in any direction – the diagram is complex, but does not allow using the studied fractal antenna as a directional one.

The next stage was the task of creating a model and studying an antenna – a half-wave dipole having the same resonant frequency as a fractal antenna in the form of a Koch curve (72.4 MHz). Since the length of each arm of the half-wave dipole is one quarter of the wavelength $\lambda/4$, it is

$$\frac{\lambda}{4} = \frac{c}{4f} = \frac{3 \cdot 10^8}{4 \cdot 72,4 \cdot 10^6} = 1,035 \text{ m.}$$

The length of the entire dipole is thus 2.07 m (that is, more than 2 times the length of the fractal antenna).

In the 4NEC2 program, a model of this half-wave dipole was built, the arms of which are located on the X axis, and the current supply is at the origin.

The method of calculating the half-wave dipole using the 4NEC2 program is no different from the method of calculating the fractal antenna. As a result of the calculation, the antenna resonance frequency was verified to a minimum of reflection coefficient, and directional patterns were built in the planes H and E. The theory was confirmed that in the vertical plane E the half-wave dipole does not have directivity (radiation in all directions is the same). In the horizontal plane, the directivity pattern characteristic of the half-wave dipole is also obtained (Fig. 5).

The figure shows that the dipole in question has a certain orientation along the Y axis, more pronounced than that of the fractal antenna in the form of a Koch curve.

Conclusion

The obtained results make it possible to draw conclusions and develop recommendations on the design and use of fractal wire antennas made in the form of a Koch curve:

1. the main advantage of a fractal antenna is its much shorter length compared to a half-wave dipole having the same main resonance frequency, so a fractal antenna can be recommended for use in small devices (and at small wavelengths – and in mobile devices);

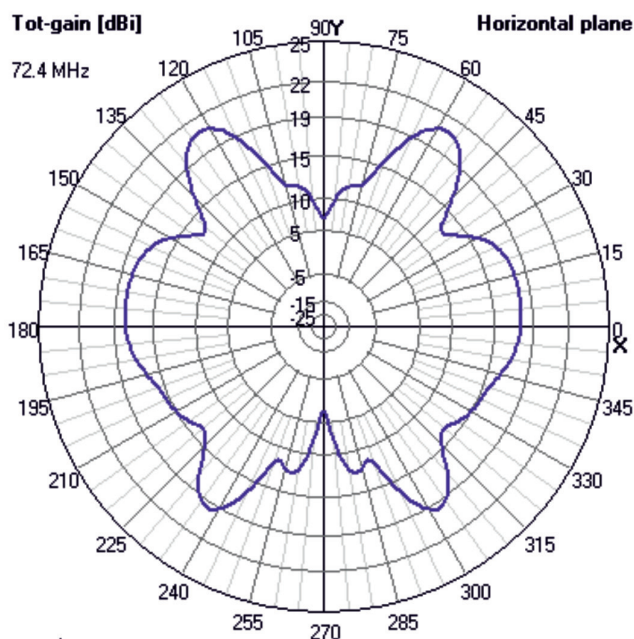


Fig. 4. The directional pattern of the fractal antenna in the H plane

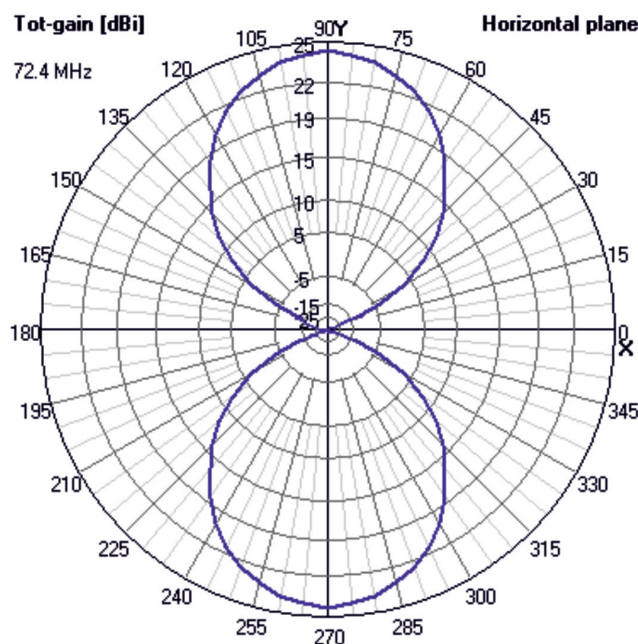


Fig. 5. The directional pattern of the half-wave dipole in the H plane

2. the fractal antenna in this case has two resonant frequencies multiple of each other, but the smaller resonant frequency has a higher reflection coefficient, and at this frequency the antenna operates less efficiently;

3. compared to the usual half-wave dipole, the fractal antenna has less directivity in the horizontal plane, so it is recommended to use it for such devices as radio and television receivers, digital signal receivers, electromagnetic radiation meters.

The dimensions of the fractal antenna while maintaining the given resonant frequency can be reduced even more, increasing its fractal dimension (by reducing the size of self-like elements – triangles and increasing their number). To achieve even smaller dimensions, a fractal antenna could be designed to operate at a second, lower, resonant frequency.

In further studies, it is also necessary to check the effect of conductor thickness on the characteristics of the fractal antenna – this seems important in this case, since increasing fractal dimension requires reducing the thickness of the conductor, otherwise it will be impossible to correctly repeat fractal parts of the antenna of small size.

As can be seen from the study, fractal antennas in the form of a Koch curve are suitable for use in the same wavelength ranges as half-wave dipoles, however, as the above studies showed, for each frequency there is only one optimal dimension ratio. To turn a fractal

antenna into a wide-loose antenna, it seems that it is necessary to increase the complexity of the fractal structure and simultaneously use a system of antennas of different sizes (as is done, for example, for television antennas, which can consist of a large number of half-wave vibrators).

Summing up the work done, the following tasks can be noted:

- substantiation of the need to create a new, easy-to-use method for calculating fractal wire antennas;
- the algorithm was compiled and the program code was written to calculate the coordinates of the characteristic points of the fractal antenna in the form of a Koch curve, using the Python language modules and functions necessary for this;
- it is shown how the calculated fractal structure can be used in the calculation program of wire antennas 4NEC2 to find resonant frequencies and construct directional patterns;
- comparing the calculated characteristics of the fractal antenna and a half-wave dipole having the same main resonance frequency;
- recommendations on the scope of fractal antennas in the form of the Koch curve, as well as on their further improvement, were developed on the studies carried out.

The approach described in the article is also useful for the optimal design of wire antennas having any fractal configuration [8], but

for each type of fractal structure it is necessary to develop its own program code for calculating the coordinates of characteristic points using the Python language, using the corresponding function libraries [9]. In particular, when creating an array of data on the coordinates of a complex antenna module, the Numpy library [10] can be successfully used.

References

1. Litun V. Development of small electrical antennas with wire structural elements // *Components and technologies*. 2016. No. 11 (184). P. 118-122.
2. Panchenko B.A. *Antennas: tutorial*. M.: Scientific and technical publishing house "Hotline-Telecom". 2015. 122 p.
3. Koloyarov I.A., Krasilnikov A.D. About fractal antennas as base station antennas for mobile communication // *Antennas*. 2010. No. 4 (155). P. 26-30.
4. Tumakov D.N., Abgaryan G.V., Chikrin D.E., Kokunin P.A., Belov A.S. Regression models of the main parameters of the wire dipole type Koch // *Scientific notes of Kazan University. Series: Physical and Mathematical Sciences*. 2016. T. 158. No. 3. P. 388-403.
5. A program for creating a Koch curve and animation. [Electronic resource]. URL: <http://turbopython.ru/fractals> (accessed: 01.03.2021).
6. Gazizov T.T. Evolutionary modeling of receiving and transmitting antenna communication systems // *Computer science and control systems*. 2016. No. 4 (50). P. 3-10.
7. Erokhin A.A., Panko V.S. Study of the influence of the number of segments in calculating the characteristics of the speech-periodic antenna in the NEC environment // *Collection of scientific works of the All-Russian Scientific and Technical Conference of young scientists and students dedicated to the 117th anniversary of Radio Day*. 2012. P. 345-348.
8. Ilchev V.Y. Development of software tools for enlarging images using their fractal properties // *System administrator*. 2021. No. 1-2 (218-219). P. 124-127.
9. Ilyichev V.Y., Yurik E.A. Creation of a program for calculating thrust sliding bearings in Python // *Scientific review. Technical sciences*. 2020. No. 3. P. 14-18.
10. Pylov P.A., Protodyakonov A.V. The use and presentation of arrays in the Numpy library // *Innovations. Science. Education*. 2020. No. 23. P. 258-266.

МАТЕРИАЛЫ XIII МЕЖДУНАРОДНОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ 2021»

ДЕРМАТОМИКОЗЫ: ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ И ТЕРАПИИ

Якшибаева Л.А., Князева О.А.

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Уфа, e-mail: Lianabells@mail.ru

В данном обзоре обобщены имеющиеся литературные данные по вопросу идентификации, патогенного действия грибов на организм и терапии дерматомикозов. Патогенные грибы поражают 20-30% населения земного шара, вызывают до 95% болезней сельскохозяйственных культур, являются одной из основных причин смертности пациентов при большинстве неизлечимых заболеваний. Дерматомицеты являются поверхностными грибами, не способными проникать глубоко в ткани или органы вследствие выделения неспецифических барьерных факторов. Инфекции, вызванные ими, протекают от слабо выраженных форм до тяжелых, что является результатом ответной реакции организма на метаболические продукты гриба. Для постановки клинического диагноза и выбора лекарственных средств при лечении дерматомицетов необходимо учитывать фазы развития: анаморфы вызывают болезнетворные дерматомикозы, телеморфы не являются патогенными. Используются микроскопические, культуральные, люминесцентные, иммунологические, биологические и гистологические методы идентификации. Дерматофиты имеют особенность к дерматотропизму и способны вызывать поражение рогового слоя эпидермиса, волос и ногтей. В некоторых случаях распространение микозов через систему крови может приводить к тяжелому микотическому поражению центральной нервной системы, костной системы и других тканей и органов. Для предотвращения этого всегда необходимо наряду с лечением основного заболевания на первом этапе проводить противогрибковую системную и наружную терапию.

Ключевые слова: дерматомицеты, дерматофиты, дерматомикозы, дерматотропизм, анаморфа, телеморфа, патогенное действие

DERMATOMYCOSIS: FEATURES OF DIAGNOSTICS AND THERAPY

Yakshibaeva L.A., Knyazeva O.A.

FSBEI «Bashkir State University» of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Ufa, e-mail: Lianabells@mail.ru

This review summarizes the available literature data on the identification, pathogenic action of fungi on the body and therapy of dermatomycosis. Pathogenic fungi infect 20-30% of the world's population, cause up to 95% of agricultural crop diseases, and are one of the main causes of death of patients with most incurable diseases. Dermatophytes are superficial fungi that are unable to penetrate deeply into tissues or organs due to the release of non-specific barrier factors. Infections caused by them run from mild to severe forms, which is the result of the body's response to the metabolic products of the fungus. To make a clinical diagnosis and select drugs in the treatment of dermatomycosis, it is necessary to take into account the development phases: anamorphs cause disease-causing dermatomycosis, teleomorphs are not pathogenic. Microscopic, cultural, luminescent, immunological, biological and histological identification methods are used. Dermatophytes have a feature of dermatotropism and can cause damage to the stratum corneum of the epidermis, hair and nails. In some cases, the spread of mycoses through the blood system can lead to severe mycotic damage to the central nervous system, skeletal system and other tissues and organs. To prevent this, it is always necessary, along with the treatment of the underlying disease at the first stage, to carry out antifungal systemic and external therapy.

Keywords: dermatomycetes, dermatophytes, dermatomycosis, dermatotropism, anamorphs, teleomorphs, pathogenic effect dermatomycetes, dermatophytes, dermatomycosis, dermatotropism, anamorph, teleomorph, pathogenic effect

Грибы – одни из самых загадочных и малоизученных существ, населяющих Землю. Их видовое разнообразие в 6 раз превышает разнообразие растений, в 50 раз – разнообразие позвоночных, но общий уровень изученности едва превышает 5%.

95% болезней сельскохозяйственных культур вызывают грибы. Они разрушают промышленные материалы и пищевые продукты, вызывают отравления, а так же тяжелейшие, зачастую смертельные болезни. Патогенные грибы, поражающие 20-30% человечества, до сих пор остаются в тени [1, с. 32].

Грибы являются основным источником смертности пациентов при большинстве неизлечимых заболеваний – раковых, ауто-

иммунных и иммунодефицитных. Микозы вызывают 70% осложнений при СПИДе и 75% смертельных случаев у больных лейкемией. Лечение антибиотиками, кортикостероидами, цитостатиками и иммуносупрессантами в 90% вызывает развитие микозов [2, с. 266].

В основном грибы проявляют себя как вторичные патогены для пациентов, и только немногие из них относят к первичным патогенам, например, дерматомицеты. Отдельные виды микромицетов проявляют себя и как первичные, и как вторичные патогены, например, *Cryptococcus neoformans* var. *neoformans* [3, с. 288].

Дерматомицеты – поверхностные грибы, локализирующиеся на коже, волосах и ног-

тах. Они не проникают обычно в глубокие ткани или органы, поскольку не могут преодолеть неспецифические барьерные факторы (сывороточные, включая ингибиторы кератиназы) [4, с. 433]. Инфекции протекают различно от слабо выраженных форм до серьезных – как результат ответной реакции макроорганизма на метаболические продукты гриба – патогена, вирулентность последнего, анатомической структуры ткани (органа) и местных окружающих факторов [5, с. 26]. Грибы имеют 43 анаморфных вида дерматомицетов: 2 – из рода *Epidermophyton*, 16 – из рода *Micrisporum*, 24 – из рода *Trichophyton* и 1 – из рода *Lacazia*. Выделяют 4 экологические группы дерматомицетов: антропофильные, зоофильные, гефильные, гидрофильные [6, с. 124].

Дерматомицеты своё болезнетворное действие проявляют только в анаморфной фазе развития, их телеоморфы являются не патогенными. Это необходимо знать, чтоб правильно оценить вид выделяемого гриба в патологическом материале, а так же точной постановки лабораторного и клинического диагнозов и выбора лекарственных средств, для лечения конкретного больного [7, с. 48; 8, с. 3].

Цель исследования

Целью исследования явилось обобщение имеющихся литературных данных по вопросу идентификации, патогенного действия грибов на организм и терапии дерматомикозов.

Материалы и методы исследования

Материалами исследования стали актуальные публикации по вопросам особенностей микозов на современном этапе.

Результаты исследования и их обсуждение

Имеются различные пути проникновения грибов в организм. Первичный очаг образуется [9] в области входных ворот. Входными воротами некоторых микозов могут стать органы дыхания, но в большинстве случаев грибы попадают в организм человека через поврежденную кожу и слизистые оболочки [10, с. 43].

Можно выделить несколько периодов в развитии грибковых заболеваний. Инкубационный период, наступает сразу же после внедрения гриба. Продолжительность его от одной недели до нескольких месяцев, после этого наступает период предшествующих [11]. Для лечения микозов нужно четко определенное лечение, т.к. без него некоторые микозы могут проявляться в течение всей жизни больного. При глубоких

септикопиемических формах и при поражении жизненно важных органов наблюдается летальный исход [12].

Некоторые виды грибов из первичного очага могут перемещаться по системе крови и лимфатической системе по внутренним органам, где для них имеется благоприятная среда для дальнейшего размножения, соответственно поражения внутренних органов, центральной нервной системы, костно-мышечной системы. Многие грибы обладают тропизмом [13], т.е. способны избирательно поражать определенные ткани. При поражении внутренних органов чаще встречается поражение легких и кишечника, реже – селезенки, печени и сердца, и очень редко – поражения нервной [14], костно-мышечной системы [15, с. 27]. В результате патологических изменений внутренних органов наблюдаются гранулематозные изменения различной интенсивности. Нагноительные микозы наблюдаются при хроническом кокцидиозе и бластомикозе [16, с. 73]. Дерматофиты обладают свойством дерматотропизма и поражают в основном роговой слой эпидермиса, волос и ногтей. Дерматотропизм у дерматофитов развился в процессе их эволюционирования и многовекового паразитирования на кожных покровах человека и животных. Дерматофиты в качестве питания используют белки кератина за счет наличия ферментов, обладающих кератолитической и липолитической активностью [17].

Широкое распространение имеет микоз волосистой части головы. Заболевание вызывают грибы рода *Triophyton* и *Microsporum*, но выраженные поражения волосистой части головы вызывают *M. audouinii*, *T. violaceum*. От экологии возбудителя зависит клиническая картина микозов волосистой части головы. Различают антропофильные, зоофильные (геофильные грибы). Так же эта зависимость наблюдается от способа расположения элементов гриба в структуре волоса (эндотрикс, эктотрикс) и от степени выраженности воспалительной реакции кожного покрова. Возможны различные варианты течения микозов волосистой части головы. Спонтанно может разрешиться инфильтративно-нагноительная форма трихофитии, вызываемая зоофильными грибами, и микроспория, вызванная *M. audouinii*. Так же трихофития волосистой части головы может принимать хроническое течение. Изредка микоз волосистой части головы может быть вызван смешанной инфекцией и менять клиническую картину болезни. В основном микозом волосистой части головы болеют дети в возрасте от 4 до 14 лет [18]. У взрослых болезнь протекает на фоне сни-

женного иммунитета и возбудителями микоза у них являются лишь некоторые виды трихофитонов [19, с. 344; 15, с. 31].

Различают несколько разновидностей микозов волосистой части головы: поверхностная трихофития, хроническая «черноточечная» трихофития, изолированная хроническая трихофития, глубокая трихофития, микроспория, фавус.

В сельской местности, среди работников скотоводческих и молочных ферм наблюдается поражение микозом бороды и усов. Очень часто микоз вызывают дерматомицеты вида *T. mentagrophytes* var. *gypseum*, *T. verrucosum*, реже – *M. canis* и *T. erinacei*. Исключение составляют антропофильные грибы *T. violaceum*, *T. schoenleinii*, *T. megninii* и *T. rubrum*. Источником заражения являются крупные рогатый скот, лошади, собаки, мыши. Клиническая картина заболевания: ассиметрично расположенные высыпания, преимущественно локализованные на коже подбородка, шеи, верхней и нижней челюсти. Образуются инфильтративные узлы от синего до красного цвета, имеющие пастообразную консистенцию, усеянные большим количеством перифолликулярных пустул, которые, приводят к образованию абсцессов. В пустулах образуется серозно-гнойное содержимое. В очагах поражения волосы тусклые, ломкие; они выпадают самостоятельно или легко эпилируются. Узлы при нагноении могут вскрываться с образованием гнойных полостей. [20, с. 78-80].

В странах с теплым климатом чаще встречаются дерматомикозы гладкой кожи и кожи лица (*Tinea corporis*, *Tinea faciei*). Выделяют две формы: классическую и с глубокими воспалительными очагами. При классической форме заболевания можно увидеть кольцевидный очаг с приподнятой границей, на поверхности имеются плоские шелушащиеся папулы или везикулы. Воспалительный очаг в центре имеет коричневатый цвет, по периферии шелушение сохраняется. Больных в основном беспокоит зуд. Зоофильный грибок *T. verrucosum* может вызывать глубокие воспалительные очаги. Клинически наблюдаются достаточно крупные очаги воспаления, образующие фолликулярные пустулы красного цвета с приподнятой поверхностью [21].

Микозы гладкой кожи разделяются на: микоз, вызванный *T. rubrum*; глубокую трихофитию; гранулему *Majocchi* и фавус.

Паховый дерматомикоз (*Tinea cruris*) является инфекцией, поражающей крупные складки (в основном паховые) и близлежащие участки кожи. Болеют чаще тучные мужчины с нарушением углеводного обмена и повышенной потливостью. Микоз вызыва-

ют *Epidermophyton floccosum*, *Trichophyton mentagrophytes* var. *interdigitale*, *T. rubrum*. Инфицирование происходит при соприкосновении с больным и через предметы личной гигиены. Часто микоз распространяется за пределы паховых складок: на внутреннюю поверхность бедер, промежность, периаанальную область и межъягодичную складку. Образуется крупное поражение с фестончатыми контурами, склонное к периферическому росту [21; 22, с. 130].

Микозы стоп (*Tinea pedis*) имеют широкое, можно сказать более массовое распространение, по сравнению с иными микозами. Наиболее распространенный возбудитель микоза стоп – *T. rubrum*, реже – *T. mentagrophytes*, var. *interdigitale* [23], еще реже – другие дерматомицеты. Микозом стоп, человек, как правило, инфицируется в семье, имея тесный контакт с зараженным и его вещами. Микоз, вызванный *T. rubrum*, имеет хроническое течение – хроническая сквамозно-гиперкератотическая форма микоза стоп («мокасиновый тип»). Клинически проявляется в виде легкого покраснения пораженной области, умеренного или выраженного шелушения, а так же толстого слоя гиперкератоза в точках, несущих наибольшую нагрузку [24, с. 330]. Заражение микозом стоп, вызванным *T. mentagrophytes* (эпидерма: микоз стоп), так же происходит в местах общественного пользования – спортивных залах, банях, саунах, бассейнах. При эпидермомикозе стоп обычно чаще поражается межпальцевая форма *Tinea pedis*. В 3-й, 4-й, иногда в 1-й межпальцевой складке образуется трещина, по краям появляется полоска набухшего эпидермиса с белой каймой на фоне окружающей эритемы. Эти явления могут сопровождаться неприятным запахом (особенно при присоединении вторичной бактериальной инфекции) и, как правило, болезненны. В некоторых случаях поражаются окружающая кожа и ногти (I и V) пальцев стопы [25; 26, с. 70].

Дерматомикозы кистей (*Tinea manuum*) – грибковая инфекция, имеющая локализацию на кистях рук. У детей бывает редко, развивается медленно в течение нескольких месяцев и даже лет. Дерматомикоз клинически протекает так же, как классическая форма дерматомикоза гладкой кожи. Данная инфекция на ладонях имеет такую же картину, что и гиперкератотическая форма подошвенного дерматомикоза [27, с. 272].

Нераспознанный дерматомикоз (*Tinea incognito*) – местная грибковая инфекция кожи, чаще поражающая паховую область, лицо, тыл кистей. В результате применения наружных кортикостероидов, клиническая картина микоза меняется. Очень часто все-

го ее ошибочно интерпретируют как экзему ладоней, с назначением топических стероидов. При применении местных кортикостероидов воспаление уменьшается, создавая ощущение мнимого благополучия, однако грибковая инфекция развивается вторично после вызванной стероидами локальной иммуносупрессии. После окончания лечения может возникнуть рецидив высыпаний, при этом их клиническая картина будет другая. Возможно отсутствие шелушения по периферии очагов [25], снижение четкости границ, развитие диффузной эритемы, папул или пустул, коричневая гиперпигментация.

Основным методом идентификации дерматомицетов является микроскопическое исследование патологического материала на грибы. Производят его в нативных и окрашенных препаратах. Культуральное исследование дерматомицетов – метод, являющийся высокочувствительным и специфическим в лабораторной диагностике микозов. Независимо от результатов микроскопии его необходимо выполнять, так как при помощи этого метода иногда удаётся выявлять возбудителя при отрицательных данных микроскопии, а также можно определять род и вид возбудителя, проводить адекватную терапию и профилактику заболевания. Особенную пользу культуральный метод несет для диагностики латентных форм микозов, носительства дерматомицетов здоровыми людьми [28]. Подтвердить эффективность лечения позволяет люминесцентный метод [29, с. 12]. Для серологической диагностики дерматомикозов и выявления специфических изменений в организме применяют иммунологические методы. Лабораторная диагностика глубоких микозов заключается в исследовании биологического метода. Для этого животное заражают патогенным грибом или материалом, в котором он содержится. Последний метод идентификации дерматомицетов – гистологическое исследование. Для постановки диагноза необходимо обнаружить элемент гриба в гистологическом препарате, что невозможно без гистологического окрашивания. Обнаружить полисахариды в клеточной стенке грибов позволяет реакция PAS (Periodic Acid Schiff) [30, с. 8].

Лечение проводится в соответствии с методическими рекомендациями с использованием системных антимикотиков. Основным препаратом при лечении микроспории является гризеофульвин 0,125 из расчета 22 мг/кг массы тела. При трихофитии назначается гризеофульвин 0,125 из расчета 18 мг/кг [31]. Используются так же препараты экифин, итразол [32, с. 228]. Для наружного лечения – серная мазь, рас-

твор йода 2 % спиртовой, экифин крем, микозолон [33, с. 176]. При лечении больных с микозом стоп высокоэффективным и доступным препаратом является тербинафин 250 мг [34, с. 70; 35, с. 146].

Заключение

Таким образом, при любом предположении на предмет заболевания дерматомикозами, необходимо тщательное клинико-лабораторное обследование. Любая грибковая инфекция значительно влияет на развитие и течение дерматоза [36, с. 310]. Возможны осложнения, способствующие развитию аллергической реакции, вызывающие резистентность к терапии. Это является одним из факторов возникновения рецидива заболевания [37]. Для предотвращения этого всегда необходимо наряду с лечением основного заболевания на первом этапе проводить противогрибковую системную и наружную терапию. Для профилактики рецидива дерматомикозов пациент должен соблюдать правила личной гигиены [38, с. 186].

Список литературы

1. Кашкин П.Н., Шелаков Н.Д. Руководство по медицинской микологии. М: Изд-во «Медицина», 1978. 328 с.
2. Забродина А.Р. Грибовидный микоз // Молодой ученый. 2015. № 22. С. 266-269. [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/102/23274/> (дата обращения: 05.03.2021).
3. Филипова Л.В., Васильева Н.В., Киселева Е.П. Особенности иммунного ответа на штаммы *Cryptococcus neoformans* разной вирулентности: автореф. дис. на соискание ученой степени: 03.02.12; 14.03.09; 13.04.2015; 15.02.2015. СПб., 2014.22 с.
4. Ross I.L., Weldhagen G.F., Kidd S.E. Detection and identification of dermatophyte fungi in clinical samples using a commercial multiplex tandem PCR assay. Pathology. 2020. Vol. 52. No. 4. P. 473-477. DOI: 10.1016/j.pathol. 2020.03.002.
5. Корнишева В.Г., Разнатовский К.И. Керато- и дерматомикозы. Учебное пособие для врачей. СПб., 1998. 26 с.
6. Степанова Ж.В. Грибковые заболевания: диагностика и лечение. М.: «Миклош», 2011. 124 с.
7. Елинов Н.П. Дерматомицеты (Лекция). Учебное пособие. СПб.: Коста, 2011. 48 с.
8. Елинов Н.П. Некоторые преодолемые проблемы для медицинских микологов // Проблемы медицинской микологии. 2010. Т. 12. № 1. С 3-8.
9. Патогенные грибы и глубокие микозы (кокцидоз, гистоплазмоз, споротрихоз и пр.). 2017. [Электронный ресурс]. URL: <https://infopedia.su/9xd144.html> (дата обращения 13.03.2021).
10. Смирнова О., Литвак Н. Микозы кожи: «Перспективная инфекция» // «Ремедиум». 2015. С. 43.
11. Evan L., Chu-Lin T., Zahida K. M., Ekta K., Paul P., Poger D.R., Sarah P., Jonn M. K. Benefits of antifungal therapy in asthma patients with airway mycosis: A retrospective cohort analysis // Wiley Online Library. 2018. P 264-275. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov> (дата обращения: 24.02.2021).
12. Anasane N., Golińska P., Wypij M., Rathod D., Dahm H., Rai. M. Acidophilic actinobacteria synthesised silver nanoparticles showed remarkable activity against fungi-causing

- superficial mycoses in humans // National Library of Medicine. 2015. [Электронный ресурс]. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> (дата обращения: 24.02.2021).
13. Лень Анна. Реферат: Грибковые заболевания кожи // Медицина. 2017. [Электронный ресурс]. URL: <https://ronl.org/referaty/medicina/295187/> (дата обращения 13.03.2021).
 14. Вертакова О.В., Андамова О.В., Киселев А. Б. Комбинированная терапия ортофарингеального кандидоза и оценка фагоцитарной активности и биоцидного потенциала нейтрофилов периферической крови // Журнал «Образование и медицина в Сибири». 2015. № 2. С. 8.
 15. Соколова Т.В., Малярчук А.П., Малярчук Т.А. Клинико-эпидемиологический мониторинг поверхностных микозов в России и совершенствование терапии // Клиническая дерматология и венерология. 2011. Т. 4. С. 27-31.
 16. Касаткин Е.В., Лысогорская И.В., Каменева В.А., Тимофеева Н.А. Изучение эффективности различных методов лечения дерматофитий // Успехи медицинской микологии. 2019. Т. 20. С. 73-75.
 17. Разнатовский К.И., Родионов А.Н., Котрехова Л.П.. Дерматомикозы // «ООО Медицина XXI век». Врач на учебе, 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://vrachnauchebe.ru/dermatomikozu/> (дата обращения: 24.02.2021).
 18. Родионов А.Н. Грибковые заболевания кожи: руководство для врачей (2-е изд.). СПб.: Издательство «Питер», 2000. 288 с.
 19. Мюллер Э., Лёффлер В. Микология. М.: «Мир», 1995. 344 с.
 20. Халдеева Е.В., Лисовская С.А., Глушко Н.И. Микобиота кожных покровов и шерсти домашних животных как потенциальный источник возбудителей дерматомикозов // Проблемы медицинской микологии. 2019. Т. 21. № 4. С. 54-56.
 21. И.В. Никитина. Клинические особенности дерматомикозов // Провизор. 2009. № 11. [Электронный ресурс]. URL: http://www.provisor.com.ua/archive/2009/N11/kloeder_119.php (дата обращения 14.03.2021).
 22. Федотов В.П., Носонова А.В., Горбунцов В.В. Грибковые поражения в крупных складках кожи: особенности развития, течения и подходы к лечению // Проблемы Медицинской Микологии. 2013. Т. 15. № 2. С. 130.
 23. Папазова Н.А., Алексеев К.В., Нечипоренко С.П. Разработка составов и технологии геля клотримазола и геля кетоконазола: автореф. дис. на соискание степени канд. фарм. наук: 15.00.01: 29.10.2004: 28.09.2004. СПб., 2004. 18 с.
 24. Рукавишников В.М. Микозы стоп. М., 2003. 330 с.
 25. Юцковский А.Д., Васильева Н.В., Кулагина Л.М., Богомолова Т.С., Киселева В.С. Роль патогенных и условно-патогенных грибов в жизни человека. Выпуск II. Учебное пособие. СПб.: Политехника – сервис, 2014. 206 с.
 26. Соколова Т.В., Малярчук Т.А. Эпидемиология микозов стоп // Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2015. № 1. С. 70-71.
 27. Климов Н.Н. Микозы: диагностика и лечение. Руководство для врачей. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Фармтек, 2017. 272 с.
 28. Салимов Б.М., Касымов О.И. Эпидемиология, некоторые вопросы патогенеза и совершенствование терапии онихомикоза: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. мед. наук: 14.00.11: 22.09.2009: 22.08.2009. Душанбе, 2009. 23с.
 29. Медведева Т.В., Лейна Л.М., Чилина Г.А., Петунова Я.Г., Пчелин И.М. Микроспория: Современное представление о проблеме // Проблемы медицинской микологии. 2020. Т. 22. № 2. С. 12.
 30. Новоселов В.С., Дубенский В.В. Федеральные клинические рекомендации по ведению больных микозами кистей, стоп и туловища. 2015. С. 8.
 31. Панкратов О.В., Панкратов В.Г. Инфекционная дерматология в практике врачей первичного звена. Издательство «Новое знание». 2015. 192 с.
 32. Федотов В.П., Дюдю А.Д., Горбунцов В.В., Корещкая Е.Ю., Веретельник К.А., Макачук А.А. Новое понимание и подходы к диагностике и терапии микозов как осложняющего фактора при ряде дерматозов. Отечественный препарат итраконазола как альтернативный антимикотик комплексной терапии // Дерматовенерология. Косметология. Сексопатология. 2012. С. 228.
 33. Потекаев Н.Н. Лечение наиболее распространенных грибковых заболеваний кожи // Consilium medicum. 2005. Т. 7. № 3. С. 176-180.
 34. Икрамова Н.Д. Опыт применения тербинафина в лечении больных микозом стоп // Проблемы медицинской микологии. 2017. Т. 19. № 2. С. 70.
 35. Яковлев А.Б. Вопросы этапности наружной терапии микозов кожи стоп // Медицинский совет № 21. 2018. С. 146.
 36. Kaul S., Yadav S., Dogra S. Treatment of dermatophytosis in elderly, children, and pregnant women // Indian Dermatol. Online J. 2017. Vol. 8. No. 5. P. 310-318. [Электронный ресурс]. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> (дата обращения: 24.02.2021).
 37. Федотов В.П., Горбунцов В.В. Грибы как осложняющий фактор дерматозов (патогенез, клинические особенности и терапия) // Дерматовенерология. Косметология. Сексопатология. 2006. С. 8.
 38. Vastarella M., Gallo L., Cantelli M., et al. An undetected case of tinea capitis in an elderly woman affected by dermatomyositis: how trichoscopy can guide to the right diagnosis. Skin Appendage Disord // National Library of Medicine. 2019. Vol. 5. No. 3. P. 186-188. [Электронный ресурс]. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> (дата обращения: 24.02.2021).

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБ ЭТИОЛОГИИ, ПАТОГЕНЕЗЕ, ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ДИАГНОСТИКИ, ЛЕЧЕНИЯ И ПРОФИЛАКТИКИ РАКА ШЕЙКИ МАТКИ

Аристова А.С., Гуляева И.Л.

ФГБОУ ВО ПГМУ им. Академика Е.А. Вагнера Минздрава России, Пермь,
e-mail: asaristova@mail.ru

Рак шейки матки входит в число часто диагностируемых злокачественных опухолей женской половой системы. Многие факторы способствуют развитию болезни, но основным, приводящим к развитию заболевания, является заражение вирусом папилломы человека. Вирус изменяет геном человека в эпителии шейки матки, тем самым угнетая способность организма к подавлению образования опухолей. Для человека, наиболее канцерогенны ВПЧ-16 и ВПЧ-18, которые вызывают рак шейки матки чаще остальных типов вируса папилломы человека во всем мире. Выявление предраковых поражений может предотвратить прогрессирование процесса до рака шейки матки. В настоящее время для раннего обнаружения заболевания используются множество современных методов скрининга и диагностики рака шейки матки. Было выявлено, что поражения, которые диагностируются как CIN 2-3 степени, являются предшественниками рака шейки матки. Лечение чаще всего носит комплексный характер, включающий хирургические методы, химиотерапию, иммунотерапию, облучение, что позволяет увеличить выживаемость пациенток и улучшить качество их жизни. Лучшим методом профилактики этого онкологического заболевания является вакцинирование, которое способно защитить организм от наиболее часто встречаемых форм вируса папилломы человека и значительно снизить заболеваемость раком шейки матки.

Ключевые слова: рак шейки матки, вирус папилломы человека, вакцинация, скрининг рака шейки матки, лечение, профилактика

MODERN CONCEPTION OF ETIOLOGY, PATHOGENESIS, MAIN DIRECTIONS OF DIAGNOSIS, TREATMENT AND PREVENTION OF CERVICAL CANCER

Aristova A.S., Gulyaeva I.L.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Academician Ye.A. Vagner Perm State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation,
Perm, e-mail: asaristova@mail.ru

Cervical cancer is one of the most commonly diagnosed malignant tumors of the female reproductive system. Many factors contribute to the development of the disease, but the main one leading to the development of the disease is infection with the human papillomavirus. The virus will alter the human genome in the cervical epithelium, thereby inhibiting the body's ability to suppress tumor formation. For humans, the most carcinogenic HPV-16 and HPV-18, which cause cervical cancer more often than other types of the human papillomavirus worldwide. Identification of precancerous lesions can prevent the progression of the process to cervical cancer. Currently, many modern methods of screening and diagnosis of cervical cancer are used for early detection of the disease. It has been shown that lesions diagnosed as grade 2-3 CIN are precursors of cervical cancer. Treatment is most often complex, including surgical methods, chemotherapy, immunotherapy, radiation, which can increase the survival rate of patients and improve their quality of life. The best method for preventing this cancer is vaccination, which can protect the body from the most common forms of the human papillomavirus and significantly reduce the incidence of cervical cancer.

Keywords: cervical cancer, human papillomavirus, vaccination, cervical cancer screening, treatment, prevention

Несмотря на разработку методов ранней диагностики (скрининга) и лечения, а так же весьма хорошо изученные этиологию и патогенез заболевания, рак шейки матки (РШМ) – второе по распространенности онкологическое заболевание у женщин после рака груди. В РФ в 2017 г. зарегистрирована 17587 больная РШМ. Летальность на первом году – 14,3% [1]. Хотя, в отличие от других видов рака, его в некоторой степени можно предотвратить с помощью ранней диагностики и вакцинации. В 2018 году был опубликован анализ статистических данных, в котором представлены сведения о том, что процент заболеваемости раком шейки матки в РФ выросло на 2% за период 2010-2017 годы [2]. Основным причинным

фактором рака шейки матки являются вирусы папилломы человека (ВПЧ) высокого риска, которые также ассоциированы с другими аногенитальными видами рака, а также с небольшой долей рака головы и шеи. Более 99% случаев рака шейки матки у человека связаны с ВПЧ, передаваемыми половым путем [3]. Имеющиеся в настоящее время профилактические вакцины, ингибирующие инфицирование подмножеством ВПЧ высокого риска, обещают снизить заболеваемость раком шейки матки у будущих поколений женщин. Стоит отметить, что в последние годы из-за отсутствия эффективных методов профилактики/скрининга заболеваемость раком шейки матки все еще растет в развивающихся странах.

Патофизиология рака шейки матки

Основное место в развитии рака шейки матки занимает заражение ВПЧ, при этом двумя основными условиями риска представляются хроническая инфекция ВПЧ высокого риска (HR) и неэффективный клиренс вируса. Исследования показали, что ВПЧ HR меняет очередности генома, что существенно влияет на физиологию женщины и приводит к отчетливым клиническим проявлениям [4]. Цитологические исследования выявили низкодифференцированные плоскоклеточные интраэпителиальные поражения до двух лет после клиренса инфекции у некоторых женщин. Инфекция ВПЧ в эпителии шейки матки приводит к изменениям генома человека, что приводит к угнетению всевозможных факторов, подавляющих опухоль, с одной стороны, и к aberrантному функционированию разнообразных факторов, способствующих формированию опухоли, с другой. Наиболее часто встречающимся проявлением продуктивного воздействия ВПЧ являются множественные папиллярные выросты, папилломы и кондиломы, основой которых является фибринозная ткань, покрытая плоским многослойным эпителием. Результатом трансформирующего действия ВПЧ могут быть внутриэпителиальные поражения, например дисплазия. Дисбаланс и нестабильность, активизированные ВПЧ в геноме эпителиальных клеток шейки матки хозяина, приводят к прогрессированию неопластических процессов в течение многих лет [5]. Вирусная репликация происходит в эпителиальной клетке в течение ее цикла дифференцировки [6]. Цикл дифференцировки нужен для создания вирусных частиц на плоском эпителии. Репликация ДНК ВПЧ начинается, когда дублируется ДНК базальной клетки.

Классификация ВПЧ

ВПЧ является одним из наиболее распространенных патогенов, передающихся половым путем. Считается, что 80% сексуально активных людей заражены этим вирусом. Выявлено более 100 различных типов ВПЧ, которые разделены на две группы в зависимости от их тканевого тропизма [7].

Восемь наиболее распространенных типов рака шейки матки включают ВПЧ 16, 18, 31, 33, 35, 45, 52 и 58. ВПЧ-16 ответственен за большинство видов рака шейки матки во всем мире. Градация прогрессирования рака шейки матки включает эпителиальную ткань в фазах от нормального эпителия до цервикальной интраэпителиальной неоплазии (CIN) 1-3, а затем инвазивного рака

шейки матки. Поражения, которые диагностируются как CIN 2-3 степени, считаются предшественниками рака шейки матки.

Кожные типы (например, ВПЧ-5 и -8) поражают кожу и вызывают бородавки, а иногда и немеланомный рак кожи. Слизистые типы поражают эпителиальную выстилку аногенитальных трактов и полости рта [8].

Они делятся на типы низкого и высокого риска. ВПЧ низкого риска (например, ВПЧ-6 и -11) ассоциируются только с доброкачественными поражениями, такими как генитальные бородавки и папилломы гортани. ВПЧ высокого риска (например, ВПЧ-16 и -18) вызывают различные виды рака, включая рак шейки матки, влагалища, заднего прохода и полости рта. В частности, ВПЧ-16 и -18 ответственны за 60% и 20% случаев рака шейки матки соответственно. Таким образом, современные профилактические вакцины обычно нацелены на эти два основных типа ВПЧ высокого риска.

Вирионы ВПЧ представляют собой неразвитые икосаэдрические частицы, заключающие в себе двухцепочечный ДНК-геном длиной 7,9 КБ. ВПЧ кодирует восемь генов, среди которых E5, E6 и E7 обладают онкогенной активностью. Два из этих вирусных онкогенов, E6 и E7, неизменно экспрессируются при раке шейки матки человека, и их постоянная экспрессия необходима для поддержания ракового состояния [9]. Основные онкопротеины E5, E6 и E7, кодируемые геномом HPV, являются основными движущими силами онкогенеза в нормальном эпителии шейки матки и нарушают нормальное функционирование основного комплекса гистосовместимости I (MHC class I), p53 и Rb, Notch1, Wnt, MAPK, mTOR и STAT-ассоциированные пути, которые являются центральными участниками, контролирующими нормальный рост клеток, дифференциацию и иммунную функцию. Повышенная активность теломеразы, как известно, связана с иммортализацией эпителиальных клеток и онкогенезом, а hrHPV-E6, как известно, усиливает активность теломеразы в эпителии шейки матки [9]. Таким образом, онкогенные компоненты E6 и E7 генома ВПЧ обладают способностью репрограммировать геном хозяина, протеом и внутриклеточную сигнальную сеть в нише эпителия шейки матки, чтобы поддерживать и способствовать вирусному онкогенезу.

Факторы риска рака шейки матки

Следует отметить, что существуют и такие факторы, которые предрасполагают к развитию рака шейки матки. Наиболее изученным из них является курение табака,

которое играет определенную роль в развитии рака шейки матки. Было также показано, что длительное использование пероральных и инъекционных гормональных контрацептивы повышают риск развития рака шейки матки [10]. Однако их влияние может быть и косвенным, так как женщины, использующие эти контрацептивы, более сексуально активны и не используют спермицидными агентами и барьерными методами контрацепции, поэтому более подвержены воздействию инфекциям, передающимся половым путем. Также некоторые гормоны, например, эстроген повышают риск развития рака шейки матки. Эстроген и его рецепторы участвуют в развитии и профилактике различных видов рака [11]. В то время как шейка матки очень чувствительна к эстрогену, роль эстрогена в раке шейки матки изучена недостаточно. Недавние исследования показали, что эстроген и его ядерный рецептор способствуют развитию рака шейки матки в сочетании с онкогенами ВПЧ. Большое количество эпидемиологических исследований подтверждает наличие этой закономерности [12]. Если данный вид рака зависит от эстрогена, то препараты, нацеленные против эстрогена и его рецепторов, могут быть эффективными в лечении и/или профилактике рака шейки матки.

*Современные методы диагностики ВПЧ
для проведения скрининга рака
шейки матки*

Поскольку персистирующая инфекция с высокими типами риска вируса папилломы человека является необходимым условием канцерогенеза шейки матки, в последние годы выявление ВПЧ постепенно стало основным методом скрининга рака шейки матки вместо цитологии шейки матки [13]. Разработка тестов на ВПЧ по-прежнему быстро развивается. На сегодняшний день доступно по меньшей мере 193 различных теста для выявления ВПЧ в образцах шейки матки. Однако из этих тестов только 110 (57%) были процитированы более одного раза в литературе, и только 69 (35,7%) были проанализированы или клинически оценены в публикации. Для оценки эффективности новых методов необходимы надежные клинические данные [14].

Гибридный тест ДНК HPV захвата 2 (HC2) широко используется для обнаружения инфицирования ВПЧ и рака шейки матки. Для этого метода считается, что его чувствительность к данному виду заболевания варьирует от 84,9% до 100%, а специфичность – от 69,5% до 95,8%. На данный момент с 2009 года во многих клиниках

используется так называемый тест Cervista HPV HR. После ряда проведения клинических исследований выяснилось, что тест Cervista HPV HR-тест может более точно выявлять ВПЧ высокого риска по сравнению с HC2-тестом. А с 2011 года в клиническую практику был введен тест t на ВПЧ Cobas 4800 [15]. Клинические исследования показали, что чувствительность теста Cobas была сопоставима с чувствительностью теста HC2, но тест Cobas имел улучшенную специфичность, поскольку он имеет более низкий уровень перекрестной реактивности с другими типами ВПЧ низкого риска. Однако ложноотрицательные результаты могут возникать из-за того, что ген L1 теряется, когда вирус интегрируется в геном хозяина у значительного числа пациентов.

В последнее время обнаружение онкогенной мРНК ВПЧ E6/E7 стало альтернативой тесту ДНК ВПЧ. Исследования показывают, что небольшая экспрессия мРНК E6/E7 может быть обнаружена при транзиторных инфекциях, но при персистирующих инфекциях мРНК E6/E7 сверхэкспрессируется. Таким образом, обнаружение повышенной экспрессии мРНК E6/E7 может быть непосредственно связано с прогрессированием заболевания и может еще больше сократить число направлений на кольпоскопию [16].

Диагностика рака шейки матки

*Цитологическое исследование мазков
(Пап-тестирование)*

Пап-тест – это тест, с помощью которого можно определить предраковые или раковые клетки во влагалище и шейке матки. Главное отличие от стандартного цитологического исследования заключается в дополнительной фиксации спиртом материала при приготовлении стекла, что повышает точность анализа.

При проведении Пап-тестов аномалии плоскоклеточных и железистых клеток рассматриваются отдельно. Атипичные плоскоклеточные клетки (ASC) являются наиболее частой аномалией при Пап-тестах, которые делятся на ASC-US и ASC-H. ASC-US Первая категория относится к атипичным плоскоклеточным клеткам неопределенного значения (ASC-US). Эти плоские клетки не кажутся полностью нормальными, но существует неопределенность в отношении природы клеточных изменений, которые могут быть связаны с инфицированием ВПЧ или другими факторами. Вторая категория относится к атипичным плоскоклеточным клеткам с возможностью интраэпителиального плоскоклеточного высокой степени поражения (ASC-H). Как и ASC-US, эти клет-

ки также не кажутся нормальными, но могут иметь более высокий риск предопухолевого развития по сравнению с поражениями ASC-US. С другой стороны, клетки, несущие легкие диспластические изменения в эпителии шейки матки, вызванные интеграцией ВПЧ, рассматриваются как плоскоклеточные интраэпителиальные поражения низкой степени злокачественности, известные также как интраэпителиальная неоплазия шейки матки 1 степени. Эпителиальные клетки шейки матки, интегрированные с ВПЧ, с более выраженными изменениями, рассматриваются как плоскоклеточные интраэпителиальные поражения высокой степени злокачественности, или CIN2, CIN2 / 3 или CIN3 в зависимости от степени тяжести патологических изменений. Эти изменения с большой вероятностью разовьются до карциномы (CIS) или рака шейки матки, если их не лечить [17].

Инструментальные методы исследования. Кольпоскопия

Кольпоскопическое исследование – метод визуального осмотра эпителия влагалищной части шейки матки с использованием кольпоскопа под увеличением в 10, 20 или 30 раз с фокусированным освещением.

Женщины с положительным результатом на hrHPV-16 или hrHPV-18 должны пройти кольпоскопическое обследование. Женщины с отрицательным результатом на hrHPV-16 и hrHPV-18, но с положительным результатом на один из 12 других hrHPV должны пройти Пап-тест, чтобы определить необходимость кольпоскопии. Женщины с диагнозом CIN-2 или при более запущенных поражениях должны получать дальнейшее лечение в зависимости от возраста, статуса беременности и состояния фертильности. Варианты лечения включают петлевую электрохирургическую процедуру иссечения (LEEP), криотерапию (CIN низкой степени), лазерную терапию [18, 19].

Существуют рекомендации, регламентирующие тактику врача при неопределенных результатах скрининговых тестов. В рекомендациях ASCCP (American Society for Colposcopy and Cervical Pathology) указывается, что необходимо проведение ко-тестирования кольпоскопией через 1 год, если сохраняется ВПЧ типов 16 и 18, или если цитология отклоняется от нормы. У некоторых женщин эти результаты сохраняются в течение многих лет, и впоследствии их могут направлять на повторные ежегодные кольпоскопии.

Sawaya G.F. и соавторы (2016) предлагают стратифицировать этих женщин

по результатам кольпоскопии. Данные исследования ASCUS – LSIL Triage Study предполагают, что кольпоскопический слепок может идентифицировать подгруппу женщин, подходящих для менее интенсивного наблюдения, а значит для более щадящего метода обследования [20].

Лечение рака шейки матки

Вовремя не проведенный скрининг с последующим профилактическим лечением при предраковом состоянии может повысить риск развития рака шейки матки. На ранних стадиях формирования рака шейки матки хирургическое вмешательство является методом выбора. Стандарт лечения при прогрессирующем раке шейки матки включает системную химиотерапию на основе платины в сочетании с лучевой терапией. Иммуномодулирующая вакцинация является еще одним выбором для эффективного лечения рака, интегрированного с ВПЧ, которую можно использовать отдельно или в сочетании с химиолучевой терапией. Одной из форм эффективного лечения рака шейки матки является адоптивная иммунотерапия интерлейкином-2 и лимфокин-активированными киллерами. Эта терапия предусматривает введение в организм больного аутологических или аллогенных иммунокомпетентных клеток, активированных и генерированных *ex vivo* и обладающих противоопухолевым эффектом. В ряде исследований показано, что ЛАК (лимфокин-активированные киллеры) наряду с НК (натуральными киллерами) способны вызывать лизис опухолевых клеток, а также синтезировать и высвобождать биологически активные вещества, такие как цитокины [20]. Каждый из перечисленных методов лечения имеет свои определённые преимущества и недостатки, и назначение того или иного метода обследования и лечения пациентки носит строго индивидуальный характер.

Вакцинация против ВПЧ

Вакцинацию от вируса папилломы человека проводят во многих развитых странах мира. В настоящее время существует ряд вакцин против ВПЧ: двух-валентная (нацеленная на типы высокого риска ВПЧ16 и 18), четырех-валентная (нацеленная на типы высокого риска впч16, 18 и низкого риска 6 и 11) и девяти-валентная (нацеленная на ВПЧ6/11/16/18 и еще 5 типов высокого риска). Все они показали превосходную эффективность против предрака шейки матки, а последние два – также против наружных генитальных бородавок [21]. В будущем мы, вероятно, будем наблюдать эффективность вакцинации против значительной ча-

сти анального рака и рака полового члена, при которых доминирует ВПЧ16 [22].

Наличие большого количества исследований на тему рака шейки матки сыграло роль в формировании общественного взгляда на вакцинацию против ВПЧ [23]. В более ранних исследованиях представлена информация о эффективности вакцинации среди девочек дошкольного возраста [24]. Однако в последние годы предложено проводить вакцинацию женщин в возрасте от 30 до 45 лет. Последующие исследования показали, что результат вакцинации с целью профилактики заболеваний, вызванных ВПЧ, аналогичен также и у мальчиков. Для девочек и мальчиков, начинающих вакцинацию в возрасте от 9 до 14 лет, рекомендуется двухдозовый режим; 3 дозы рекомендуются тем, кто начинает серию в возрасте от 15 до 26 лет, и тем, кто имеет ослабленный иммунитет. Проблема формирования коллективного иммунитета от ВПЧ при проведении вакцинации еще недостаточно изучена. Существуют рекомендации проведения вакцинации для всех групп населения. Наряду с этим необходимо проводить скрининг как вакцинированных, так и невакцинированных женщин. Такой охват вакцинацией способствует быстрому росту снижения заболеваемости от ВПЧ, обеспечивая в то же время прямую профилактику рака как у женщин, так и у мужчин.

Заключение

Таким образом, современные данные, приводимые в литературе, свидетельствуют о полиэтиологичности рака шейки матки, при этом многие авторы считают, что ведущая роль в инициации этого заболевания принадлежит хроническому воспалению, вызванному вирусом папилломы человека. В настоящее время практикуется комплексный подход как к диагностике, так и терапии предопухолевых заболеваний и рака шейки матки.

Существуют два эффективных принципа профилактики рака шейки матки – вакцинация против вируса папилломы человека (ВПЧ) и скрининг рака шейки матки с первичным тестированием на ВПЧ с последующим лечением выявленных предраковых поражений. Профилактика рака шейки матки, связанного с ВПЧ, основывается на применении дорогостоящих вакцин против ВПЧ и повторных скринингах рака шейки матки. Хотя в последние годы вакцины показали многообещающие результаты, реализация универсальных стратегий вакцинации против ВПЧ является дорогостоящей для развивающихся стран. Несмотря на то, что были разработаны эффектив-

ные стратегии, остается ряд проблем в вопросах диагностики и лечения раковых заболеваний, вызванных ВПЧ. Значительное сокращение заболеваемости зависит от эффективности проводимой профилактики, которая направлена на выявление и лечение предраковых заболеваний шейки матки до того, как они трансформируются в рак.

Список литературы

1. Курунова И.И., Боровская Т.Ф., Марочко А.Ю., Бес- смертная Н.Г. Эпидемиологические аспекты рака шейки матки // Дальневосточный медицинский журнал. 2013. № 3. С. 130-134.
2. Каприна А.Д., Старинского В.В., Петровой Г.В. Состояние онкологической помощи населению России в 2017 году. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2018. 236 с.
3. Данилова Н.В., Андреева Ю.Ю., Мальков П.Г. Дифференциальная диагностика предопухолевых и регенераторных изменений эпителия шейки матки с использованием иммуногистохимического метода // Архив патологии. 2011. Т. 73. № 2. С. 10-11.
4. Fang J, Zhang H, Jin S. Epigenetics and cervical cancer: from pathogenesis to therapy. *Tumour Biol.* 2014. Vol. 35. No. 6. P. 5083-93. DOI: 10.1007/s13277-014-1737-z.
5. Kuguyo O, Tsikai N, Thomford NE, Magwali T, Madziyire MG, Nhachi CFB, Matimba A, Dandara C. Genetic Susceptibility for Cervical Cancer in African Populations: What Are the Host Genetic Drivers? *OMICS.* 2018. Vol. 22. No. 7. P. 468-483. DOI: 10.1089/omi.2018.0075.
6. Frazer IH. Interaction of human papillomaviruses with the host immune system: a well evolved relationship. *Virology.* 2009. Vol. 384. No. 2. P. 410-414. DOI: 10.1016/j.virol.2008.10.004.
7. Hu Z, Ma D. The precision prevention and therapy of HPV-related cervical cancer: new concepts and clinical implications. *Cancer Med.* 2018; Vol. 7. No. 10. P. 5217-5236. DOI: 10.1002/cam4.1501.
8. Sawaya GF, Smith-McCune K, Kuppermann M. Cervical Cancer Screening: More Choices in 2019. *JAMA.* 2019. Vol. 321. No. 20. P. 2018-2019. DOI: 10.1001/jama.2019.4595.
9. Woodman CB, Collins SI, Young LS. The natural history of cervical HPV infection: unresolved issues. *Nat Rev Cancer.* 2007. Vol. 7. No. 1. P. 11-22. DOI: 10.1038/nrc2050.
10. Андосова Л.Д., Конторщикова К.Н., Качалина О.В. Современные представления о роли вируса папилломы человека в генезе цервикального рака (обзор) // Медицинский альманах. 2011. № 5. С. 116-119.
11. Chung SH, Franceschi S, Lambert PF. Estrogen and ERalpha: culprits in cervical cancer? *Trends Endocrinol Metab.* 2010. Vol. 21. No. 8. P. 504-11. DOI: 10.1016/j.tem.2010.03.005.
12. den Boon JA, Pyeon D, Wang SS, Horswill M, Schiffman M, Sherman M, Zuna RE, Wang Z, Hewitt SM, Pearson R, Schott M, Chung L, He Q, Lambert P, Walker J, Newton MA, Wentzensen N, Ahlquist P. Molecular transitions from papillomavirus infection to cervical precancer and cancer: Role of stromal estrogen receptor signaling. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2015. Vol. 112. No. 25. P. 3255-64. DOI: 10.1073/pnas.1509322112.
13. Olusola P, Banerjee HN, Philley JV, Dasgupta S. Human Papilloma Virus-Associated Cervical Cancer and Health Disparities. *Cells.* 2019; Vol. 8. No. 6. P.622. DOI: 10.3390/cells8060622.
14. Saavedra KP, Brebi PM, Roa JC. Epigenetic alterations in preneoplastic and neoplastic lesions of the cervix. *Clin Epigenetics.* 2012. Vol. 4. No. 1. P. 13. DOI: 10.1186/1868-7083-4-13.
15. Kessler TA. Cervical Cancer: Prevention and Early Detection. *Semin Oncol Nurs.* 2017; Vol. 33. No. 2. P. 172-183. DOI: 10.1016/j.soncn.2017.02.005.

16. Böttinger P, Schreiber K, Hyjek E, Krausz T. Cooperation of genes in HPV16 E6/E7-dependent cervicovaginal carcinogenesis trackable by endoscopy and independent of exogenous estrogens or carcinogens. *Carcinogenesis*. 2020. Vol. 41. No. 11. P. 1605-1615. DOI: 10.1093/carcin/bgaa027.
17. Iavazzo C, Boutas I, Grigoriadis C, Vrachnis N, Salakos N. Management of ASCUS findings in Papanicolaou smears. A retrospective study. *Eur J Gynaecol Oncol*. 2012. Vol. 33. No. 6. P.605-609.
18. Ge Y, Christensen P, Luna E, Arnylagos D, Xu J, Schwartz MR, Mody Dr. Role of HPV genotyping in risk assessment among cytology diagnosis categories: analysis of 4562 cases with cytology-HPV cotesting and follow-up biopsies. *Int J Gynecol Cancer*. 2019. Vol. 29. No. 2. P. 234-241. DOI: 10.1136/ijgc-2018-000024.
19. Moore de Peralta A, Holaday B, Hadoto IM. Cues to Cervical Cancer Screening Among U.S. Hispanic Women. *Hisp Health Care Int*. 2017. Vol. 15. No. 1. P.5-12. DOI: 10.1177/1540415316682494.
20. Sawaya GF, Smith-McCune K. Cervical Cancer Screening. *Obstet Gynecol*. 2016. Vol. 127. No. 3. P. 459-467. DOI: 10.1097/AOG.0000000000001136.
21. Грицай А.Н., Барановский Д.А., Киселевский М.В., Гуляева И.Л. Адоптивная иммунотерапия интерлейкином-2 и лимфокин-активированными киллерами у больных злокачественными новообразованиями женской репродуктивной системы (обзор литературы) // Опухоли женской репродуктивной системы. 2014. № 4. С. 71-73.
22. Wang R., Pan W., Jin L., Huang W., Li Y., Wu D., Gao C., Ma D., Liao S. Human papillomavirus vaccine against cervical cancer: Opportunity and challenge. *Cancer Lett*. 2020. Vol. 471. P. 88-102. DOI: 10.1016/j.canlet.2019.11.039.
23. Scheller N.M., Svanström H., Pasternak B., Arnheim-Dahlström L., Sundström K., Fink K., Hviid A. Quadrivalent HPV vaccination and risk of multiple sclerosis and other demyelinating diseases of the central nervous system. *JAMA*. 2015. Vol. 313. No. 1. P. 54-61. DOI: 10.1001/jama.2014.16946.
24. Jeronimo J., Castle P., Temin S. Secondary prevention of cervical cancer: ASCO resource-stratified clinical practice guideline. *J. Glob. Oncol*. 2016. Vol. 8. No. 5. P. 1-23.

КОЭФФИЦИЕНТ ВЫНОСЛИВОСТИ КАК ПРОГНОСТИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ УРОВНЯ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ И АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА

Леонов С.А., Сорокина В.В., Мокашева Ек.Н., Мокашева Евг.Н.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко»

Минздрава РФ, Воронеж, e-mail: savhrebet@ya.ru

Стресс проявляет свое воздействие на все аспекты жизни человека. Не исключение и студенты, которые за время обучения в высшем учебном заведении постоянно подвергаются всевозможным стрессовым факторам, связанными со сдачей экзаменов, зачетов и необходимостью адаптации к новым условиям жизни в общежитии. Студенты-медики в связи с особенностями обучения в медицинском вузе особенно подвержены подобным влияниям, также на них начинают воздействовать дополнительные стрессовые факторы, связанные с началом обучения на клинических базах и постоянным контактом с пациентами, требующими определенного уровня стрессоустойчивости со стороны обучающихся. В исследовании приняло участие 68 студентов 3 курса ВГМУ им. Н.Н. Бурденко, которые ответили на вопросы Бостонского теста на стрессоустойчивость и Шкалы оценки выраженности психофизиологической реакции на стресс. У всех студентов были измерены пульс, артериальное давление, рост, вес, частота дыхательных движений и посчитаны такие физиологические индексы, как коэффициент выносливости, индекс Кердо, ударный объем сердца, индекс Хильдебрандта, тип саморегуляции кровообращения, коэффициент экономичности кровообращения. Все испытуемые поделены на 5 групп в зависимости от уровня коэффициента выносливости. При анализе по группам наихудшие показатели по физиологическим индексам определялись в группе IV и V, уровень коэффициента выносливости в которых был от 21 и выше. Также в данных группах был выше уровень стресса и предрасположенность к развитию заболеваний согласно опросникам. Можно предположить, что полученные результаты связаны с более низким потенциалом адаптации среди этих двух исследуемых групп.

Ключевые слова: стресс, стрессоустойчивость, функциональные пробы, антропометрия, Бостонский тест, студенты, медицинский вуз

ENDURANCE COEFFICIENT AS A PREDICTIVE CRITERION OF THE LEVEL OF STRESS RESISTANCE AND ADAPTIVE CAPABILITIES OF MEDICAL UNIVERSITY STUDENTS

Sorokina V.V., Leonov S.A., Mokasheva Ek.N., Mokasheva Evg.N.

Voronezh state medical University named after N.N. Burdenko,

Ministry of health of the Russian Federation, Voronezh, e-mail: savhrebet@ya.ru

Stress affects all aspects of a person's life. Students who are constantly exposed to all kinds of stressful factors associated with passing exams, tests and the need to adapt to new living conditions in the hostel are no exception. Medical students, due to the peculiarities of studying at a medical University, are particularly susceptible to such influences, and they also begin to be affected by additional stressful factors associated with the beginning of training at clinical bases and constant contact with patients who require a certain level of stress resistance on the part of students. The study involved 68 3rd-year students of the Burdenko VSMU, who answered the questions of the Boston stress tolerance test and the Scale of assessment of the severity of the psychophysiological response to stress. Also, all students were measured pulse, blood pressure, height, weight and respiratory rate and calculated such physiological indices as endurance coefficient, Kerdo index, heart stroke volume, Hildebrandt index, type of self-regulation of blood circulation, efficiency coefficient of blood circulation. All subjects are divided into 5 groups depending on the level of endurance coefficient. When analyzing the groups, the worst indicators for physiological indices were determined in group IV and V, the level of endurance coefficient in which was from 21 and higher. Also, in these groups, the level of stress and predisposition to the development of diseases was higher according to the questionnaires. It can be assumed that the results obtained are associated with a lower adaptation potential among these two study groups.

Keywords: stress, stress tolerance, functional tests, anthropometry, Boston test, students, medical University

Стресс без сомнений на сегодняшний день присутствует в любом аспекте жизни человека. Не обходит он стороной и подрастающее поколение, особенно студенческое сообщество, которое из-за своих особенностей вынуждено постоянно сталкиваться с большим количеством стрессовых ситуаций в университетской жизни. Стресс как условие интеллектуального труда студентов связан с колоссальными стандартами обучения в вузах, требующими изучения огромного количества теоретических

знаний, освоения в полном объеме необходимых практических навыков и приспособления к быстро сменяющимся учебной и социальной средам [1].

Обучение в университетах и институтах является интенсивной работой для любого человека. Недостаток ресурсов организма вместе с ограничением временных ресурсов, неправильным питанием и несоблюдением режима дня ведет к отрицательным эмоциям во время занятий, к подрыву стрессоустойчивости, что в свою очередь при-

водит к сбою в сферах эмоций, мотивации и поведения [2].

Особенно большие учебные нагрузки испытывают студенты-медики. Обучение в медицинском вузе обладает рядом особенностей, отличающих его от других: насыщенность программы, необходимость передвижения между клиническими базами, которые могут находиться в разных районах города, общение с пациентами во время самостоятельной курации на занятиях, необходимость обработки большого количества визуальной, слуховой, тактильной информации при осмотре пациента для последующих выводов и постановки диагнозов. Все это требует большого напряжения в работе высшей нервной деятельности, что со временем без должной коррекции может вызывать снижение работоспособности. Среди медиков подавляющее большинство имеет признаки дезадаптации. При этом ярче наблюдаются проявления срыва адаптации и ухудшения работоспособности. Этому способствует хроническая эмоциональная нагрузка и повышенная ответственность [3]. Данные негативные факторы отрицательно влияют на здоровье и общее самочувствие студентов, способствуя снижению уровня посещаемости очных занятий среди студентов, что пагубно влияет на уровень знаний и успеваемость среди обучающихся.

Проблема стрессоустойчивости современных студентов-медиков является важной не только для педагогики в высшей медицинской школе, но и для будущего медицины в целом. Поэтому на данном этапе развития клинической и профилактической медицины изучение влияния стресса на сердечно-сосудистую систему обучающихся является важной тематикой. Ряд исследований позволяет выявить отрицательное воздействие стресса на физиологические показатели сердечно-сосудистой системы, что является важной темой для будущих исследований, так как может помочь в развитии профилактики патологии органов сердца и сосудов подрастающего поколения студентов уже на этапе обучения в высшем учебном заведении и стать основой для различных спортивных и просветительских программ [4]. Важность данной проблемы трудно переоценить, так как будущие врачи будут сталкиваться в своей клинической практике со всевозможными трудностями, требующими от них хорошего уровня адаптации. Важно сохранить имеющийся в молодом возрасте адаптационный потенциал обучающихся во время обучения в медицинском вузе, который пригодится им уже на этапе работы в практическом здравоохранении.

Целью исследования является изучение влияния уровня коэффициента выносливости на адаптационный потенциал, уровень стрессоустойчивости и выраженность психофизиологической реакции на стресс у студентов ВГМУ им. Н.Н. Бурденко.

Материалы и методы исследования

В исследовании принимали участие 68 человек – студенты 3 курса ВГМУ им. Н.Н. Бурденко, средний возраст которых составил $19,9 \pm 0,99$ лет. Было проведено анкетирование испытуемых с помощью Бостонского теста на стрессоустойчивость и Шкалы оценки выраженности психофизиологической реакции на стресс [5, 6]. У студентов были измерены такие антропометрические показатели, как длина и масса тела, а также частота сердечных сокращений, артериальное давление и частота дыхательных движений. На основании выше перечисленных показателей были рассчитаны следующие индексы, являющиеся критериями адаптационного потенциала: вегетативный индекс Кердо, ударный объем сердца (УОС), индекс Хильдебрандта, тип саморегуляции кровообращения (ТСК) и коэффициент экономичности кровообращения (КЭК) и коэффициент выносливости.

Все полученные результаты были обработаны при помощи стандартных методов статистики с использованием пакета прикладных программ STATISTICA version 6.0 и Microsoft Office Excel 2011. Результаты анализа считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Принявшие участие в исследовании 68 студентов были поделены на 5 групп в зависимости от значений коэффициента выносливости (КВ): группа I со значением КВ ниже 12, в которую вошли 5 исследуемых (7,2%); группа II со значением КВ от 13 до 15, в которую было включено 6 студентов (8,6%); группа III со значениями КВ от 16 до 20, в которую вошли 27 студентов (39,1%); группа IV со значениями КВ от 21 до 25, в которую были включены 13 исследуемых (18,8%); группа V со значениями КВ более 26, в которую вошли 17 студентов (24,6%) [7]. Обращает на себя внимание тот факт, что в группы I и II с наилучшими показателями КВ попало наименьшее количество студентов, а наибольшую по объему составила группа III со средними значениями КВ. В группах IV и V, в которых КВ отражает наихудшие показатели выносливости и требует отказа

от силовых нагрузок, в суммарном количестве попало 30 исследуемых, что в процентах составило 43 % от общего числа исследуемых студентов (рис. 1).

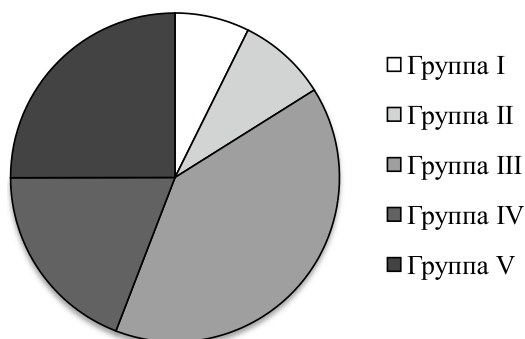


Рис. 1. Процентное распределение студентов в зависимости от уровня коэффициента выносливости

При сравнении показателей индекса Кердо, который отвечает за вегетативный статус, в группе I с КВ до 12 у обследуемых студентов показатель $0,97 \pm 0,04$ наиболее приближен к 0, то есть нормотонии, когда парасимпатическая и симпатическая нервная системы находятся в равновесии, что в наименьшей степени способствует развитию хронической патологии [8]. В то же время в группе IV с КВ в границе от 21 до 25 индекс Кердо равен $15,38 \pm 0,76$, а в группе V, где КВ от 26 и выше, средние значения индекса Кердо составили $10,93 \pm 0,54$. Данные показатели говорят о преобладании симпатических влияний в вегетативной нервной системе, что в свою очередь может способствовать развитию соответствующей патологии (таблица).

При сравнении показателей ударного объема сердца, наилучшие показатели отмечаются в группе I – $74,14 \pm 3,70$. Наихудшие значения УОК выявлены в группе V – $51,53 \pm 2,57$. Для исследуемых из данной группы показатели ударного объема сердца

находятся на нижней границе нормы, которая находится в диапазоне от 50 до 75 мл, что говорит о необходимости дополнительных обследований среди студентов, вошедших в данную группу.

Индекс Хильдебрандта отображает межсистемные взаимодействия в кардиореспираторной системе. Нормальные значения данного индекса находятся в границах от 2,8 до 4,9 [9]. В группах I, II и III данный индекс находится в границах нормы: $4,16 \pm 0,20$; $4,69 \pm 0,09$ и $4,82 \pm 0,24$ соответственно. В группах IV и V средние значения индекса Хильдебрандта выходят за показатели нормы: $5,03 \pm 0,25$ и $5,18 \pm 0,25$. Подобные показатели говорят о рассогласовании в деятельности сердечной и дыхательной систем и необходимости дополнительных обследований.

При анализе средних значений показателя типа саморегуляции кровообращения в группах I, II и III определяются следующие показатели: $99,02 \pm 4,95$; $94,31 \pm 4,71$ и $103,58 \pm 5,17$ соответственно. Данные значения ТСК соответствуют смешанному типу регуляции или сердечно-сосудистому, который отражает наиболее сбалансированный тип саморегуляции кровообращения. В группах IV и V средние значения ТСК $84,61 \pm 4,23$ и $89,06 \pm 4,45$. Данные значения соответствуют сердечному типу саморегуляции кровообращения, который связан с напряженностью функционирования сердечно-сосудистой системы и возможностью адаптации к кратковременным воздействиям внешней среды [10].

Значения нормы коэффициента экономичности кровообращения находятся в пределах от 2500 до 3000 [11]. В группе V значения КЭК $2087,05 \pm 104,35$, что говорит о необходимости дополнительного обследования, так как средние значения данного коэффициента значительно ниже нормы. В остальных группах данный показатель находится либо в границах нормы, либо превышает ее, что свидетельствует об экономичном расходовании резервов сердечно-сосудистой системы [12].

Изменение физиологических индексов среди исследуемых групп

Индексы	Индекс Кердо	УОС	Индекс Хильдебрандта	ТСК	КЭК
группа I	$0,97 \pm 0,04$	$74,12 \pm 3,70$	$4,16 \pm 0,20$	$99,02 \pm 4,95$	$3961,0 \pm 198,05$
группа II	$5,68 \pm 0,28$	$68,14 \pm 3,40$	$4,69 \pm 0,09$	$94,31 \pm 4,71$	$4063,83 \pm 203,19$
группа III	$-3,58 \pm 0,17$	$58,06 \pm 2,90$	$4,82 \pm 0,24$	$103,58 \pm 5,17$	$2913,96 \pm 145,69$
группа IV	$15,38 \pm 0,76$	$59,56 \pm 2,97$	$5,03 \pm 0,25$	$84,61 \pm 4,23$	$3056,69 \pm 152,84$
группа V	$10,93 \pm 0,54$	$51,53 \pm 2,57$	$5,18 \pm 0,25$	$89,06 \pm 4,45$	$2087,05 \pm 104,35$

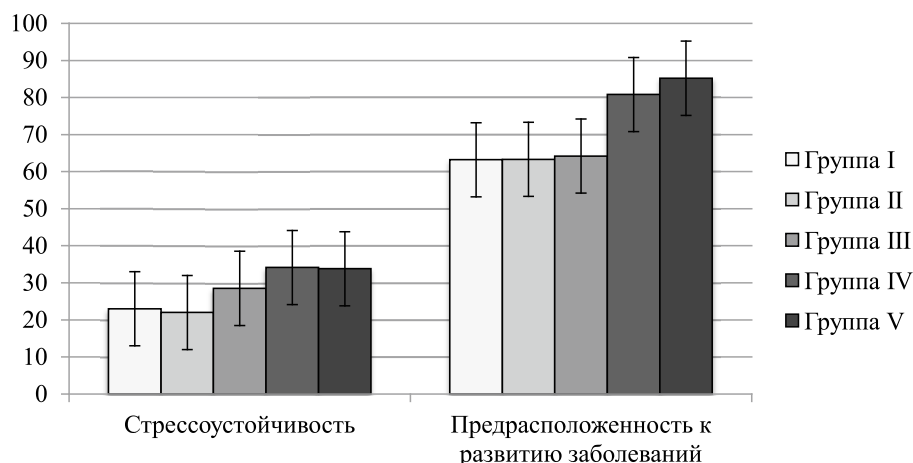


Рис. 2. Распределение средних значений по Бостонскому тесту на стрессоустойчивость и Шкале оценки выраженности психофизиологической реакции на стресс среди исследуемых групп

При анализе уровня стрессоустойчивости по исследуемым группам в группах I, II и III средние значения по Бостонскому тесту на стрессоустойчивость равняются $23,0 \pm 1,15$; $22,0 \pm 1,10$ и $28,5 \pm 1,42$ соответственно (рис. 2). Все три показателя находятся в диапазоне от 10 до 30, поэтому уровень стресса в первых трех группах можно интерпретировать как нормальный. В группе IV и V средние значения по опроснику равны $34,1 \pm 1,70$ и $33,8 \pm 1,69$, что свидетельствует об повышенном уровне стресса среди данных групп исследуемых студентов [5].

Подобная закономерность наблюдается и при анализе средних значений Шкалы оценки выраженности психофизиологической реакции на стресс. В группах I, II и III показатели по данной шкале находятся в пределах от 40 до 75 и равняются $63,2 \pm 3,16$; $63,3 \pm 3,16$ и $64,2 \pm 3,21$ соответственно. Полученные результаты можно интерпретировать как минимальную вероятность развития заболеваний среди первых трех исследуемых групп [6]. Средние значения в группах IV и V равняются $80,8 \pm 4,04$ и $85,3 \pm 4,26$ соответственно и находятся в границах от 76 до 100, что говорит о небольшой вероятности развития заболеваний среди данной группы студентов.

Следует отметить, что наихудшие показатели по уровню стресса и вероятности развития различной патологии отмечены среди групп IV и V, коэффициент выносливости которых находился в диапазоне от 21 и выше. Также в этих двух группах среди исследуемых студентов выявлены наибольшие отклонения по рассчитанным физиологическим индексам. Стоит обра-

тить внимание на то, что в общем к данным двум группам относятся 30 человек из 68 учащихся, что соответствует 43% и является весьма весомой частью от общей выборки.

Выводы

Из всего выше сказанного можно сделать предположение, что у исследуемых с коэффициентом выносливости от 21 и более вероятность развития заболеваний выше, стрессоустойчивость ниже, а физиологические показатели кровообращения хуже, чем у студентов с КВ ниже 20. Это может быть связано с более низким адаптивным потенциалом среди данной группы респондентов, что в свою очередь требует более внимательного отношения к студентам с подобными показателями коэффициента выносливости. Полученные результаты исследования можно использовать для подготовки различных программ по профилактике развития и коррекции возможной патологии среди учащихся уже на этапе обучения в вузе.

Список литературы

1. Бушма Т.В. Стрессоустойчивость студентов разных профилей обучения / Т.В. Бушма, Е.Г. Зуйкова, Л.М. Волкова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2019. № 6. С 22-26.
2. Дробышева О.М. Оценка повышения стрессоустойчивости студентов / О.М. Дробышева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 111. С. 1-21.
3. Сергиенко А.В. Изучение динамики функционального состояния студентов в ходе учебной деятельности и поиск способов нелекарственной коррекции / А.В. Сергиенко, В.В. Сорокина, М.А. Юдина // Агаджанянские Чтения. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Российский университет дружбы народов. 2020. С 203-205.

4. Мокашева Ев.Н. Оценка воздействия стресса на степень адаптации сердечно-сосудистой системы и формирование невротических расстройств у студентов / Ев.Н. Мокашева, Ек.Н. Мокашева, А.В. Макеева // Смоленский медицинский альманах. 2020. № 1. С. 223-225.
5. Куприянов Р.В. Психодиагностика стресса: практикум / Р.В. Куприянов, Ю.М. Кузьмина. Казань: КНИТУ, 2012. 212 с.
6. Клиническая психометрика: учебное пособие / В.А. Солдаткин [и др.]. Ростов н/Д.: РостГМУ, 2018. 339 с.
7. Александров И.А. Особенности развития специальной выносливости у лыжников-гонщиков 15-17 лет: выпускная квалификационная работа / И.А. Александров; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Ин-т гуманитар. и соц.-экон. образования, Каф. теории и методики физ. культуры. Екатеринбург, 2016. 56 с.
8. Влияние вегетативного статуса на адаптационный потенциал и распространенность хронических заболеваний / А.А. Умеренко [и др.] // Смоленский медицинский альманах. 2020. № 1. С. 223-225.
9. Классина С.Я. Индекс Хильдебрандта как прогностический критерий отказа от интенсивной физической нагрузки / С.Я. Классина // Наука и спорт: современные тенденции. 2019. № 2. С. 68-73.
10. Мельник С.Н. Особенности показателей сердечно-сосудистой системы студентов с различными типами саморегуляции кровообращения / С.Н. Мельник, В.В. Мельник // Проблемы здоровья и экологии. 2019. № 2. С. 80-85.
11. Рожкова С.В. Биоинформационный анализ морфофункциональных характеристик студентов северного вуза с разным уровнем физической активности: дис. ... канд. биол. наук: 03.01.09 / С.В. Рожкова; Сургутский государственный университет. Сургут, 2015. 125 с.
12. Хвостова С.А. Психофизиология стрессовых состояний при травмах опорно-двигательной системы / С.А. Хвостова. М.: Акад. естествознания, 2012. 179 с.

МЕХАНИЗМЫ ГИПОКСИИ ПРИ SARS-COV-2 ИНФЕКЦИИ**^{1,2}Рева Г.В., ²Лоншаков К.А., ²Коробкин А.И., ^{1,2}Горбаренко Р.С.**¹*Международный медицинский научно-образовательный центр,**Владивосток, e-mail: RevaGal@yandex.ru;*²*Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, e-mail: shindinan1999@mail.ru*

В статье рассматриваются механизмы гипоксии у пациентов, инфицированных SARS-COV-2. Был проведен анализ данных клинических и биохимических анализов крови, а также биоптата лёгких, сердца, печени и почек умерших от инфекции пациентов с классическим методом гистологического исследования. По мнению авторов, гемоглобинопатия, связанная с нарушением регуляции обмена железа, гипоксия и перегрузка клеточных желез могут играть дополнительную роль в патогенезе новой инфекции SARS-COV-2. В ходе исследования были установлены два важных механизма развития гипоксии: первый связан с гибелью из-за вирусного заражения альвеолоцитов и повреждением эндотелия капилляров легких, участвующих в воздушно-гематологическом барьере; второй механизм гипоксии связан с разрушением эритроцитов в тканях с накоплением гемосидерина и уменьшением их количества в крови. Выявлены основные патологические пути метаболизма, возникающие в результате денатурации гемоглобина и нарушения регуляции обмена железа, а также клинические симптомы, сопровождающие данный процесс. Сделан вывод о роли в развитии гипоксии у пациентов, инфицированных SARS-COV-2, а также о прогностической значимости содержания патологических форм эритроцитов и уровня гемоглобина в исходе COVID-19.

Ключевые слова: анемия, гипоксия, sars-cov-2, covid-19, эритроциты, гемоглобин, ферритин, железо

MECHANISMS OF HYPOXIA IN SARS-COV-2 INFECTION**^{1,2}Reva G.V., ²Lonshakov K.A., ²Korobkin A.I., ^{1,2}Gorbarenko R.S.**¹*International Medical Research and Education Center, Vladivostok, e-mail: RevaGal@yandex.ru;*²*Far Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: shindinan1999@mail.ru*

The paper deals with the mechanisms of hypoxia in patients infected with SARS-COV-2. The analysis of data from clinical and biochemical blood tests, as well as biopsy material of the lungs, heart, liver and kidneys of deceased patients was carried out. According to the authors, hemoglobinopathy, hypoxia, and cellular gland overload may play an additional role in the pathogenesis of SARS-COV-2 infection. Two significant mechanisms for the development of hypoxia have been established: the first is associated with the death of alveolocytes and damage to the endothelium of lung's capillaries involved in the air-blood barrier due to viral contamination; the second mechanism of hypoxia is associated with the destruction of erythrocytes in tissues and a decrease in their number in the blood. The main pathological pathways of metabolism resulting from denaturation of hemoglobin and dysregulation of iron metabolism have been identified, as well as clinical symptoms accompanying this process. A conclusion was made about the role in the development of hypoxia in patients infected with SARS-COV-2, as well as the prognostic significance of the content of pathological forms of erythrocytes in the outcome of COVID-19.

Keywords: anemia, hypoxia, SARS-COV-2, COVID-19, erythrocyte, hemoglobin, ferritin, iron

The COVID-19 pandemic at the present stage is one of the most dangerous and serious global problems [1, 2, 3]. The rapid spread of the SARS-COV-2 virus from China to almost all countries of the world, has reached the number of infections of more than 3,236,787. In Russia alone, 24,150 patients are registered per day, 19,847 recovering daily and daily deaths 504. Lack of real etiotropic treatment, the inability to predict the outcome of the disease, high mortality from COVID-19, as well as little-studied consequences for patients who have undergone SARS-COV-2 infection, depending on the severity of the course of the disease, indicate the importance and high relevance of research conducted in the direction of studying the mechanisms of pathogenesis of COVID-19 [4, 5, 6]. The consequences of the postponed COVID-19 infection at the present stage are not known, however, the results of numerous studies have indicated the role of microorganisms, especially viruses, as promoters of tissue malignancy, inducing carcinogenesis

in various systems of human organs [7, 8, 9]. At the same time, the authors associate tissue malignancy with impaired iron metabolism in the body of virus-infected patients, which leads to hypoxia and anemia. These data determined the direction of our research in terms of studying the mechanisms of hypoxia during SARS-COV-2 infection.

The aim of the research

The aim of the study to determine the mechanisms of hypoxia during SARS-COV-2 infection.

Material and research methods

The material for the research was the results of observations and data from clinical and biochemical studies in patients undergoing inpatient treatment in infectious diseases hospitals in the Primorsky Territory. The paper analyzes and discusses the results of our own blood tests of patients who died from COVID-19 caused by SARS-COV-2, with

PCR confirmation. To obtain data on the distribution of erythrocytes in the blood vessels of the tissues of deceased patients, a biopsy material was examined, obtained in accordance with the order of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation dated 04.29.94 N 82 "On the procedure for conducting pathological autopsies", according to the rules of the instructions governing the procedure for autopsies in medical institutions. The control group consisted of 14 patients who died as a result of injuries incompatible with life, presumably without somatic pathology at the age of 24 to 76 years. The results obtained in age groups in which the age of patients ranged from 21 to 91 years are considered. The clinical material was divided by sex and age groups; a total of 61 patients were considered, of which 33 were men and 28 were women. As a result of treatment, 29 people (15 men, 14 women) were discharged for outpatient treatment and observation, 32 people died (17 men and 14 women). The biopsy material was recorded according to the prescription for preparation for histological examinations immediately after collection. The exclusion of possible artifacts is based on data obtained during a special study on dogs, indicating that when corpses are stored at a temperature of 4°-7 °C for 24-26 hours, microscopically visible changes in the morphology of various organ systems are not observed, except for a slight decrease in the intensity of specific reactions to enzymatic activity. We used classical histological research methods with staining with hematoxylin and eosin to obtain a general morphological picture. The morphological method of the study consisted in the preparation of sections from paraffin blocks of biopsies of the lung, liver, heart, spleen, kidneys of the victims of SARS-CoV-2, followed by staining with hematoxylin and eosin in accordance with the classical protocol. Analysis of preparations and production of illustrations were performed using an Olympus Bx52 microscope and a DP25 digital camera with proprietary software.

Research results and discussion

Coronavirus disease, COVID-19, refers to infectious and inflammatory diseases that mainly affect the respiratory system. Invasion of SARS-CoV-2 into a human cell is mediated through receptors for angiotensin-converting enzyme-2 and a number of other cellular receptors, which causes an imbalance in the renin-angiotensin system, vasoconstriction and a pro-inflammatory effect. Angiotensin-converting enzyme-2 is present on the cells of the al-

veolar epithelium, which determines the damage to the respiratory system, damage to the vascular endothelium of the lungs, contributes to the development of acute respiratory distress syndrome and is the most important link in the pathogenesis of their damage in COVID-19.

However, an analysis of scientific information from the available literature and data from our own studies indicate two key pathogenetic mechanisms in the development of hypoxia in patients infected with SARS-CoV-2: 1) the development of severe acute respiratory syndrome as a result of damage by the SARS-CoV-2 coronavirus to structures in the composition airborne barrier: respiratory epithelium in the alveolar wall, as well as endothelium (Figure, a) and 2) the appearance of pathological forms of erythrocytes with an increase in the number of hypochromic red blood cells (Figure, b, c).

In the field of view, hypochromic erythrocytes are identified (indicated by an asterisk), echinocytes are observed in the lumen of the vessels, as well as erythrocytes with Jolly bodies. The presence of an excess of normal numbers of altered forms and sizes of erythrocytes indicates anisocytosis and poikilocytosis. Also, macrophages with phagocytosed hemosiderin are identified (Figure, c, indicated by an arrow). The presence of hemosiderin granules in the cytoplasm of macrophages may indicate blocking of the transport protein for iron, which is required for the synthesis of hemoglobin in the red bone marrow [10, 11]. The destruction of red blood cells in tissues outside the spleen also indicates a violation of hematopoiesis in the direction of the erythroid lineage and changes in iron metabolism in the body of patients infected with SARS-CoV-2. We also noted that hemoglobin levels were lower in the older age group, among them there was a higher percentage of patients with diabetes, hypertension and general concomitant diseases, which contributed to a greater severity of clinical manifestations in older patients.

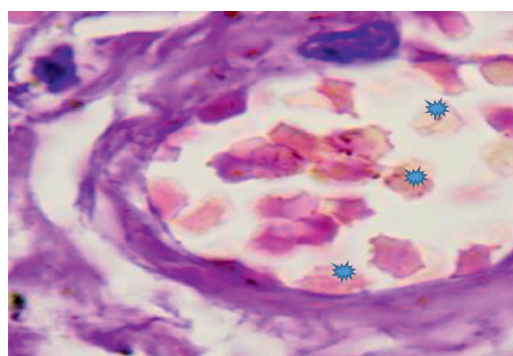
Considering the high importance in hematopoiesis of the mechanisms for the induction of iron transport into the red bone marrow, cellular signaling interactions in this process, the role of ferritin and its regulation in the hematopoietic system, it is necessary to note the insufficient study of these issues. The concept is known according to which SARS-CoV-2 interacts with the hemoglobin molecule through CD147, CD26 and other receptors located on the precursors of erythrocytes and other blood cells, inducing the hepcidin-mimetic action

of the viral spike protein, which causes the blocking of ferroportin. Ferroportin is the only known protein-exporter of cellular iron, therefore, when it is blocked, the adsorption of iron in the intestine is significantly reduced, which can result in iron deficiency anemia. Research in context of SARS-CoV suggests that iron is essential for replication of the virus family Coronaviridae. Due to the presence of angiotensin-converting enzyme-2 receptors, SARS-CoV2 can colonize macrophages, enterocytes and hepatocytes. These cells sequester iron in cytosolic ferritin to limit it for viral replication [4, 12].

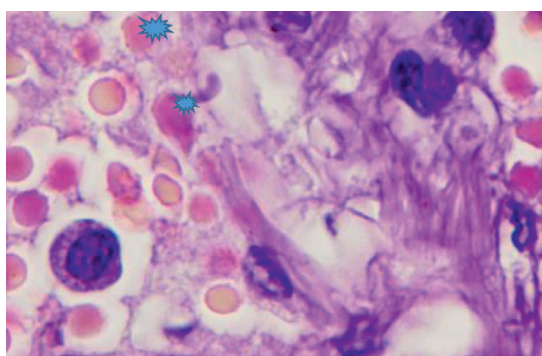
Penetration of the SARS-CoV-2 virus into the human body can trigger the activation of an excessive number of immune cells, which will cause the secretion of cytokines and chemokines such as $\text{TNF-}\alpha$, $\text{IFN-}\gamma$, IL-6 and IL-8. These immune responses are associated with Kupffer cells (specialized hepatic macrophages) and intrahepatic cytotoxic T cells,

which leads to hypoxia, ischemia. Due to ischemia and hypoxia, lipid accumulation, glycogen consumption, and adenosine triphosphate depletion in hepatocytes, cell survival signaling can be suppressed, which quickly leads to hepatocyte death. In severe cases of COVID-19, imbalanced immune responses are observed, in which liver damage is accompanied by coagulation and fibrinolytic pathways with necrosis of liver cells and changes in iron metabolism and activation of macrophages. Consequently, IL6 is a major inflammatory mediator involved in iron processing as it induces hepcidin production.

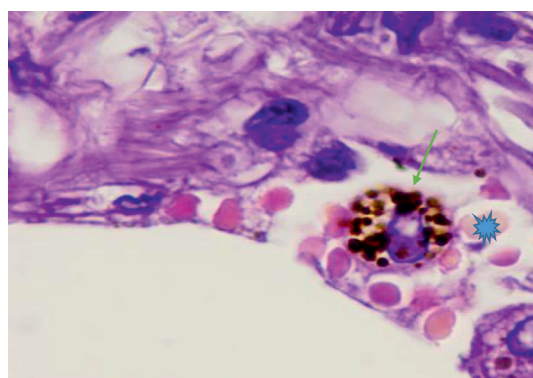
Disorders of iron metabolism after the onset of the disease can persist for at least two months. Such prolonged hyperferritinemia leads to a decrease in the physical performance of patients and to aggravating lung pathologies. It also follows that screening serum ferritin levels may be a readily available test of disease severity.



a)



b)



c)

Lung of a person infected with SARS-CoV-2. Staining with hematoxylin and eosin. Microphoto. Uv.x400. a) a blood vessel with damaged endothelium; b) hypochromic erythrocytes; c) macrophage with hemosiderin

The following pathological pathways of metabolism, resulting from denaturation of hemoglobin and dysregulation of iron metabolism, have been identified: 1) decrease in the level of functioning hemoglobin; 2) iron overload of tissues and hyperferritinemia; 3) the release of free circulating iron and its release into tissues with a toxic effect on cells; 4) hypoxemia, local and systemic hypoxia; 5) mitochondrial degeneration and apoptosis. At the same time, several clinical syndromes begin to develop, such as pulmonary edema due to vasoconstriction in the pulmonary artery system against the background of changes in the structures of the air-blood barrier, sideroblast-like anemia, endotheliitis, vasospastic acrosyndrome and arteriovenous thromboembolism.

Excessive accumulation of iron in cells can lead to ferroptosis with oxidative stress. Ferroptosis morphologically will be characterized by a change in the size of mitochondria with an increase in the density of their membranes. Classical manifestations of apoptosis, such as condensation of chromatin and subsequent fragmentation of the nucleus, are not typical for it. Ferroptosis causes cell death due to the accumulation of lipid ROS (reactive oxygen species), which causes fatal changes in the biological membranes of the cell.

The formation of ROS under the influence of iron ions is one of the possible causes of cell death during infection with SARS-CoV-2. Increased serum transferrin activity or intracellular iron ion concentration increases the risk of cell ferroptosis, so iron chelating agents may be useful in treatment strategies in these patients.

Iron chelators also exhibit immunomodulatory effects. They can attenuate acute respiratory distress syndrome and help control the course of infection through the following mechanisms: 1) inhibition of viral replication by limiting the iron required for this; 2) activation of B-cells; 3) improving the titer of neutralizing antiviral antibodies; 4) inhibition of endothelial inflammation by blocking IL-6; 5) prevention of pulmonary fibrosis by reducing iron deposition in the lung tissue.

Thus, we believe that in COVID-19, in addition to the classical point of view on pulmonary immune inflammation, it is necessary to take into account the mechanisms of hypoxia due to the dysregulation of iron metabolism. A more comprehensive diagnostic and therapeutic approach to COVID-19 is proposed, which will use the necessary adjuvant conservative methods in order to increase the hemoglobin content, reduce excess iron deposition in the tissues of various organs, control its delivery to the spleen, and also search for methods to relieve the general hypoxic state in addition to artificial ventilation.

Conclusions

1. The number of hypochromic erythrocytes, as well as parameters of the level of hemoglobin concentration, poikilocytosis and anisocytosis of erythrocytes are one of the key indicators in assessing anemia and hypoxia in COVID-19, and also serve as prognostic markers in assessing the severity of the prognosis.

2. Patients with low hemoglobin and hypochromic anemia require intensive therapy with oxygenation through the mechanisms of erythropoiesis.

The study was financially supported by the International Medical Research and Education Center (Vladivostok, Russia).

References

1. Varga Z., Flammer A.J., Steiger P., Haberecker M., Andermatt R., Zinkernagel A. S., Mehra M. R., Schuepbach R. A., Ruschitzka F., Moch H. Endothelial cell infection and endotheliitis in COVID-19. *Lancet*. 2020; 395: 1417-8. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30937-5.
2. Beltrán-García J., Osca-Verdegal R., Pallardó F.V., Ferreres J., Rodríguez M., Mulet S., Sanchis-Gomar F., Carbonell N., García-Giménez J.L.. Oxidative Stress and Inflammation in COVID-19-Associated Sepsis: The Potential Role of Anti-Oxidant Therapy in Avoiding Disease Progression. *Antioxidants* (Basel). 2020. Sep. 29;9(10):936. DOI: 10.3390/antiox9100936.
3. Sarkesh A., Daei Sorkhabi A., Sheykhsaran E., Alinezhad F., Mohammadzadeh N., Hemmat N., Bannazadeh Baghi H. Extrapulmonary Clinical Manifestations in COVID-19 Patients. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 2020. Nov; 103(5):1783-1796. DOI: 10.4269/ajtmh.20-0986.
4. Augustine L.F., Mullapudi V., Subramanian S., Kulkarni B. Infection-iron interaction during COVID-19 pandemic: Time to re-design iron supplementation programs. *Med Hypotheses*. 2020. Oct; 143:110173. DOI: 10.1016/j.mehy.2020.110173.
5. Sonnweber T., Boehm A., Sahanic S., Pizzini A., Aichner M., Sonnweber B., Kurz K., Koppelstätter S., Haschka D., Petzer V., Hilbe R., Theurl M., Lehner D., Nairz M., Puchner – Löffler-Ragg, Weiss G. Persisting alterations of iron homeostasis in COVID-19 are associated with non-resolving lung pathologies and poor patients' performance: a prospective observational cohort study. *Respir. Res.* 2020. Oct; 21;21(1):276. DOI: 10.1186/s12931-020-01546-2.
6. Sarode G.S., Sarode S.C., Gadgil A.R., Gonddivkar S., Sharma N.K., Patil S. Are oral manifestations related to SARS-CoV-2 mediated hemolysis and anemia? *Med Hypotheses*. 2020. Nov; 22:110413. DOI: 10.1016/j.mehy.2020.110413.
7. Ying Chen Zhimin Fan Ye Yang Chunyan Gu. Iron metabolism and its contribution to cancer. *International J. of Oncology*. 2019. Feb; P. 1143-1154. DOI: 10.3892/ijo.2019.4720.
8. Cavezzi A., Troiani E., Corrao S. COVID-19: hemoglobin, iron, and hypoxia beyond inflammation. A narrative review. *Clin. Pract.* 2020. May;10(2):1271. DOI: 10.4081/cp.2020.1271.
9. Dalamaga M., Karampela I., Mantzoros C.S. Commentary: Could iron chelators prove to be useful as an adjunct to COVID-19 Treatment Regimens? *Metabolism*. 2020. Jul; 108:154260. DOI: 10.1016/j.metabol.2020.154260.
10. Beaumont C. Molecular mechanisms of iron homeostasis. *Med. Sci. (Paris)*. 2004. Jan; 20(1):68-72. DOI: 10.1051/medsci/200420168.
11. Quiros Roldan E., Biasiotto G., Magro P., Zanella I. The possible mechanisms of action of 4-aminoquinolines (chloroquine/hydroxychloroquine) against Sars-Cov-2 infection (COVID-19): A role for iron homeostasis? *Pharmacol Res.* 2020. Aug; 158:104904. DOI: 10.1016/j.phrs.2020.104904.
12. Taneri P.E., Gómez-Ochoa S.A., Llanaj E., Ragunindin P.F., Rojas L.Z., Roa-Díaz Z.M., Salvador D. Jr, Groot-hof D., Minder B., Kopp-Heim D., Hautz W.E., Eisenga M.F., Franco O.H., Glisic M., Muka T. Anemia and iron metabolism in COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Eur. J. Epidemiol.* 2020. – Aug; 35(8):763-773. DOI: 10.1007/s10654-020-00678-5.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ ВЕЛОСИПЕДНОЙ ЭСТАКАДЫ

Зере А.Н., Григорьева Т.Ю.

*Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет,
Москва, e-mail: zege1999@mail.ru*

Объекты инфраструктуры немоторизованного транспорта являются источником повышенной опасности. Недостаточное освещение или его неправильная организация способны оказывать негативное влияние на восприятие человеком пространства и его поведение, а, следовательно, являться причиной возникновения различных травмоопасных ситуаций. Поэтому рационально спроектированное освещение положительно скажется на психофизиологическом состоянии человека и позволит избежать негативных эффектов. В настоящее время при светотехнических расчетах используются различные ручные методики и программные комплексы, среди которых следует выделить программный комплекс DIALux, разработанный Немецким Институтом Прикладной Светотехники. DIALux используется для 3D-моделирования расчетных объектов с целью наилучшего учета характерных конструктивных особенностей объекта расчета и оптимального размещения применяемых светильников, а также он позволяет визуальное отобразить особенности распределения световых потоков и изолиний освещенности. В статье приводится светотехнический расчет освещения велосипедной эстакады с помощью программного комплекса DIALux. В результате проведенных расчетов для обеспечения освещения велосипедной эстакады были подобраны светодиодные светильники и определена схема их размещения с учетом создания световой среды, удовлетворяющей требованиям действующих нормативов, а также смоделировано визуальное отображение освещенности в фiktивных цветах.

Ключевые слова: освещение, светотехнический расчет, DIALux, велосипедная эстакада

DEVELOPMENT OF LIGHTING SYSTEM FOR BIKE OVERPASS

Zege A.N., Grigorieva T.Yu.

*Moscow Automobile and Road Construction State Technical University,
Moscow, e-mail: zege1999@mail.ru*

Non-motorized transport infrastructure is a source of increased danger. Insufficient lighting or its incorrect organization can have a negative impact on a person's perception of space and his behavior, and, consequently, cause different traumatic situations. Therefore, rationally designed lighting will have a positive effect on the psychophysiological state of a person and will avoid negative effects. Currently, various manual methods and software packages are used for lighting calculations, among which the DIALux software package developed by the German Institute of Applied Lighting Engineering should be highlighted. DIALux is used for 3D modeling of calculated objects in order to best take into account the characteristic structural features of the object of calculation and the optimal placement of the lamps used, and it also allows to visually display the features of the distribution of light fluxes and light isolines. The article presents the lighting calculation of the bicycle overpass lighting using the DIALux software package. As a result of the calculations for lighting bicycle overpasses were selected led lights and the scheme of placement with the creation of the light environment that meets the requirements of the applicable standards, as well as the simulated visual representation of light in a fictitious colors.

Keywords: lighting, lighting calculation, DIALux, bicycle overpass

При проектировании транспортных объектов немаловажную роль играет разработка системы искусственного освещения, поскольку недостаточное освещение или же его неправильная организация может привести к травмоопасным ситуациям. Освещение играет важную роль в восприятии пространства человеком, а также влияет на его поведение. Освещение способно оказывать влияние на психологическое состояние человека, что в свою очередь сказывается на практической сфере: скорости реакции, утомляемости, точности выполнения определенных задач [1].

Системы освещения должны проектироваться с гарантией качества и эффективности, что возможно только при учете зарубежного и отечественного опыта, нашедшего отражение в положениях международных и российских нормативных правовых документов [2].

Целью данной работы является выполнение светотехнического расчета осветительных установок для освещения велосипедной эстакады.

Материалы и методы исследования

При проектировании освещения выполняется светотехнический расчет, который проводится с целью определения необходимого количества светильников и их правильного размещения для создания оптимальных световых условий. Для этого чаще всего применяются три метода расчета: удельной мощности, светового потока и точечный [3].

Метод удельной мощности является методом приближенного расчета. Он применяется для предварительного определения мощности осветительной установки и количества светильников, необходимых для создания требуемого уровня освещенности,

соответствующего СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» [4].

Если не требуется большой точности, то его применяют и для окончательного расчета. Этот метод не может быть применен для расчета локализованного освещения, освещения наклонных и вертикальных поверхностей и помещений с площадью менее 10 м².

Метод светового потока является более точным, чем метод удельной мощности. Он применяется для расчета равномерного общего освещения помещения при освещенности в горизонтальной плоскости.

Точечный метод применяется для расчета локализованного, местного и комбинированного освещения, освещения наклонных вертикальных поверхностей, а также для проверки освещенности в точках помещения. Он требует большей точности, более сложен для реализации, чем метод светового потока и применим при любом расположении светильника и поверхности.

При выполнении светотехнического расчета наиболее важным является подбор осветительного оборудования на основании типа выбранного источника света, мощности светильника, светового потока, значения энергоэффективности и кривой силы света. Выбор оборудования с соответствующими параметрами определяется требованиями существующих нормативов к объекту расчета. Оптимальный подбор светильника с соответствующими характеристиками обеспечивает необходимую равномерность освещения. Также важен коэффициент запаса осветительной установки, который зависит от загрязненности светильников в течение срока эксплуатации осветительного оборудования.

Сегодня проектировщики отказались от упрощенных расчетных алгоритмов, базировавшихся на технологии ручного труда, и применяют светотехническое программное обеспечение с использованием специальных математических методов, позволяющих выполнить расчет с заданной степенью точности [2].

В настоящее время существует достаточное количество программных продуктов, помогающих выполнять светотехнические расчеты, среди которых следует выделить программный комплекс DIALux (разрабатывается с 1994 года Немецким Институтом Прикладной Светотехники DIAL GmbH) [5], позволяющий осуществлять расчеты освещения для различных целей [6, 7].

Светотехнический расчет для велосипедной эстакады выполнен в программе DI-

ALux, которая является профессиональной программой для проектирования внутреннего и наружного освещения.

Программа DIALux позволяет:

- воссоздать особенности помещения, в котором будет проектироваться освещение;
- выбрать тип, мощность и светораспределение необходимого светильника;
- оценить эффективность выбранной системы освещения;
- выполнить автоматический расчет оптимального расположения светильников;
- произвести расчет нормируемых показателей с учетом оптимизации;
- предоставить результаты удобным для восприятия виде.

Согласно СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение», средняя освещенность на велоэстакаде должна быть не менее 75 лк, характеристика зрительной работы VIII б [4].

Для освещения велосипедной эстакады необходимо подобрать оптимальный тип светильника. Светильники различаются по источнику света:

- лампы накаливания – главным преимуществом ламп накаливания является точность цветопередачи, при этом галогенные лампы – более эффективны, чем лампы накаливания (на 20% больше света при одинаковой потребляемой мощности);
- люминесцентные лампы – к преимуществам можно отнести низкие энергопотребление и тепловыделение;
- светодиодные лампы – в сравнении с остальными видами ламп светодиод имеет лучшую экономичность, долгий срок службы, высокую механическую прочность, компактность.

Результаты светотехнического расчета и их обсуждение

Исходя из описанных выше преимуществ, для велосипедной эстакады выбираются светодиодные светильники.

В качестве светового прибора для освещения велосипедной эстакады выбран светильник ДПО52-13-301 Optimus 840 (рис. 1), предназначенный для общего освещения общественных, административных, офисных и иных помещений [8].

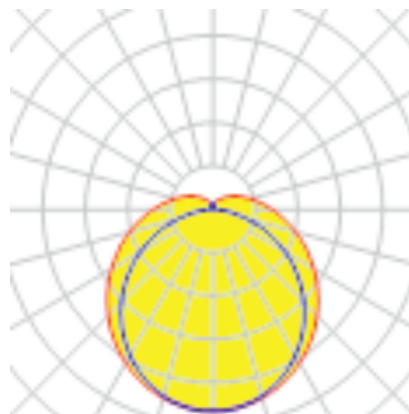
Характеристики используемого при освещении велосипедной эстакады светильника представлены в табл. 1.

При проведении светотехнического расчета велоэстакады использовались исходные данные, представленные в табл. 2.

Значения, полученные в результате расчета освещения, сопоставлялись с нормативными значениями для соответствующих показателей (см. табл. 3).



а)



б)

Рис. 1. Светильник ДПО52-13-301 Optimus 840 [8]: а – внешний вид, б – кривые силы света

Таблица 1

Характеристики светильника ДПО52-13-301 Optimus 840 [8]

Характеристика	Значение
Световой поток светильника, лм	1416
Мощность светильника, Вт	13
Световая отдача, лм/Вт	109
Класс защиты от поражения электрическим током	I
Габариты, мм	330x104x64
Материал корпуса	Поликарбонат
Рассеиватель	Опаловый из полимерного материала
Масса, кг	0,45
Установка	Монтаж индивидуально

Таблица 2

Исходные данные для расчета освещения велоэстады

Характеристика	Значение
Высота, м	3
Ширина, м	6,5
Длина, м	100
Высота подвеса, м	0,07
Средняя нормативная освещенность, лк	75

Таблица 3

Результаты расчета освещения, выполненного в программном комплексе DIALux, и их сопоставление с нормативными требованиями

Нормируемый показатель	Нормативное значение	Расчетное значение
Освещенность (при системе общего освещения) $E_{ср}$, лк	75	79
Отношение минимальной освещенности к нормируемой средней освещенности $E_{min}/E_{ср}$	$\geq 0,9$	0,82
Предельная равномерность распределения освещенности U_0	0,3	0,5
Рекомендуемая световая отдача световых приборов (для общего освещения), лм/Вт	≥ 90	109

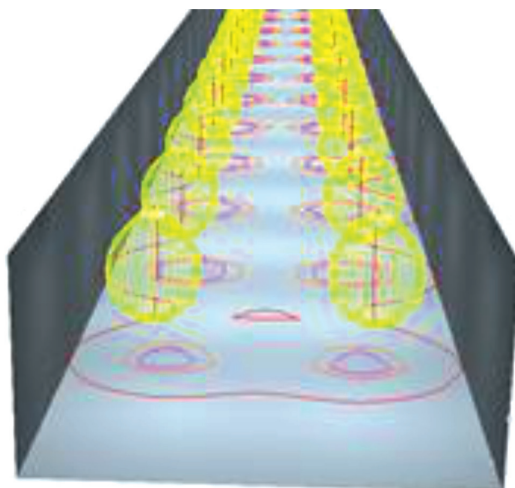


Рис. 2. Визуализация расположения светильников, световых потоков ламп и изолиний освещенности

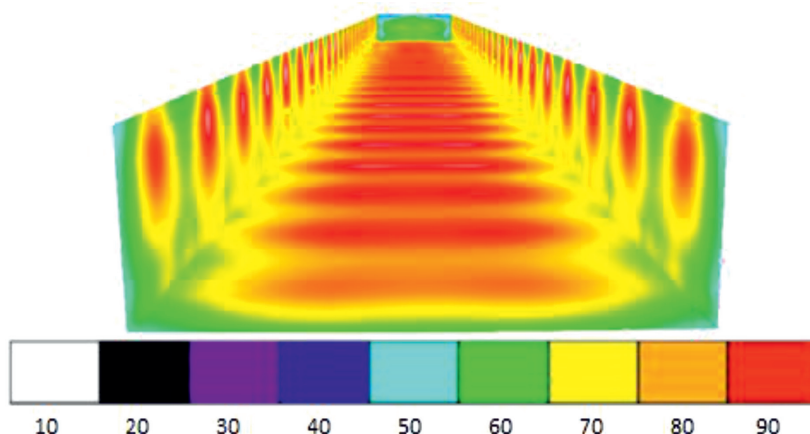


Рис. 3. Распределение фиктивных цветов при визуализации освещения

В процессе расчета, исходя из условия оптимального размещения, было рекомендовано на каждые 100 м длины велозакады использовать 2 ряда светильников по 22 шт. Расположение светильников и изолинии освещенности представлены на рис. 2.

Визуальное распределение фиктивных цветов при визуализации освещения представлено на рис. 3.

Полученные результаты светотехнического расчета освещения велосипедной эстакады соответствуют требованиям действующих нормативов и могут быть использованы в качестве рекомендации при организации освещения.

Выводы

1. Обоснован выбор в качестве осветительных приборов светильников ДПО52-13-301 Optimus 840 (тип источника света – светодиодный).

2. С использованием программного комплекса DIALux выполнен светотехнический расчет освещения велосипедной эстакады.

3. Полученные расчетные значения нормируемых параметров освещенности были сопоставлены с действующими нормативными требованиями.

4. Согласно результатам расчета освещения, выполненным в программном комплексе DIALux, было определено, что для создания требуемой освещенности на велосипедной эстакаде длиной 1 км потребуется 440 светодиодных светильников ДПО52-13-301 Optimus 840.

Список литературы

1. Девисилов В.А. Охрана труда: учебник. 5-е изд., перераб. и доп. М.: ФОРУМ, 2012. 512 с. ISBN 978-5-91134-430-6.
2. Маковский Л.В., Евстигнеева Н.А. Освещение автомобильных тоннелей: учеб. пособие. М.: МАДИ, 2010. 190 с. ISBN 978-5-7962-0109-1.

3. Пособие к МГСН 2.06-99 Расчет и проектирование искусственного освещения помещений общественных зданий [электронный ресурс] URL: <https://gosthelp.ru/text/PosobieKMGSN20699Rascheti.html> (дата обращения: 18.03.2021).

4. СП 52.13330.2016. Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95**: утв. Минстроем России от 07.11.2016; введ. в действие с 08.05.2017 [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения: 18.03.2021).

5. DIALux: расчет и проектирование освещения [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dialux-help.ru/> (дата обращения: 18.03.2021).

6. Евстигнеева Ю.В., Григорьева Т.Ю. Применение программного комплекса DIALux для светотехнического расчета осветительной установки общего искусственного освещения линии гальванического участка // Научное обозрение. Педагогические науки. 2019. № 2-3. С. 36-39.

7. Кутырин Б.А., Григорьева Т.Ю. Проведение светотехнических расчетов с помощью программного комплекса DIALux на примере территории очистных сооружений // Международный студенческий научный вестник. 2017. № 4-5. С. 728-731.

8. Каталог Ардатовского светотехнического завода. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dialux-plugins.net/ASTZ/?lang=1049> (дата обращения: 12.03.2021).

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АГРОПОЖАРНОГО ДИРИЖАБЛЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ

Катин О.И., Белозеров В.В.

ФГБОУ ВО Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону,
e-mail: okatin96@mail.ru, safeting@yandex.ru

В статье проводится анализ современных решений и тенденций в сельском хозяйстве и противопожарной защите сельхозугодий и лесных массивов. Рассматриваются наиболее современные решения в сферах обработки полей химикатами, мониторинга и анализа состояния сельскохозяйственных культур с помощью дронов, легких летательных аппаратов, малой авиации и вертолетов. Проводится их сравнение в части затрат и производительности. Также анализируются решения, применяемые для тушения степных и лесных пожаров в России, рассматриваются их сильные и слабые стороны. Описываются последние достижения в разработке дирижаблей и гибридных дирижаблей. Предлагается способ их использования при патрулировании труднодоступных и удаленных территорий для обнаружения и борьбы с пожарами с применением нанотехнологии газоразделения для замены основного огнетушащего средства (воды) на атмосферный азот. Таким образом исключается главный недостаток современной противопожарной авиации – необходимость возврата к водоему или аэродрому для пополнения запасов воды, и значительно снижаются затраты на тушение пожаров большой площади. Предлагается совмещение противопожарных функций и агротехнологий точного земледелия в агропожарном дирижабле. Такое совмещение позволяет повысить уровень пожарной безопасности в сельскохозяйственных регионах.

Ключевые слова: агротехнологии, беспилотные летательные аппараты (бпла), сельскохозяйственная авиация, противопожарная авиация, мембранные и термомангнитные нанотехнологии, интеграция технологий безопасности и агротехнологий

ADVANTAGES OF USING AN AGRO-FIRE AIRSHIP FOR SOLVING PROBLEMS OF AGRICULTURE AND FIRE PROTECTION

Katin O.I., Belozеров V.V.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: okatin96@mail.ru, safeting@yandex.ru

The article analyzes modern solutions and trends in agriculture and fire protection of farmlands and woodlands. The most up-to-date solutions in the fields of chemical treatment, monitoring and analysis of crop conditions using drones, light aircraft, small aircraft and helicopters are considered. They are compared in terms of costs and productivity. Solutions used to extinguish steppe and forest fires in Russia are also analyzed, and their strengths and weaknesses are considered. Recent developments in the development of airships and hybrid airships are described. A method is proposed for their use in patrolling hard-to-reach and remote areas to detect and fight fires using the nanotechnology of gas separation to replace the main fire extinguishing agent (water) with atmospheric nitrogen. This eliminates the main drawback of modern fire-fighting aviation – the need to return to a reservoir or airfield to replenish water supplies, and significantly reduces the cost of extinguishing large-area fires. It is proposed to combine firefighting functions and precision agriculture in an agro-firefighting airship.

Keywords: agricultural technologies, unmanned aerial vehicles (UAVs), agricultural aviation, fire-fighting aviation, membrane and thermomagnetic nanotechnologies, integration of safety technologies and agricultural technologies

The current global trend in agriculture is the introduction of agricultural technologies for precision farming, the foundations of which were laid in the last century by academician I.S. Shatilov [1]. Methods and means of influencing crops with various chemical compositions are actively developed and implemented to control pests and increase the quantity and quality of the crop. Systems for monitoring the state of crops at all stages of growth and methods for managing yields are being developed and applied. The most striking example is modern Aero-hydroponic greenhouse complexes, in which the number of controlled parameters reaches its maximum. Ideal conditions for plants are created for temperature, humidity, nutrients, cycle and spectral intensity of illumination, which significantly increases the

growth rate. However, significant amounts of crops are grown in fields whose combined area is so large that it can make up a large part of the territory of a single region. This fact makes it necessary to use mobile technical solutions that can provide monitoring and processing of a large area.

Purpose of research

Solution analysis and integration to tasks of agriculture and fire protection of farmlands and forests.

Materials and research methods

For this reason, trikes and small aircraft used in agriculture do not lose their relevance. These aircraft have a long range and load capacity, which allows you to process and control

a large area. But it is worth noting that the cost of operating these funds is quite high [2].

Light aircraft such as “Snipe”, “SU-38”, “Spectrum”, “NARP” are in great demand. They are able to process more than 1000 hectares per day. For processing smaller territories, trikes equipped with special spray installations are actively used. Some models have been developed for this task. Among them, the most common are “T-2M CX”, “Wind”, “Vulture”, “Horizon”. At the same time, the productivity of such devices reaches 500 hectares per day. It should also be noted the dangerous effect of chemicals on a person piloting vehicles of this type.

Helicopters are also used to spray chemicals. Their distinctive feature is the accuracy of processing, which is greater than that of trikes and airplanes, and the effect on the sprayed substance by air flows from the propeller, which ensures an even distribution of the substance. The most affordable option today is the Robinson R44. Its productivity is 700 hectares per day.

It is quite difficult to implement the “precision farming” approach by the means listed above due to the significant speed of flight, the inability to hover in one place, etc. The exception is helicopters, but the cost varies around 40 thousand rubles per flight hour [3].

The rapid development of satellite and optical navigation technologies in recent years has led to a rapid increase in the number of unmanned aerial vehicles that are used in various fields of human activity. However, such drones are usually equipped with sat-

ellite navigation functions for determining the distance and automatic return, and optical navigation functions for hovering over a given point. Also, some models support the ability to follow the operator, which indicates the use of rather complex video processing algorithms in conjunction with control and positioning algorithms [4].

Obviously, this development and reduction in the cost of such devices have led to an increase in their number in professional fields. Currently, drones are being actively introduced into agriculture [4]. The above-mentioned optical and satellite navigation capabilities provide accurate positioning in a given area, for example, for processing the territory with various compounds in order to prevent crop diseases or control pests. And processing the image from the drone’s camera provides the ability to recognize a variety of signs, such as the spread of diseases or pests.

Examples of such multifunctional drones include the P4 Multispecial and Agras T16 models, which are manufactured by DJI. These models are applied according to the scenarios described above, thanks to a modern system of cameras of various spectrum and software algorithms for data processing (Fig. 1). At the same time, the P4 Multispecial flight time is up to 28 minutes and the signal transmission radius is up to 7 km, which allows you to inspect a significant area with minimal costs [5]. The characteristics of the Agras T16 drone provide the ability to control at a distance of up to 5 km and process an area of up to 10 hectares per hour [5].

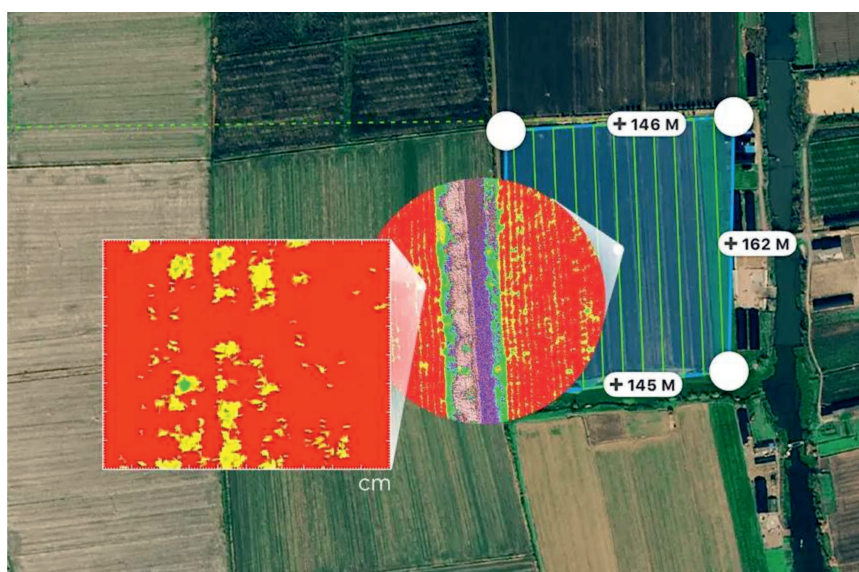


Fig. 1. Crop condition scanning with the DJI P4 Multispecial drone [5]

All this has also become possible thanks to the development of “battery technologies”, since the power source is one of the main elements of the drone. Its charge rate, duration of operation, weight and durability determine all the design solutions used. Currently available technologies provide the ability to fly within a few hours and a load capacity sufficient to place the necessary equipment on the drones. However, even with these characteristics, the restriction of the cultivated area makes it impossible to use them in remote or hard-to-reach places.

Research results and discussion

Airships can be a solution to this problem. Currently, this area is actively developing, new approaches are being developed that help to overcome the typical difficulties of managing in adverse conditions, improve safety and load capacity. It is also worth noting the direction of creating hybrid airships that combine the features of aircraft and airships.

The main advantage of airships is the minimum energy consumption for maintaining altitude, because by regulating the lift force, they are able to hover at a certain height due to the aerostatic effect, without reducing their load capacity. Due to this, the operating cost of the airship is approximately 1000 times lower than the operating cost of the helicopter, and the cost of production is 10 times less than the cost of production of the helicopter [3]. Another significant advantage is the fact that airships do not need specially equipped airfields to land and take off.

Hence their effectiveness in solving the problems of “precision farming”. Equipped with modern navigation equipment, sensors and cameras, the airship is able to follow the specified route as accurately as possible, measure parameters in individual sections of fields and scan them in various spectral ranges, while creating detailed maps with the coordinates of damaged areas. With a power reserve significantly superior to drones, airships can perform their functions over a large area.

At the same time, in the spring-summer-autumn seasons, i.e. during periods of intensification of agrotechnical processes of agriculture, crop production, horticulture and forestry, including due to the “human factor” and high air temperature, the probability of fires increases. The ability to detect a fire early and respond before the fire spreads over a large area would significantly reduce the damage and cost of fighting farmland and woodland fires. For this purpose, the devices described above could be used, which would combine agricultural technologies with early

detection of fires, notification of fire services and fire extinguishing. Modern image recognition technologies allow you to find fires during the day and at night by analyzing the video stream from visible spectrum cameras and infrared cameras. The use of neural networks for this task provides real-time image processing, as well as high recognition accuracy [6].

At the same time, extinguishing forest and steppe fires from the air is most often carried out using fire-fighting aircraft or helicopters with special equipment.

The Russian emergencies Ministry has a large and well-equipped fleet of fire planes and helicopters. These include the world's largest mi-26 helicopter, IL-76TD and BE-200 aircraft. The IL-76TD is equipped with 42,000 liter tanks and can empty them in 8 seconds. Its main advantage is the discharge of water in high concentrations. However, to fill the tanks, it needs to return to the airfield [7].

The BE-200 series aircraft, which have been delivered to the Ministry of emergency situations since 2012 in the form of the most modern modification of the BE-200ChS, do not have this disadvantage. Their main feature is the ability to fill the tanks with water for 16 seconds in the planing mode above the surface of the reservoir. In conditions when there is a reservoir at a distance of up to 10 km from the fire source, this aircraft is able to deliver 320 tons of water to the fire site in one refueling. Also, due to the possibility of refueling in reservoirs in the fire zone, “pauses” are reduced when extinguishing fires [7].

Fire helicopters MI-8MTV-1 and MI-26T perform the task of extinguishing the fire with greater accuracy. To do this, the helicopters are equipped with special external suspended spillways that are filled with water in the nearest reservoirs. The MI-8 can deliver up to 4 tons of water and discharge directly to the fire. The MI-26T is equipped with an APU-15 spillway and can deliver up to 15 tons of water to the fire site. At the same time, helicopters can transport personnel to the fire site or perform evacuation, as well as carry out effective extinguishing on terrain with difficult terrain, access to which is difficult for aircraft [7].

The main disadvantages of using helicopters and airplanes are significant costs, as well as the lack of reservoirs and airfields near the sites of fires and fires. These factors impose time restrictions on the extinguishing process itself, since the equipment needs time to refuel and move between the reservoir and the fire centers, as a result of which the fire has time to cover a large area.



a)



b)



c)



d)

Fig. 2. Hybrid airships a) Airlander 10, b) P-791, c) Au-12, d) Au-30

Some models of airships have outstanding characteristics and could be used for fire-fighting and agricultural tasks after modernization. The most famous are the Airlander 10 of Hybrid Air Vehicles (Fig. 2, a), and the P-791 of Lockheed Martin (Fig. 2, b). Flying Whales is also working with the Chinese state-owned aircraft manufacturer General Aircraft Co., Ltd. to develop a promising airship with a rigid frame and a load capacity of 60 tons. Lockheed Martin is developing a hybrid airship LMH-1, which can carry 21 tons of cargo and up to 19 passengers, to solve the problems of transporting goods to remote regions where there is no prepared landing airfields. The Russian company "RosAeroSystems" was noted for the development of airships models Au-12 (Fig. 2, c) and Au-30 (Fig. 2, d), which have been successfully tested and are used for transportation and monitoring of emergency situations. There are known Russian studies on the de-

velopment of a diving fire airship [8] and a fire airship with continuous water supply by a supply airship [9].

Due to the considerable duration of the flight, they can be used for patrolling hard-to-reach areas and detecting fires.

The solution to the problem of resupply of fire extinguishing agents is a promising method of extinguishing a fire using nanotechnology to extract atmospheric nitrogen from the air and supply it to the fire zone. The principle of extinguishing is to reduce the concentration of oxygen required to maintain fire in the fire zone [10, 11, 12]. The nitrogen membrane installation container can be attached to the airship and also serve as a mooring or landing device. It can be supplemented with structures for transporting firefighters and evacuating people. At the same time, the airship can hover over fire centers until they are completely localized and eliminated, moving from one to another (Fig. 3).

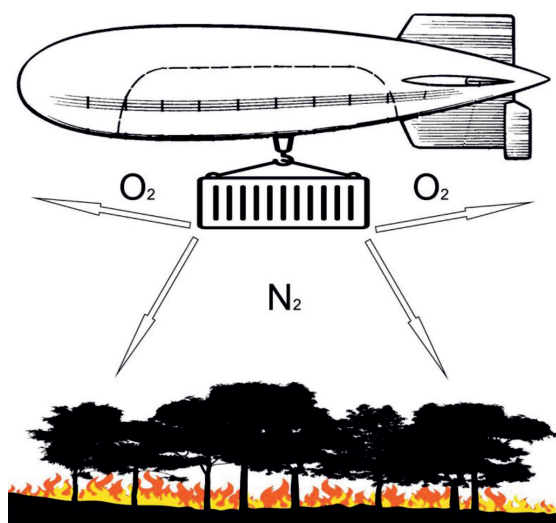


Fig. 3. Application of agro fire airship to extinguish a forest fire

Conclusion

Thus, the synthesis of all the advantages of airships and the method of extinguishing fires with atmospheric nitrogen is an ideal solution to the problem of extinguishing forest and steppe fires. In Russia, this is especially important, since most of the territory of woodlands is difficult to access, remote, and does not have the necessary infrastructure for the most effective use of other solutions.

The proposed combination of agricultural and fire-fighting functions makes it possible to increase the level of fire safety in agricultural regions by continuously monitoring the surrounding area while performing agricultural tasks with the possibility of early detection and extinguishing fires.

References

1. Shatilov I.S., Chudnovsky A.F. Agrophysical, agrometeorological and agrotechnical bases of crop programming: Principles of automated process control in agriculture L.: Hydrometeoizdat, 1980. 320 p.
2. Prospects for the use of small and unmanned aircraft in agriculture [Electronic resource] URL: <https://agrostory.com/info-centre/agronomists/perspektivy-primeneniya-maloy-aviatsii-v-selskom-khozyaystve> (accessed 27.10.2020).
3. Popadeikin V.V. Multi-purpose unmanned airship as an innovation in the national economy [Electronic resource] URL: <https://russiandrone.ru/publications/mnogotsелеvoy-bespilotnyy-dirizhabl-kak-innovatsiya-v-narodnom-khozyaystve/> (accessed 06.11.2020).
4. Ukhonov R.V. Drones in agriculture. Overview of global trends [Electronic resource] URL: <https://vc.ru/transport/72705-dronny-v-selskom-hozyaystve-obzor-mirovyh-tendetsiy> (date accessed 07.11.2020).
5. DJI [Electronic resource] URL: <https://www.dji.com/ru> (date accessed 07.11.2020).
6. Goyal S. A YOLO based Technique for Early Forest Fire Detection / S. Goyal, M.D. Shagill, A. Kaur, H. Vohra // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) volume 9, issue 6 April 2020. P. 1357-1362.
7. EMERCOM of Russia. Aviation. Technique [Electronic resource] URL: <https://www.mchs.gov.ru/ministerstvo/uchrezhdeniya-mchs-rossii/spasatelnye-podrazdeleniya/aviatsiya/tehnika> (accessed 09.11.2020).
8. Nikulin S.E., Popov N.L., Shanin A.P. Dirigible fire diving // Patent of the Russian Federation No. 2573489, publ. 20.01.2016, bull. No. 2.
9. Bikkuzhin F.F., Bikkuzhina E.F. Fire airship // RF patent № 2250122, publ. 20.04.2005, bull. No. 11.
10. Belozarov V.V., Voroshilov I.V., Zimovnov O.V., Nikulin M.A., Obukhov P.S., Belozarov V.V. Method for detecting, preventing the spread of fire and extinguishing forest fires with atmospheric nitrogen using a helicopter // Patent of the Russian Federation for invention No. 2730906 of 17.02.2020, publ. 26.08.2020 Byul. No. 24.
11. Valery Belozarov, Mihail Nikulin and Nikolay Topolsky Nanotechnology for the suppression of fires in agricultural land and forests / XIII International Scientific and Practical Conference «State and Prospects for the Development of Agribusiness INTERAGROMASH 2020» // E3S Web Conf., 175 (2020) 12007; DOI: 10.1051/e3sconf/202017512007.
12. Belozarov V.V. Substantiation of the use of a fire-fighting airship in agriculture and forestry / V.V. Belozarov, O.I. Katin, M.A. Nikulin // Promising developments and breakthrough technologies in the agro-industrial complex: collection of materials of the national scientific and practical conference, (Tyumen, October 21-23, 2020) / State Agricultural University of the Northern Trans-Urals-Tyumen: GAUSZ, 2020. pp. 4-10.

КРЫШНОЕ ОЗЕЛЕНЕНИЕ КАК ПУТЬ ОЗДОРОВЛЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Литвинова А.И., Федотовский О.Е., Виноградов Р.А., Евстигнеева Н.А.
*Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет,
Москва, e-mail: tb_conf@mail.ru*

Рассмотрены негативные последствия процесса урбанизации для состояния окружающей среды и здоровья городского населения. Указан один из путей оздоровления среды обитания горожан – увеличение площади озелененных территорий поселений. Раскрыты причины, не позволяющие увеличить площадь озеленения с использованием традиционных решений и потому требующие поиска альтернативных вариантов. Приведен альтернативный путь озеленения городской территории – «натурализация застройки», под которой понимают проектирование, возведение и содержание растительного покрова на любых поверхностях зданий и сооружений. Широкое применение крышного и вертикального элементов «зеленой» архитектуры позволяет значительно увеличить удельную площадь озеленения и тем самым повысить качество жизни горожан. На основе материалов открытых литературных источников, включая соответствующие руководства городов Филадельфия (США), Веллингтон (Новая Зеландия), исследованы достоинства и недостатки крышного озеленения. Рассмотрены основные типы «зеленых» крыш. Приведена конструкция «зеленой» крыши и ее основные элементы. Указаны требования (в зависимости от типа «зеленой» крыши) к субстрату и высаживаемым в него растениям. Описаны мероприятия по обслуживанию «зеленых» крыш. Раскрыт потенциал применения «зеленых» крыш в городских поселениях. По результатам выполненного исследования сделаны выводы.

Ключевые слова: урбанизация, плотная застройка, окружающая среда, городское население, здоровье, «зеленая» крыша

ROOF GREENING AS A WAY OF URBAN ENVIRONMENT RECOVERY

Litvinova A.I., Fedotovskiy O.E., Vinogradov R.A., Evstigneeva N.A.
*Moscow Automobile and Road Construction State Technical University,
Moscow, e-mail: tb_conf@mail.ru*

The negative consequences of the urbanization process for the state of the environment and health of the urban population are considered. One of the ways to recover urban environment is indicated. It is an increase of green areas in settlements. The reasons that do not allow to extend the greening area with traditional solutions are disclosed. Therefore, the search of alternative solutions is required. There is an alternative way of urban area greening. It is the «naturalization of buildings», it means designing, constructing and plants maintaining on all surfaces of buildings and structures. The widespread use of roof and vertical green architecture can significantly increase the specific area of greening. It allows to improve the quality of urban population life. The advantages and disadvantages of roof greening based on open literature sources, including the city guidance manual of Philadelphia (the USA), Wellington (New Zealand) have been investigated. The main types of green roofs are considered. The construction of the green roof and its main elements are presented. Requirements (depending on the type of green roof) for the growing medium and the plants are indicated. The measures for the maintenance of green roofs are described. The potential of green roofs using in urban settlements is revealed. Conclusions based on the study results are made.

Keywords: urbanization, dense building, environment, urban population, health, green roof

Рост численности населения планеты происходил одновременно с процессом урбанизации, выражающимся в повышении роли городов в развитии общества. Этот процесс привел к увеличению числа городских поселений и концентрации в них населения. Первоначально – с конца XVIII века – процесс урбанизации охватил промышленно развитые страны Западной Европы и Северной Америки. В России начало урбанизации относят к началу XIX века, когда доля городского населения превысила 4% (табл. 1). В настоящее время по доле горожан Россия находится на средневропейском уровне: три четверти ее населения проживает «в городах, занимающих 0,65% территории страны» [1]. Наибольшая плотность населения приходится на Москву и Санкт-Петербург, соответственно 4 956,06 чел./км² и 3 843,90 чел./км² (данные приведены по состоянию на начало 2020 г.) [2].

Вне всякого сомнения, урбанизация способствовала позитивному развитию экономики – росту производства, повышению его энерговооруженности и производительности, увеличению видов и числа транспортных средств, но вместе с тем привела к ряду негативных последствий:

- загрязнению (физическому, химическому, биологическому, эстетическому) среды обитания горожан, что отразилось на состоянии их здоровья (табл. 2);

- изменению водного баланса территории за счет строительства водонепроницаемых поверхностей (асфальтобетонных покрытий, кровель зданий и сооружений), что привело, с одной стороны, к увеличению объема и скорости стока дождевых, талых вод, а с другой стороны, к уменьшению объема вод, пополняющих подземные водоносные горизонты (рис. 1).

Таблица 1

Уровень урбанизации в России / СССР [3, 4]

Год	Начало XVIII в.	Начало XIX в.	Середина XIX в.	1887	1913	1926	1940	1960	1990	2019
	Российская империя					СССР		РСФСР		Россия
Доля городского населения, %	3	Св. 4	8	Св.13	18	18	33	54,7	73,6	74,6

Таблица 2

Сравнение заболеваемости городских и сельских жителей России, на 100 тыс. человек населения [5, с. 52, 54]

Болезнь	Год					
	2005	2010	2015	2016	2017	2018
Зарегистрировано заболеваний злокачественными новообразованиями (диагноз установлен впервые в жизни)	342,1 294,8	376,3 321,4	415,8 364,8	422,3 369,3	435,3 376,9	438,5 387,5
Острые инфекции верхних дыхательных путей	21 193,9 11 607,6	23 073,4 10 558,0	23 699,0 11 169,6	25 251,6 11 165,6	25 262,8 11 135,1	24 512,9 10 687,7
Грипп	670,9 553,8	22,5 9,6	38,9 19,8	70,6 31	40,4 18,5	30,6 13,9
Острые кишечные инфекции	493,6 297,2	647,9 348,8	586,2 328,7	614,6 330,1	596,9 314,5	608,4 312,0

Примечание. Над чертой указаны статистические данные заболеваемости городских жителей, под чертой – данные заболеваемости сельских жителей.

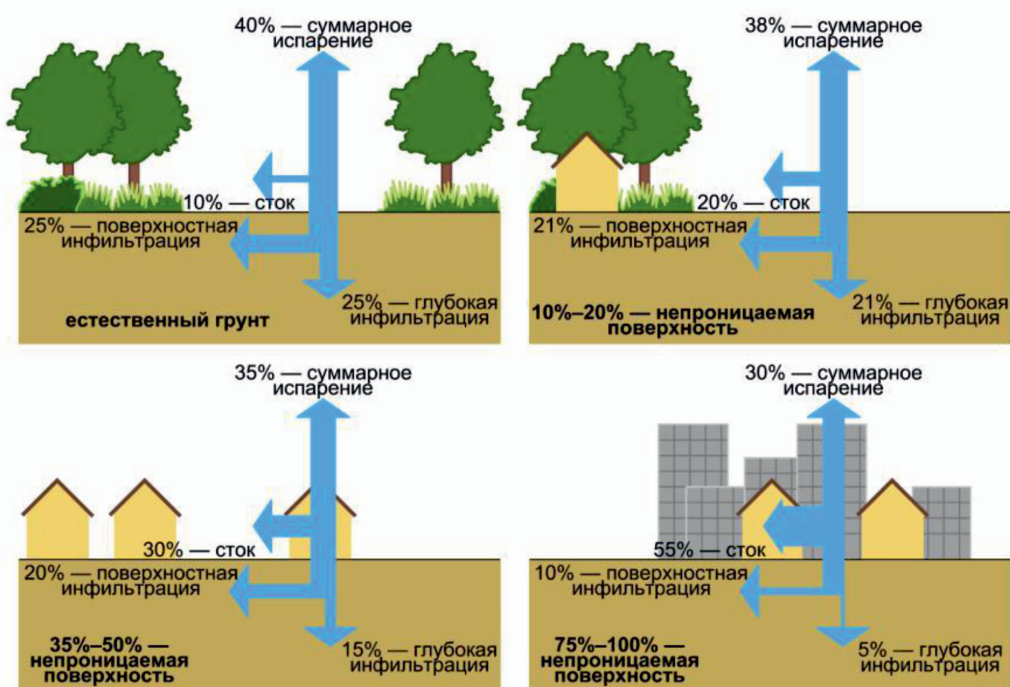


Рис. 1. Изменение распределения поступающей на поверхность воды в зависимости от степени урбанизации территории [6, с. 5]

Одним из путей оздоровления городской среды является озеленение. Однако вследствие уже существующей плотной застройки, а также за счет активно ведущейся

в настоящее время точечной застройки в старых районах городов, расширения городских автомагистралей и улиц сокращаются территории с традиционными видами

озеленения, размещаемыми во дворах, садах, скверах, бульварах, парках и т.п., и одновременно увеличивается доля водонепроницаемых поверхностей. В сложившихся условиях единственный способ сохранить соответствующую российским нормам, регламентируемым СП 42.13330.2016, удельную площадь озеленения (площадь озеленения, приходящуюся на одного человека), необходимую для обеспечения комфортных условий проживания горожан, – это поиск альтернативных вариантов озеленения городских территорий. Таким альтернативным путем является «натурализация застройки», под которой понимают «создание и содержание на любых поверхностях зданий и сооружений – вертикальных, горизонтальных и наклонных – растительного покрова из специально подобранных видов растений, соответствующих местным географическим условиям, градостроительным характеристикам, а также параметрам конкретного строительного элемента» [1]. Для большинства районов России, учитывая их климатические особенности, наиболее рациональным представляется использование крышного озеленения – так называемых «зеленых» крыш. Ясно, что только озеленение – традиционное и альтернативное – не способно решить задачу достижения устойчивого развития урбанизированных территорий, однако оно способно значительно смягчить нарушенное в городах экологическое равновесие и его последствия.

Целью настоящей работы являлось исследование преимуществ и недостатков применения крышного озеленения в городах.

Материалы и методы исследования

Материалами исследования служили литературные источники, находящиеся в свободном доступе, в том числе зарубежные руководства (методические рекоменда-

ции) по проектированию, строительству и эксплуатации «зеленых» крыш. На основе указанных источников выполнен анализ крышного озеленения, позволивший достичь поставленной цели исследования.

Результаты исследования и их обсуждение

Установлено, что применение крышного озеленения не является чем-то новым в истории человечества и насчитывает уже несколько сотен лет [7, с. 226; 8, с. 53]. В частности, первые упоминания о русских садах на крышах относятся к XVII веку [7, с. 226]. В 1920-е годы плоские крыши с элементами озеленения использовали при проектировании зданий советские архитекторы [7, с. 227]. Известны отдельные реализованные в России в конце XX – начале XXI века проекты «зеленых» крыш [7, с. 228], но массового распространения в нашей стране крышное озеленение пока не получило: в отличие от других стран аспекты альтернативного озеленения в России развиваются лишь в теории [9, с. 167].

За рубежом же «зеленые» крыши (*green roofs, roof gardens, eco-roofs*) становятся «все более популярным элементом экологического строительства» [8, с. 53]. Их сегодня сооружают в различных климатических зонах, включая зону умеренного климата [8, с. 57], где среднемесячная температура самого холодного месяца года ниже 0 °С.

Классификация «зеленых» крыш. В зависимости от характера использования различают два основных типа «зеленых» крыш:

– *интенсивные (intensive green roofs)*, имеющие многофункциональное назначение, в них сочетают озелененные пространства с площадками для отдыха, спорта и пр. (рис. 2);

– *экстенсивные (extensive green roofs)*, на которые доступ имеет только обслуживающий их технический персонал (рис. 3).



Рис. 2. Интенсивная «зеленая» крыша [10, с. 16]

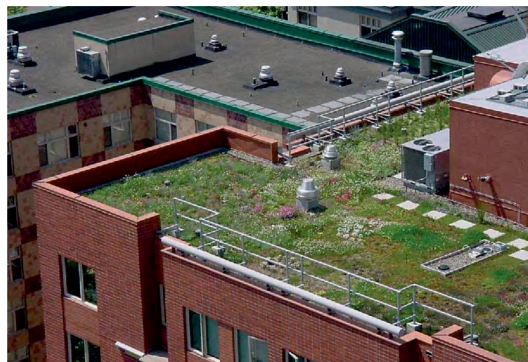


Рис. 3. Экстенсивная «зеленая» крыша на промышленном здании [11, с. 105]

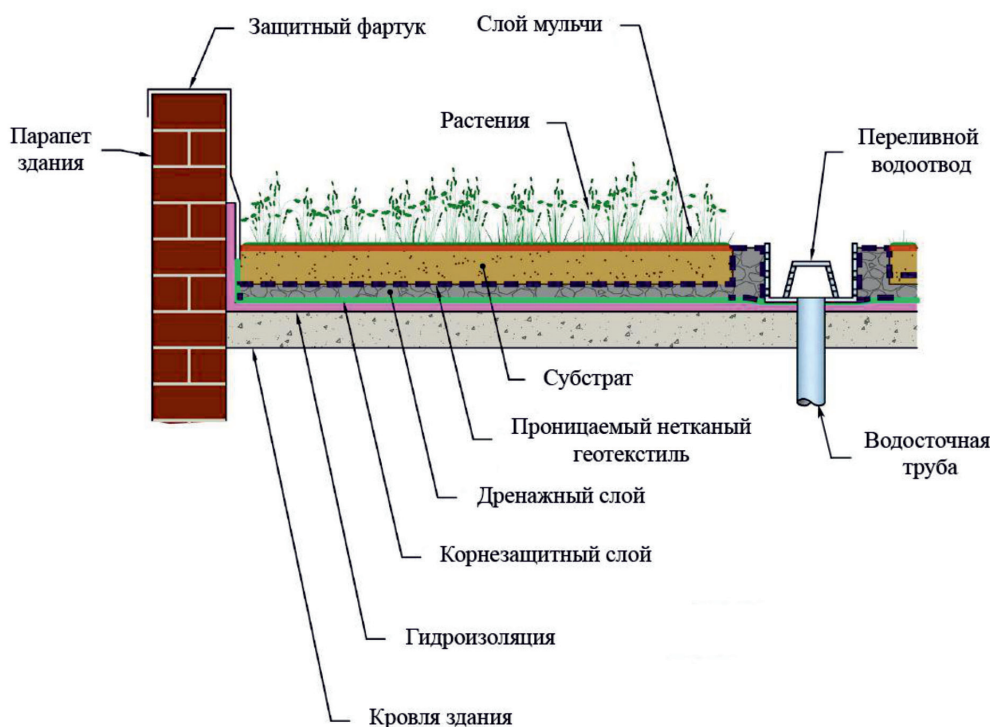


Рис. 4. Конструкция «зеленой» крыши: основные элементы [11, с. 179]

Российскими авторами (в частности, Вебером А.А., Кучеровым А.С., Лыловым А.С.) применяются также другие названия указанных типов «зеленых» крыш – эксплуатируемые и неэксплуатируемые сады.

Основные элементы «зеленой» крыши. Конструкция «зеленой» крыши, вне зависимости от того, к какому типу она относится – интенсивному или экстенсивному, – в своем составе имеет одни и те же основные элементы [11, с. 107; 12, с. 56; 13, с. 6] (рис. 4):

- гидроизоляционный слой;
- корнезащитный слой;
- дренажный слой;
- фильтровальный слой;
- питательную среду для выращивания растений (субстрат);
- растения.

Отвод избыточных дождевых, поливочных и талых вод на озелененных крышах осуществляется с использованием предусмотренного в здании или сооружении водоотвода.

Конструкция «зеленой» крыши подобна конструкции дождевых садов (*rain gardens*), в которых поступающие поверхностные сточные воды (дождевые, талые, поливочные), пройдя специально спроектированную фильтрующую загрузку (субстрат) с высаженными в ней высшими растения-

ми, отводятся по дренажной системе [13, с. 6]. Дождевые сады нашли широкое применение за рубежом (США, Канада, западноевропейские страны, Австралия, Новая Зеландия, Китай) для очистки поверхностного стока, в том числе стока с улично-дорожной сети населенных пунктов [14].

Область применения. «Зеленые» крыши могут быть спроектированы для зданий и сооружений, уже построенных и введенных в эксплуатацию. Но здесь ключевой проблемой является наличие несущей конструкции крыши здания или сооружения, способной выдержать дополнительную нагрузку (вес), а также наличие надежной гидроизоляции. В связи с чем рациональнее предусматривать устройство «зеленой» крыши еще на стадии проектирования здания или сооружения. Согласно рекомендациям [13, с. 7] для проектирования «зеленых» крыш требуются плоские кровли с уклоном:

- для интенсивных «зеленых» крыш: не более 10 %;
- для экстенсивных: менее 25 %.

Растения и субстрат. Для экстенсивной «зеленой» крыши используют газонные травы, почвопокровные растения и мхи (мятлик, овсяница, подорожник, камнеломка, ясколка, седум и др.), при этом мощность субстрата (питательной среды) варьируется

от 30 мм (для мхов) до 150 мм (для газона). Для озеленения интенсивной крыши можно использовать не только травянистые растения, но также кустарники и деревья. Мощность субстрата – от 150 мм (для трав) до 1 м (для кустарников) [8, с. 54]. От надлежащего подбора растений зависит эффективность «зеленых» крыш.

Требуемая мощность питательного слоя (субстрата) и его состав зависят как от местных климатических условий, так и от применяемых растений. При этом субстрат – для уменьшения нагрузки на несущие конструкции здания (сооружения) – должен состоять из легкого минерального материала с минимальным количеством органических веществ [11, с. 108]. В частности, в методических рекомендациях [12, с. 56] в качестве субстрата предлагается использовать смесь, состоящую из керамзита, вулканических пород, перлита с содержанием органических веществ от 10 % до 20 %.

С целью создания благоприятных условий для растений, высаживаемых на крышах многоэтажных зданий, применяют специальные конструкции солнцезащитных экранов [7, с. 227]. Также рекомендуется «включать» водные устройства, охлаждающие и увлажняющие воздух; предусматривать активный полив растений и дренирование питательного слоя грунта, укрытие грунта в зимнее время» [10, с. 15].

Обслуживание. «Зеленые» крыши требуют регулярного ухода, включая полив в засушливые периоды, прополку, кошение растительности, борьбу с вредителями. В связи с чем должен быть предусмотрен доступ на крышу технического персонала для обслуживания, а также обеспечена его безопасность.

Преимущества и недостатки. Несмотря на то, что проектирование и строительство «зеленых» крыш являются затратной стратегией, их эксплуатация способна обеспечить весомые преимущества, включающие [7, с. 227; 8, с. 53-54; 11, с. 105; 12, с. 56; 13, с. 7]:

- увеличение площади озеленения и благоустройства городских пространств;
- восстановление нарушенного водного баланса на территории городского поселения (посредством эвапотранспирации);
- повышение качества атмосферного воздуха (прежде всего за счет процесса фотосинтеза);
- улучшение параметров микроклимата городской среды (снижение температуры и повышение влажности воздуха в летнее время);
- снижение уровня шума (за счет звукопоглощения растениями и субстратом);

– положительное влияние на физическое и психическое здоровье населения;

– создание дополнительных мест обитания живых организмов, включая мигрирующие виды;

– способствование очищению дождевых вод от загрязняющих веществ (путем фильтрации через субстрат с высаженными в него растениями и активностью микроорганизмов);

– уменьшение стока дождевых вод (за счет эвапотранспирации, а также удержания вод субстратом и дренажным слоем);

– снижение пиковых нагрузок на городские канализационные сети;

– увеличение срока службы кровли здания (сооружения) в два-три раза (за счет ее защиты от воздействия неблагоприятных внешних факторов).

В качестве недостатков «зеленых» крыш в литературе отмечают [7, с. 228, 230-231, 8, с. 54]:

– высокую нагрузку на несущие конструкции кровли, которую необходимо учитывать при проектировании;

– высокий уровень влажности слоев конструкции, требующий надежной гидроизоляции;

– воздействие микроорганизмов, химических веществ и корневой системы на гидроизоляционный материал;

– необходимость профессионального подбора растений, предварительного их выращивания в специальных условиях, а также налаженной службы ухода за растениями на этапе эксплуатации;

– высокую стоимость проектирования, строительства и ремонта.

В настоящее время в России намечился перелом в применении и развитии «зеленых» технологий в строительстве: с 01.06.2020 г. введен в действие ГОСТ Р 58875-2020, который впервые обозначил национальные технические и экологические требования к озеленению крыш зданий и сооружений. Тем самым проектные, строительные и эксплуатирующие организации получили нормативную поддержку в части реализации практики использования озеленения крыш зданий и сооружений, что дает основания прогнозировать в ближайшем будущем включение «зеленых» крыш в обязательную тактику обеспечения устойчивого развития городов и, как следствие, оздоровление городской среды.

Выводы

1. Обоснована актуальность применения крышного озеленения в современных городских поселениях.

2. Рассмотрены основные типы «зеленых» крыш, их конструктивные особенности, а также требования, предъявляемые к проектированию, строительству и обслуживанию.

3. Раскрыты преимущества и недостатки применения крышного озеленения в градостроительной деятельности.

Список литературы

1. Панкрушина А.Н., Дементьева С.М. Озеленение как фактор улучшения визуальной среды городских жителей [Электронный ресурс]. URL: <https://textarchive.ru/c-1420999.html> (дата обращения: 03.02.2021).
2. Плотность населения России по регионам и городам на квадратный километр [Электронный ресурс]. URL: <https://rosinfostat.ru/plotnost-naseleniya/> (дата обращения: 03.02.2021).
3. Урбанизация // Энциклопедический словарь [Электронный ресурс]. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/es/59312/%D1%83%D1%80%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F> (дата обращения: 07.02.2021).
4. Демографический ежегодник России. 2019: Стат. сб. / Росстат. М., 2019. С. 15 [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Dem_ejegod-2019.pdf (дата обращения: 07.02.2021).
5. Здравоохранение в России. 2019: Стат. сб. / Росстат. М., 2019. 170 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Zdravooхран-2019.pdf> (дата обращения: 09.02.2021).
6. Методические рекомендации по организации водоотвода на улично-дорожной сети городов, не имеющих подземной (трубопроводной) ливневой канализации / ФАУ «Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве» Минстроя России. М., 2019. 166 с. [Электронный ресурс]. URL: https://www.faufcc.ru/upload/methodical_materials/mp06_2019.pdf (дата обращения: 07.02.2021).
7. Туркина Е.А., Чистяков Д.А., Калугин А.Н. Тенденции развития горизонтального и вертикального озеленения зданий // Инновации и инвестиции. 2018. № 1. С. 226–231.
8. Жданова И.В., Кузнецова А.А., Дорофеева Е.Д. Экологические и эстетические аспекты применения вертикального озеленения и зеленых крыш в жилых зданиях // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2019. Т. 21. № 64. С. 53–59.
9. Кетова Л.П., Жиренко Д.И. Озеленение городской среды в Российской Федерации: проблемы нормативно-правового регулирования // WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS: сборник статей XXXIV Международной научно-практической конференции (Пенза, 30 августа 2019 г.). Пенза: изд-во «Наука и просвещение», 2019. С. 166–169.
10. Вебер А.А., Кучеров А.С., Лылов А.С. Озеленение городов в условиях плотной застройки // Мир инноваций. 2020. № 4. С. 8–18.
11. Stormwater Retrofit Guidance Manual / Philadelphia Water Department [Электронный ресурс]. URL: <https://www.phila.gov/water/PDF/SWRetroManual.pdf> (дата обращения: 31.05.2019).
12. Water Sensitive Urban Design. A Guide for WSUD Stormwater Management in Wellington [Электронный ресурс]. URL: <https://wellington.govt.nz/-/media/environment-and-sustainability/environment/files/wsud-guide.pdf> (дата обращения: 06.02.2021).
13. Device description and general guidance notes // On-Site Stormwater Management Guideline / Water Environment Research Foundation. Wellington, New Zealand. October 2004. Section 5 [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.scribd.com/document/73716305/New-Zealand-On-Site-Stormwater-Management-Guideline-Water-Environment-Research-Foundation> (дата обращения: 29.01.2020).
14. Евстигнеева Ю.В., Трофименко Ю.В., Евстигнеева Н.А. Биоремедиационные технологии очистки поверхностного стока с улично-дорожной сети населенных пунктов // European Journal of Natural History. 2020. № 1. С. 81–87.

ОБ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ SMART-ТЕПЛИЦЫ НА СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ

Обухов П.С., Демченко В.В.

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону,
e-mail: viktoria_d17.97@mail.ru*

Для развития цифровой экономики совершается введение информационных технологий во все без исключения области деятельности страны. В связи с построением цифровой экономики происходит внедрение информационных технологий во все сферы деятельности государства. Программно-аппаратные решения являются ключевым направлением выращивания сельскохозяйственных растений в закрытых системах. SMART-теплица – сельскохозяйственный объект для получения продукции растениеводства, автономно и роботизировано работающий, в автоматическом режиме и изолированный от внешних факторов и воздействий с минимальным участием человека. В них применяется автоматизированная система контроля климата и поддержания условий необходимых для получения здорового урожая. Роботизированные интеллектуальные технологии дают возможность сократить расходы производства, а также повысить эффективность труда. С использованием подобного рода технологий принимаются решения, позволяющие продумать задачи обработки массивов информации в цифровой экономике, а также преодолеваются научно-технические препятствия. Создание соответствующей продукции для аграрного рынка положительно скажется на импортозамещении и развитии страны. Автоматизированные системы климат-контроля с меньшими затратами и простотой использования снизят стоимость и содержание самих теплиц, исключая существенные финансовые затраты. Актуально и использование технологии интернет вещей для реализации автоматизированного микроклиматического контроля, поскольку эта сфера прочно занимает все сферы жизни общества и постоянно развивается.

Ключевые слова: SMART-теплица, тепличный бизнес, автоматизированные системы, климат-контроль, интернет вещей

ABOUT THE NEED TO DEVELOP A SYSTEM FOR AUTOMATED CONTROL OF SMART-GREENHOUSE PARAMETERS TODAY

Obukhov P.S., Demchenko V.V.

Don state technical University, Rostov-on-Don, e-mail: viktoria_d17.97@mail.ru

Information technology is being implemented in all areas of the country's operation for reaching the growth of the digital economy, without exception. Despite this, growing crops in closed systems may have a lot of solutions as a successful key performance indicator to SMART-greenhouse. The main idea is to reduce costs of production and increase productivity, also obtain crop products from an agricultural facility by a SMART greenhouse, which operates autonomously, robotic, and isolated from external factors and influences with minimal human participation. In addition, using an automatic climate control system and maintaining the appropriate conditions for a healthy harvest. Intelligent robotic technology allows reducing manufacturing costs and increasing labor productivity with improving performance efficiency. Using these innovations, a lot of decisions are taken that facilitate the collection of information arrays in the digital economy to be considered which allows removing scientific and technological obstacles. The production of suitable agricultural products is going to have a significant economic impact on the country's effect substitution and growth. The cost and management of greenhouses are lower and ease-of-use automatic systems for climate control that eliminate substantial financial costs. The use of the Internet of Things technologies in the automated management of microclimates is also significant, as this sector is strongly engaged and continuously expanding across all areas of society.

Keywords: SMART greenhouse, greenhouse business, automated systems, climate control, Internet of Things

По оценкам экспертов, самая высокая рентабельность по EBITDA у фермеров-производителей тепличных овощей: за год она увеличилась на 8 процентных пунктов (п.п.) до 52 %.

Быстрое развитие тепличного бизнеса началось в 2014 году после введения продуктового эмбарго и девальвации рубля.

Высокая производительность гарантирует рентабельность современных теплиц. С 1 кв. м. можно получить урожай до 80 кг, а цена на овощи, особенно вне сезона, в зимнее время и ранней весной слишком высока.

У инвесторов построивших собственные мини-ТЭЦ для обогрева и досветки теплиц рентабельность еще выше.

В 2015–2019 гг. более 200 млрд руб. было инвестировано в теплицы. Заложено свыше 1100 га новых теплиц. В России по-прежнему около 40 % томатов импортируется, тем не менее огурцами собственного выращивания страна обеспечена полностью.

В 2015–2017 гг. тепличный бизнес являлся самым рентабельным направлением сельского хозяйства. В настоящее время маржа большинства теплиц ниже оценки Россельхозбанка. Высоким показатель был

в 2017–2018 гг. около 50 %. В то время образовался дефицит после запрета поставок из Турции.

Сейчас достаточно самых популярных недорогих томатов, а большинство крупных производителей осваивают премиальную продукцию, такую как помидоры черри, фасованные и брендированные овощи. Данный продукт и дороже, но и затраты выше.

В настоящее время рентабельность EBITDA теплиц составляет 45 % и не растет. В связи с этим отмечается влияние отмены компенсации капитальных затрат [1].

Рост конкуренции является причиной снижения рентабельности тепличного бизнеса. Затраты повышаются из-за роста тарифов на электроэнергию, а вот стоимость овощей не увеличивается.

Рентабельность тепличного бизнеса за последний год не повысилась, хотя в будущем по оценке экспертов маржа увеличится до прежних показателей.

Стоит также учитывать и сроки окупаемости для оценки инвестиционной привлекательности отрасли. Из-за отмены компенсации капитальных затрат они увеличились с 7,5 до 12 лет.

В связи со всем вышесказанным наибольшую популярность начинают набирать SMART-теплицы. Появились в России совсем недавно, около 3х лет назад. Набирают популярность в крупных городах страны.

Анализ применения SMART-теплицы

SMART-теплица – сельскохозяйственный объект для получения продукции растениеводства, автономно и роботизировано работающий, в автоматическом режиме и изолированный от внешних факторов и воздействий с минимальным участием человека.

Учитывая затраты и рост потребительского спроса, система оптимизирует экономику объекта.

Принимая во внимание агроэкологическую оценку, исследования грунтов, сорта растений в умной теплице применяются цифровые технологии, такие как RFID, интернет вещей, искусственный интеллект. Нормативы, связанные с экологией и санитарной гигиеной выполняются.

Для развития цифровой экономики совершается введение информационных технологий во все без исключения области деятельности страны. Программно-аппаратные решения являются ключевым направлением выращивания сельскохозяйственных растений в закрытых системах (SMART-теплицах). Роботизированные интеллектуальные технологии дают

возможность сократить расходы производства, а также повысить эффективность труда. С использованием подобного рода технологий принимаются решения, позволяющие продумать задачи обработки массивов информации в цифровой экономике, а также преодолеваются научно-технические препятствия.

Создание характеристик системы автоматизированного контроля умной теплицы с целью изготовления продовольственных товаров дает возможность сократить расходы для уже имеющихся комплексов за исключением значительных экономических расходов в переоборудовании либо сформировать современные объекты. Они подразумевают предоставление устойчивости в повышении производства продуктов растениеводства в закрытом грунте, приобретение инноваторских концепций для защиты почвы (результативное сбережение энергии, климат, свет и другое), снижение энергоемкости при выращивании, а также увеличение питательности продовольственных товаров.

SMART-теплицы оснащаются:

- HVAC-оборудованием (комплекс, включающий в себя систему отопления, вентиляцию и кондиционирование помещения. Целью систем HVAC в теплицах является поддержание безупречной температуры в интересах круглогодичного выращивания определенных сельскохозяйственных культур либо экзотических, смягчение отрицательных условий окружающей среды. Достоинства HVAC состоят в уменьшении трудовых затрат);

- Светодиодными (LED) проекторами (вспомогательное освещение для выращивания культур в умной теплице. Наилучшие осветительные конструкции обладают малогабаритным дизайном, а также продолжительным периодом работы (от 30 до 50 тысяч часов) и потребляют значительно меньше энергии);

- Датчиками (вероятно различное сочетание таких датчиков как температуры, влаги, экспонетра, контроля качества воды для орошения и других. Комбинации зависят от потребностей фермеров) [2].

Именно такие технологии, как вышеперечисленные, делают теплицу «умной». Это позволяет полностью автоматизировать процесс выращивания растений при минимальном участии человека.

Необходимость применения SMART-теплиц сегодня

Рост числа населения, урбанизация и изменения климата ведут к росту спроса на продукты.

Появление SMART-теплиц произвело революцию в сельском хозяйстве, поспособствовав эффективному выращиванию агрокультур в северных широтах.

Такие факторы как влажность, освещение, температурный режим являются основой жизнедеятельности растений. Малейшие нарушения в окружающей среде отрицательно влияют на темп роста, урожайность. Поддержание необходимых тепличных условий – это сложный и трудоемкий процесс, для которого необходим постоянный контроль. SMART-теплица способствует минимальному участию человека в данном процессе, тем самым освобождает время и позволяет контролировать рост растений на расстоянии и управлять данным процессом.

Автоматическое поддержание условий окружающей среды представляет собой управление:

- температурным режимом;
- освещением;
- поливом;
- подогревом почвы;
- подкормкой.

Особое внимание отводится мониторингу процессов и оперативной реакции на любые отклонения.

На сегодняшний день SMART-теплица имеет преимущества перед обычной теплицей такие как:

– Предохранение от резких скачков температуры и экстремальных показателей. Сохранение и управление температурным диапазоном имеют главную значимость в теплице. За считанные часы перепады температуры могут привести к порче либо полному уничтожению растений. Резкие колебания температуры могут быть предотвращены за счет системы дистанционного мониторинга;

– Надзор за инвентарем и остальным оснащением в теплице. Следует гарантировать целостность инструментов, а также успешную работу систем кондиционирования, поддержания влаги и другое. Шансы на спасение имущества и растений увеличиваются при раннем выявлении фермером снижения температуры либо отказа оборудования. Работники имеют все шансы стремительно реагировать на различные опасности в режиме настоящего времени с помощью систем удаленного мониторинга;

– Наблюдение за условиями в теплице. В случае если тот или иной параметр выходит за границы первоначально определенного диапазона, система либо прибор мгновенно уведомит по электронной почте, SMS либо телефону отвечающий за работу теплицы штат.

Как правило сообщения о чрезвычайных ситуациях уведомляют фермеров об:

- изменениях температуры;
- некачественном проветривании;
- значительной степени углекислого газа;
- изменении влаги;
- нарушении оснащения;
- утечке воды.

– Предотвращение болезней в промежуток вегетации. Системы умных теплиц осуществляют контроль параметров окружающей среды на протяжении всего вегетационного этапа. Применяются равно как проводные, так и беспроводные датчики для данной цели. Главную значимость в предотвращении плесени, болезней и в увеличении урожайности имеет сохранение установленных характеристик температуры, влаги, а также циркуляции воздуха [3].

К недостаткам SMART-теплицы можно отнести:

- Зависимость от источников питания;
- Затраты на приобретение оборудования.

Но недостаток с автономностью можно решить за счет аккумуляторов, генераторов и емкостей с водой.

Целевые индикаторы и показатели:

– Технология SMART-теплицы уменьшает издержки производства продуктов питания в закрытых системах на 15 % относительно аналогичных теплиц без применения технологий;

– Уменьшается импортозависимость в производстве овощей на 70 % за счет внедрения SMART-теплицы [4].

Импортозамещение – главный фактор уменьшения затрат в тепличном бизнесе. Стоимость импортных продуктов выше отечественных аналогов примерно в 2 раза. Локальное расположение теплиц, исключение таможенных платежей, уменьшение транспортных расходов, снижение трудозатрат, все это может снизить стоимость тепличного комплекса на 30 %. В этом заключается одно из важных преимуществ применения SMART-теплицы сегодня.

Разработка эскизной документации на «SMART-теплицу»

SMART-теплица, как сельскохозяйственный объект получения продукции растениеводства, работающий автономно и автоматически, может включать в себя:

- компактное расположение;
- систему автоматического полива;
- мобильную систему освещения;
- автоматически регулируемый температурный режим.

Для более компактного расположения растений SMART-теплицу можно представить в виде двух этажей.

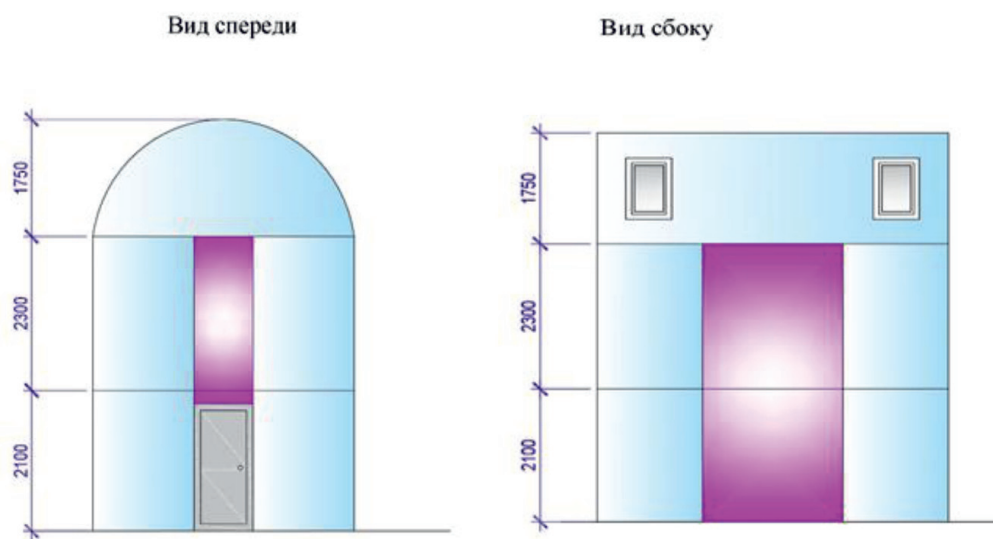


Рис. 1. Внешний вид SMART-теплицы

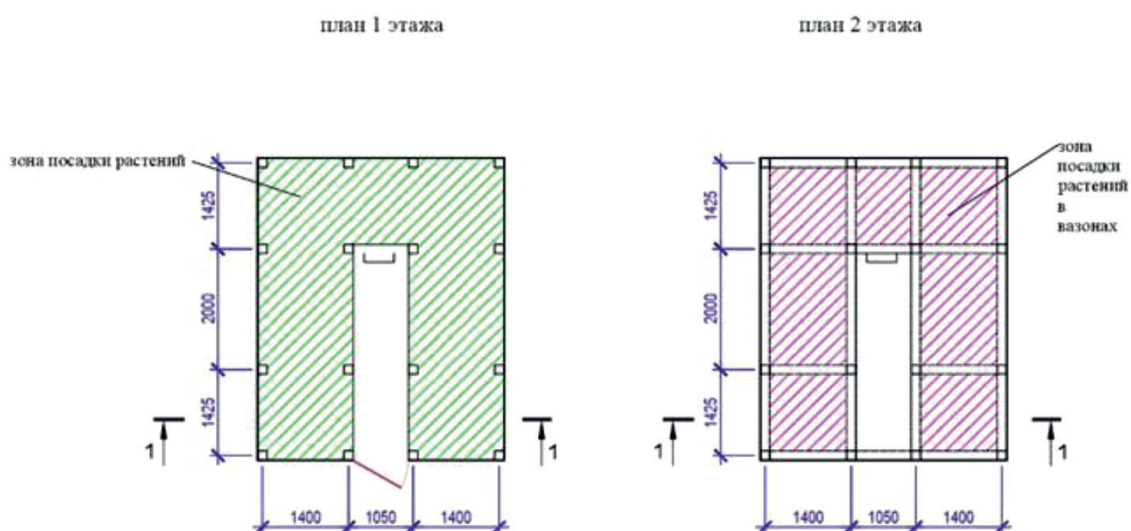


Рис. 2. Посадочные зоны

На рис. 1 изображен внешний вид теплицы – вид спереди и сбоку с окнами для автоматического проветривания. Так для растений теплицу необходимо ежедневное проветривать, чтобы предотвратить размножение болезнетворных организмов.

На плане рис. 2 видны посадочные площади. Озеленение теплицы осуществлять таким образом, чтобы обеспечить больший объем вместительности и получения урожая.

Передвижная система освещения поспособствует более полному освещению всех растений.

Под крышей теплицы установить бак с водой осуществляющий автоматический полив при необходимости.

Управление SMART-теплицы происходит через контроллер, который позволит реализовать самые сложные варианты построения управления, считывая через датчики информацию о состоянии теплицы [5].

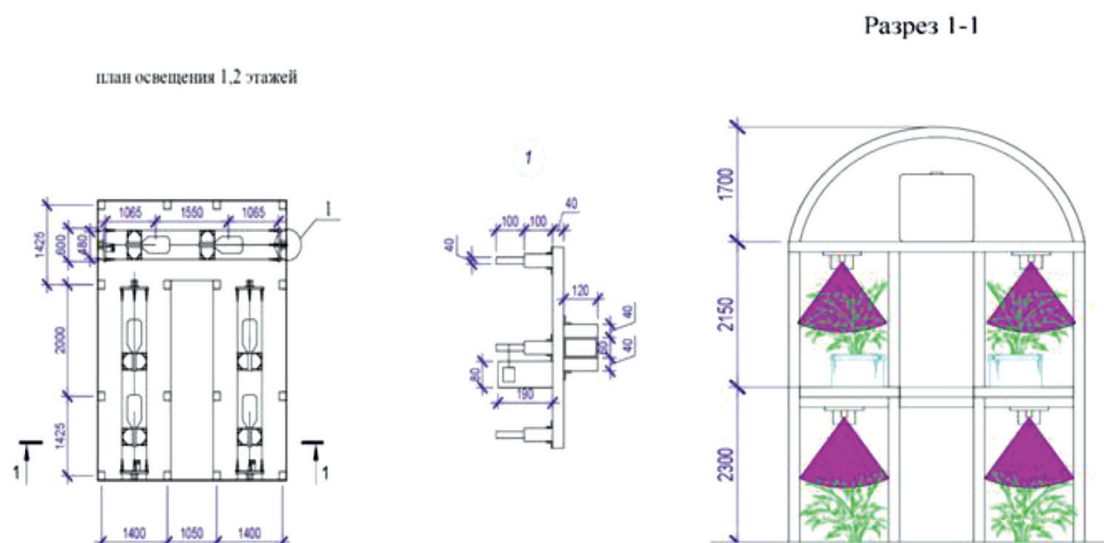


Рис. 3. Система освещения

Для того, чтобы получить здоровый и обильный урожай, нужно создать SMART-теплицу с благоприятным и комфортным для растений климатом. В этом помогут рассмотренные выше: система проветривания, передвижная система освещения, автоматически настраиваемый температурный режим, система автоматического полива.

Заключение

В России перспективным направлением является создание SMART-теплиц, в которых применяется автоматизированная система контроля климата и поддержания условий необходимых для получения здорового урожая. Создание соответствующей продукции для аграрного рынка положительно скажется на импортозамещении и развитии страны.

Автоматизированные системы климат-контроля с меньшими затратами и простотой использования снизят стоимость и содержание самих теплиц. Актуально и использование технологии интернет ве-

щей для реализации автоматизированного микроклиматического контроля, поскольку эта сфера прочно занимает все сферы жизни общества и постоянно развивается.

Данные для научной исследовательской работы были взяты из различных литературных источников и электронных ресурсов. На их основе были сделаны выводы.

Список литературы

1. Россельхозбанк [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rshb.ru/legal/credit/invest/> (дата обращения: 26.03.2021).
2. Что такое умные теплицы и будет ли расти объем их рынка (cfo-russia.ru) 29.10.2018 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cfo-russia.ru/issledovaniya/index.php?article=43926> (дата обращения: 26.03.2021).
3. Александр Бутусов. Умные теплицы | iot.ru Новости Интернета вещей 21.09.2018 [Электронный ресурс]. URL: <http://iot.ru/selskoe-khozyaystvo/umnye-teplitsy> (дата обращения: 26.03.2021).
4. Аналитический центр Минсельхоза России [Электронный ресурс]. URL: <https://mcx.ac.ru/digital-cx/umnaya-teplitsa/> (дата обращения: 26.03.2021).
5. Пример использования современных средств автоматизации в теплице 26.05.2020 [Электронный ресурс]. URL: <https://ук-энерготехсервис.рф/shemy/primer-ispolzovaniya-sovremennyh-sredstv-avtomatizatsii-v-teplitse.html> (дата обращения: 26.03.2021).

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВЕЛОПАРКОВОЧНОГО ПРОСТРАНСТВА ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

Савина В.С., Шелмаков С.В.

*Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ),
Москва, e-mail: savina16091997@gmail.com*

Развитие немоторизованной мобильности и в частности велосипедного транспорта подразумевает создание условий для повсеместно доступного, безопасного и удобного хранения технических средств индивидуальной мобильности (ТСИМ) и велотранспортных средств (ВТС). Существующие в настоящее время конструкции велопарковок и хранилищ ТСИМ, а также принципы их размещения на городской территории весьма разнообразны. Не все из них обеспечивают совокупное качество велопарковочного пространства, что приводит к неэффективному использованию средств, выделяемых на развитие немоторизованной мобильности. Возможность припарковать велосипед на железнодорожной станции, у метро, на автобусной остановке стимулирует людей комбинировать велосипед с общественным транспортом. Разные типы остановок требуют различной комбинации возможностей для парковки велосипедов. Велосипедные стоянки должны располагаться в непосредственной близости к остановкам и станциям общественного транспорта и обеспечивать быструю и удобную пересадку. Предлагаемая в данной статье методика позволяет оценить наиболее значимые аспекты, определяющие степень использования велопарковок и хранилищ ТСИМ потенциальными пользователями. Экспертные оценки тех или иных критериев качества велопарковочного пространства отражают видение авторов на данную проблематику, сформировавшееся в ходе изучения мирового опыта и анализа опросов пользователей.

Ключевые слова: велосипед, велоинфраструктура, велопарковка, техническое средство индивидуальной мобильности, немоторизованный транспорт

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR EXPERT ASSESSMENT OF THE QUALITY OF BICYCLE PARKING SPACE IN URBAN AREAS

Savina V.S., Shelmakov S.V.

*Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI),
Moscow, e-mail: savina16091997@gmail.com*

The development of non-motorized mobility, and in particular bicycle transport, implies the creation of conditions for the universally accessible, safe and convenient storage of individual mobility equipment (IME) and bicycle transport vehicles (BTV). The current design of bicycle parking and storage facilities for IME, as well as the principles of their placement on the urban territory, are very diverse. Not all of them provide the overall quality of bicycle parking space, which leads to inefficient use of funds allocated for the development of non-motorized mobility. Bicycle parking at train stations and metro, tram, light rail and bus stops encourage cyclists to make combined longer trips. Each type of stop needs a suitable mix of parking and storage to cater for various cyclists' needs. This must be nearby and convenient for smooth interchange. Major train stations have huge cycling potential, and can be equipped as bicycle stations, including a range of additional bicycle services. The methodology proposed in this article allows us to evaluate the most significant aspects that determine the degree of use of bicycle parking and storage facilities of IME by potential users. Expert assessments of various criteria for the quality of bicycle parking space reflect the author's vision on this issue, which was formed during the study of the world experience and the analysis of user surveys.

Keywords: bicycle, cycling infrastructure, bicycle parking, individual mobility equipment, non-motorised transport

Меры по увеличению использования велосипеда как средства повседневного передвижения благоприятно воздействуют на экологическую, транспортную, здравоохранительную, социальную и экономическую обстановку в городе и стране. В настоящее время политика развития велотранспорта рассматривается во многих странах как необходимая составная часть транспортной, экономической, экологической политики, территориально-планировочной, политики в области здравоохранения и туризма [1, 2].

Создание качественной велосипедной инфраструктуры подразумевает создание условий для повсеместно доступного, безопасного и удобного хранения техниче-

ских средств индивидуальной мобильности (ТСИМ) и велотранспортных средств (ВТС) [3]. Существующие в настоящее время конструкции велопарковок и хранилищ ТСИМ, а также принципы их размещения на городской территории весьма разнообразны. Не все из них обеспечивают совокупное качество велопарковочного пространства, что приводит к неэффективному использованию средств, выделяемых на развитие немоторизованной мобильности. Велопарковочное пространство должно рассматриваться как единый распределённый по всей городской территории комплекс услуг, а оценка его качества должна базироваться, прежде всего, на анализе требований пользователей [4-6].



Структура критериев для оценки качества велопарковочного пространства городской территории

Критерии для оценки качества велопарковочного пространства. Основными критериями предлагается считать (рисунок):

- 1) доступность;
- 2) безопасность;
- 3) удобство.

Территориально-количественная доступность – обеспеченность всех объектов транспортного притяжения на рассматриваемой городской территории велопарковками и хранилищами ТСИМ в достаточном количестве.

Транспортная доступность – возможность безопасного, быстрого и удобного перемещения на велосипедах, ВТС и ТСИМ по рассматриваемой городской территории в целом.

Инклюзивная доступность – доступность велопарковок и хранилищ ТСИМ для всех категорий пользователей.

Безопасность размещения – оценка влияния размещения велопарковок и/или хранилищ ТСИМ на безопасность пользователей и сохранность транспортных средств (ТС).

Безопасность конструкции – оценка влияния конструкции велопарковок и/или хранилищ ТСИМ на безопасность пользователей и сохранность ТС.

Безопасность фиксации – оценка влияния способа фиксации ТС на велопарковке и/или хранилище ТСИМ на безопасность пользователей и сохранность ТС.

Безопасность охраны – оценка влияния способа организации охраны велопарковок и/или хранилищ ТСИМ на безопасность пользователей и сохранность ТС.

Бесконфликтность – оценка влияния размещения велопарковок и/или хранилищ ТСИМ на возможность конфликта с другими участниками дорожного движения.

Удалённость от обслуживаемого объекта – оценка влияния размещения велопарковок и/или хранилищ ТСИМ на время доступа пользователей к обслуживаемому объекту.

Дополнительные сервисы – оценка влияния дополнительных сервисов на удобство пользования велопарковкой и/или хранилищем ТСИМ краткосрочного, среднесрочного или долгосрочного хранения.

Комфорт – оценка влияния состояния окружающей среды на удобство пользования велопарковкой и/или хранилищем ТСИМ краткосрочного, среднесрочного или долгосрочного хранения.

Освещение – оценка влияния освещённости на удобство пользования велопарковкой и/или хранилищем ТСИМ.

Оценка территориально-количественной доступности. Балльная оценка данного критерия рассчитывается как средневзвешенное значение долей объектов транспортного притяжения, обеспеченных велопарковками и хранилищами ТСИМ в достаточном количестве (определяется по результатам обследования территории), и относительной весомости этих объектов (задаётся экспертно). Под «достаточным количеством» в случае проектной документации понимается нормативное количество (в случае наличия нормативов) или рекомендуемое количество (в случае отсутствия нормативов, но наличия рекомендаций),

а в случае исследования фактического состояния существующего велопарковочного пространства – результаты обследования (в этом случае велопарковки, не имеющие свободных мест следует признавать переполненными). Предельные 100 баллов может набрать территория, где все объекты транспортного притяжения обеспечены велопарковками и хранилищами ТСИМ в достаточном количестве. Пример расчёта для гипотетической территории показан в виде табл. 1.

Оценка транспортной доступности. Балльная оценка данного критерия рассчитывается как средневзвешенное значение долей веломаршрутов каждой категории качества на рассматриваемой территории (определяется по результатам обследования территории) и экспертной оценки значимости каждой категории веломаршрутов. Категория веломаршрутов определяется согласно значению уровня сервиса велосипедистов CLoS, оцениваемому согласно [7].

Предельные 100 баллов может набрать территория, где все веломаршруты имеют оценку уровня сервиса велосипедистов CLoS выше восьмидесяти баллов, т.е. вся территория пригодна для перемещения велосипедистов и пользователей ТСИМ всех возрастов и квалификации. Пример расчёта для гипотетической территории показан в виде табл. 2.

Оценка инклюзивной доступности. Балльная оценка данного критерия рассчитывается как средневзвешенное значение долей велопарковок, имеющих соответствующие специализированные места (определяется по результатам обследования территории), и относительной весомости признаков инклюзивности (задаётся экспертно). Предельные 100 баллов может набрать территория, где все велопарковки спроектированы с учётом принципов инклюзивного дизайна. Пример расчёта для гипотетической территории показан в виде табл. 3.

Таблица 1

Оценка территориально-количественной доступности

№	Наименование объектов транспортного притяжения	Относительная весомость	Доля объектов, обеспеченная велопарковками в достаточном количестве, %	Баллы
1	У жилья	20	5	1,00
2	У мест работы/бизнеса	15	5	0,75
3	У объектов транспорта	20	20	4,00
4	У мест учёбы	10	5	0,50
5	У мест торговли	15	20	3,00
6	У мест питания	15	10	1,50
7	У мест рекреации/ достопримечательностей	5	10	0,50
	Итого	100		11,25

Таблица 2

Оценка транспортной доступности

№	Категория веломаршрутов по уровню сервиса CLoS	Оценка	Доля веломаршрутов каждой категории на рассматриваемой территории, %	Баллы
1	CloS ≤ 30 – полностью не пригодные для движения велосипедистов	5	50	2,50
2	30 < CloS ≤ 50 – пригодные только для очень опытных велосипедистов	20	45	9,00
3	50 < CloS ≤ 80 – пригодные для большинства «среднестатистических» велосипедистов	80	3	2,40
4	80 < CloS ≤ 100 – пригодные для велосипедистов всех возрастов и квалификации	100	2	2,00
	Итого		100	15,90

Таблица 3

Оценка инклюзивной доступности

№	Наименование признаков инклюзивности	Относительная весомость	Доля парковок, имеющих соответствующие специализированные места, %	Баллы
1	Наличие специализированных мест для обычных велосипедов	50	85	42,50
2	Наличие специализированных мест для ТСИМ	15	15	2,25
3	Наличие специализированных мест для грузовых ВТС	12,5	2	0,25
4	Наличие специализированных мест для велосмобилей	10	1	0,10
5	Наличие специализированных мест для инвалидов ТС	12,5	1	0,13
	Итого	100		45,23

Таблица 4

Оценка безопасности размещения

№	Признаки размещения велопарковки	Оценка	Доля велопарковок каждой категории на рассматриваемой территории, %	Баллы
1	Общественное пространство – плохо просматриваемое место	10	30	3,00
2	Частная охраняемая территория – плохо просматриваемое место	60	5	3,00
3	Общественное пространство – хорошо просматриваемое место	80	60	48,00
4	Частная охраняемая территория – хорошо просматриваемое место	100	5	5,00
	Итого		100	59,00

Оценка безопасности размещения. Балльная оценка данного критерия рассчитывается как средневзвешенное значение долей велопарковок каждой категории на рассматриваемой территории (определяется по результатам обследования территории), и экспертной оценки значимости каждого признака размещения велопарковки. Предельные 100 баллов может набрать территория, где все велопарковки и хранилища ТСИМ расположены на частных охраняемых территориях в хорошо просматриваемых местах. Пример расчёта для гипотетической территории показан в виде табл. 4.

Оценка безопасности конструкции. Балльная оценка данного критерия рассчитывается как средневзвешенное значение долей велопарковок каждой категории на рассматриваемой территории (определяется по результатам обследования территории), и экспертной оценки значимости каждого признака конструкции велопарковки. Предельные 100 баллов может набрать территория, где все велопарковки и хранилища ТСИМ относятся к категории автоматических роботизированных. Пример расчёта

для гипотетической территории показан в виде табл. 5.

Оценка безопасности фиксации. Балльная оценка данного критерия рассчитывается как средневзвешенное значение долей велопарковок каждой категории на рассматриваемой территории (определяется по результатам обследования территории), и экспертной оценки значимости каждого признака фиксации ТС на велопарковке. Предельные 100 баллов может набрать территория, где все велопарковки и хранилища ТСИМ относятся к категории конструкций с защитной оболочкой. Пример расчёта для гипотетической территории показан в виде табл. 6.

Оценка безопасности охраны. Балльная оценка данного критерия рассчитывается как средневзвешенное значение долей велопарковок каждой категории на рассматриваемой территории (определяется по результатам обследования территории), и экспертной оценки значимости каждого признака организации охраны ТС на велопарковке. Предельные 100 баллов может набрать территория, где все велопарковки и хранилища ТСИМ относятся к катего-

рии конструкций с автоматизированными устройствами для постановки на хранение в защищаемое помещение. Пример расчёта для гипотетической территории показан в виде табл. 7.

Оценка бесконфликтности размещения велопарковок. Балльная оценка данного критерия рассчитывается как средневзвешенное значение долей велопарковок каждой категории на рассматриваемой территории (определяется по результатам обследования

территории), и экспертной оценки значимости каждого признака бесконфликтности размещения велопарковок. Оценка уровня сервиса пешеходов РСЛ производится согласно [7]. Предельные 100 баллов может набрать территория, где все велопарковки и хранилища ТСИМ не ухудшают условия передвижения пешеходов, и подъезд к ним осуществляется отдельно от пешеходного потока. Пример расчёта для гипотетической территории показан в виде табл. 8.

Таблица 5

Оценка безопасности конструкции

№	Признаки конструкции велопарковки	Оценка	Доля велопарковок каждой категории на рассматриваемой территории, %	Баллы
1	Стойка-опора с одним местом фиксации ТС	30	44	13,20
2	Стойка-опора с двумя местами фиксации ТС	50	50	25,00
3	Запирающийся контейнер	90	1	0,90
4	Специально оборудованное помещение или сооружение	95	5	4,75
5	Автоматическая роботизированная парковка	100	0	0,00
	Итого		100	43,85

Таблица 6

Оценка безопасности фиксации ТС на велопарковках

№	Признаки фиксации ТС на велопарковке	Оценка	Доля велопарковок каждой категории на рассматриваемой территории, %	Баллы
1	С кронштейном для опциональной фиксации с помощью приспособлений пользователей	30	84	25,20
2	Со встроенными механизмами механической фиксации	40	15	6,00
3	С защитной оболочкой	100	1	1,00
	Итого		100	37,85

Таблица 7

Оценка безопасности охраны велопарковок

№	Признаки систем охраны велопарковок	Оценка	Доля велопарковок каждой категории на рассматриваемой территории, %	Баллы
1	Не охраняемые	0	75	0,00
2	С автоматическими устройствами слежения	70	10	7,00
3	С оператором-охранником	95	10	9,50
4	С организацией аутентификационного режима доступа в защищаемое помещение	90	5	4,50
5	С автоматизированными устройствами для постановки на хранение в защищаемое помещение	100	0	0,00
	Итого		100	21,00

Оценка удалённости велопарковок от обслуживаемого объекта. Балльная оценка данного критерия рассчитывается как средневзвешенное значение долей велопарковок каждой категории на рассматриваемой территории (определяется по результатам обследования территории), и экспертной оценки значимости каждого признака удалённости. Предельные 100 баллов может набрать территория, где все велопарковки и хранилища ТСИМ кратковременного хранения удалены менее, чем на 25 м от входа в обслуживаемый объект транспортного притяжения, все велопарковки и хранилища ТСИМ среднесрочного хранения удалены менее, чем на 50 м от входа в обслуживаемый объект транспортного притяжения, а все велопарковки и хранилища ТСИМ долгосрочного хранения удалены менее, чем на 150 м от входа в обслуживаемый объект транспортного притяжения. Пример расчёта для гипотетической территории показан в виде табл. 9.

Оценка удобства дополнительных сервисов. Балльная оценка данного критерия

рассчитывается как средневзвешенное значение долей велопарковок, имеющих соответствующие дополнительные сервисы (определяется по результатам обследования территории), и относительной весомости признаков наличия этих сервисов (задаётся экспертно). Предельные 100 баллов может набрать территория, где все велопарковки спроектированы с учётом возможности предоставления дополнительных сервисов. Пример расчёта для гипотетической территории показан в виде табл. 10...12.

Оценка комфортности велопарковок. Балльная оценка данного критерия рассчитывается как средневзвешенное значение долей велопарковок каждой категории на рассматриваемой территории (определяется по результатам обследования территории), и экспертной оценки значимости каждого признака комфортности. Предельные 100 баллов может набрать территория, где все велопарковки и хранилища ТСИМ выполнены с защитой от осадков, ветра и температуры. Пример расчёта для гипотетической территории показан в виде табл. 13...15.

Таблица 8

Оценка бесконфликтности размещения велопарковок

№	Признаки бесконфликтности	Оценка	Доля велопарковок каждой категории на рассматриваемой территории, %	Баллы
1	Велопарковка ухудшает условия передвижения пешеходов до уровня PCL менее «В»	10	35	3,50
2	Велопарковка НЕ ухудшает условия передвижения пешеходов, однако подъезд к ней осуществляется в смешанном с пешеходами потоке	60	55	33,00
3	Велопарковка НЕ ухудшает условия передвижения пешеходов И подъезд к ней осуществляется РАЗДЕЛЬНО от пешеходного потока	100	10	10,00
Итого			100	46,50

Таблица 9

Оценка удалённости велопарковок от обслуживаемого объекта

№	Признаки удалённости	Оценка	Доля велопарковок каждой категории на рассматриваемой территории, %	Баллы
1	Велопарковка кратковременного хранения удалена БОЛЕЕ чем на 25 м от входа в объект	10	10	1,00
2	Велопарковка кратковременного хранения удалена МЕНЕЕ чем на 25 м от входа в объект	100	50	50,00
3	Велопарковка среднесрочного хранения удалена БОЛЕЕ чем на 50 м от входа в объект	30	10	3,00
4	Велопарковка среднесрочного хранения удалена МЕНЕЕ чем на 50 м от входа в объект	100	10	10,00
5	Велопарковка долгосрочного хранения удалена БОЛЕЕ чем на 150 м от входа в объект	50	10	5,00
6	Велопарковка долгосрочного хранения удалена МЕНЕЕ чем на 150 м от входа в объект	100	10	10,00
Итого			100	79,00

Таблица 10

Оценка удобства за счёт предоставления дополнительных сервисов
на велопарковках краткосрочного хранения

№	Признаки наличия дополнительных сервисов	Оценка	Доля велопарковок каждой категории на рассматриваемой территории, %	Баллы
1	С услугой парковки	70	100	70,00
2	С комплектом инструментов для самостоятельного обслуживания	15	20	3,00
3	С пунктом технического обслуживания и ремонта	0	10	0,00
4	С мойкой	0	3	0,00
5	С камерой хранения	15	5	0,75
6	С душевой и раздевалкой	0	5	0,00
7	С магазином	0	1	0,00
8	С прокатом	0	2	0,00
9	С юридическими услугами	0	0	0,00
	Итого	100		73,75

Таблица 11

Оценка удобства за счёт предоставления дополнительных сервисов
на велопарковках среднесрочного хранения

№	Признаки наличия дополнительных сервисов	Оценка	Доля велопарковок каждой категории на рассматриваемой территории, %	Баллы
1	С услугой парковки	50	100	50,00
2	С комплектом инструментов для самостоятельного обслуживания	10	20	2,00
3	С пунктом технического обслуживания и ремонта	10	10	1,00
4	С мойкой	10	3	0,30
5	С камерой хранения	10	5	0,50
6	С душевой и раздевалкой	5	5	0,25
7	С магазином	3	1	0,03
8	С прокатом	1	2	0,02
9	С юридическими услугами	1	0	0,00
	Итого	100		54,10

Таблица 12

Оценка удобства за счёт предоставления дополнительных сервисов
на велопарковках долгосрочного хранения

№	Признаки наличия дополнительных сервисов	Оценка	Доля велопарковок каждой категории на рассматриваемой территории, %	Баллы
1	С услугой парковки	80	100	80,00
2	С комплектом инструментов для самостоятельного обслуживания	5	20	1,00
3	С пунктом технического обслуживания и ремонта	5	10	0,50
4	С мойкой	5	3	0,15
5	С камерой хранения	5	5	0,25
6	С душевой и раздевалкой	0	5	0,00
7	С магазином	0	1	0,00
8	С прокатом	0	2	0,00
9	С юридическими услугами	0	0	0,00
	Итого	100		81,90

Таблица 13

Оценка комфорта велопарковок краткосрочного хранения

№	Признаки комфорта	Оценка	Доля велопарковок каждой категории на рассматриваемой территории, %	Баллы
1	Велопарковка без защиты от атмосферных условий	70	80	56,00
2	Велопарковка с защитой от осадков	90	10	9,00
3	Велопарковка с защитой от осадков и ветра	95	5	4,75
4	Велопарковка с защитой от осадков, ветра и температуры	100	5	5,00
Итого			100	74,75

Таблица 14

Оценка комфорта велопарковок среднесрочного хранения

№	Признаки комфорта	Оценка	Доля велопарковок каждой категории на рассматриваемой территории, %	Баллы
1	Велопарковка без защиты от атмосферных условий	30	50	15,00
2	Велопарковка с защитой от осадков	50	30	15,00
3	Велопарковка с защитой от осадков и ветра	80	10	8,00
4	Велопарковка с защитой от осадков, ветра и температуры	100	10	10,00
Итого			100	48,00

Таблица 15

Оценка комфорта велопарковок долгосрочного хранения

№	Признаки комфорта	Оценка	Доля велопарковок каждой категории на рассматриваемой территории, %	Баллы
1	Велопарковка без защиты от атмосферных условий	0	0	0,00
2	Велопарковка с защитой от осадков	5	0	0,00
3	Велопарковка с защитой от осадков и ветра	60	50	30,00
4	Велопарковка с защитой от осадков, ветра и температуры	100	50	50,00
Итого			100	80,00

Таблица 16

Оценка освещённости велопарковок

№	Признаки освещённости	Оценка	Доля велопарковок каждой категории на рассматриваемой территории, %	Баллы
1	Велопарковка без нормативной освещённости	50	10	5,00
2	Велопарковка с нормативной освещённостью	100	90	90,00
Итого			100	95,00

Оценка освещённости велопарковок. Балльная оценка данного критерия рассчитывается как средневзвешенное значение долей велопарковок каждой категории на рассматриваемой территории (определяется по результатам обследования территории), и экспертной оценки значи-

мости каждого признака освещённости. Предельные 100 баллов может набрать территория, где все велопарковки и хранилища ТСИМ выполнены с нормативным освещением. Пример расчёта для гипотетической территории показан в виде табл. 16.

Таблица 17

Оценка доступности
велопарковочного пространства

№	Наименование критериев	Относительная весомость	Баллы
1	Территориально-количественная	40	11,3
2	Транспортная	35	15,9
3	Инклюзивная	25	45,2
	Итого	100	21,4

Таблица 18

Оценка безопасности
велопарковочного пространства

№	Наименование критериев	Относительная весомость	Баллы
1	Размещение	20	59,0
2	Конструкция	45	43,9
3	Фиксация	10	37,9
4	Охрана	25	21,0
	Итого	100	40,6

Таблица 19

Оценка удобства
велопарковочного пространства

№	Наименование критериев	Относительная весомость	Баллы
1	Бесконфликтность	30	46,5
2	Удалённость от обслуживаемого объекта	30	79,0
3	Дополнительные сервисы	20	71,5
4	Комфорт	15	70,5
5	Освещение	5	95,0
	Итого	100	67,3

Таблица 20

Оценка качества
велопарковочного пространства

№	Наименование критериев	Относительная весомость	Баллы
1	Доступность	45	21,4
2	Безопасность	35	40,6
3	Удобство	20	67,3
	Итого	100	37,3

Оценка доступности, безопасности и удобства велопарковочного пространства. Балльная оценка данных составных критериев рассчитывается как средневзвешенное значение балльных оценок всех частных критериев, и экспертной оценки значимости каждого частного критерия. Пример расчёта для гипотетической территории показан в виде табл. 17...19.

Оценка качества велопарковочного пространства. Балльная оценка итогового критерия рассчитывается как средневзвешенное значение балльных оценок всех частных критериев, и экспертной оценки значимости каждого частного критерия. Пример расчёта для гипотетической территории показан в виде табл. 20.

Выводы

Разработана методика, позволяющая проводить комплексную оценку качества велопарковочного пространства городской территории. Методика предназначена для обоснования разработки планов по развитию немоторизованной мобильности, а также для аудита существующих территорий. Дальнейшее развитие данной методики планируется проводить в направлении её практической апробации и установления границ качественной характеристики качества велопарковочного пространства городской территории.

Список литературы

1. Шелмаков С.В., Галышев А.Б. Немоторизованная мобильность: учеб. пособие. М.: МАДИ, 2020. 175 с.
2. Inga Kovaleva. New urban trend: underground cycle parking. Portal «Underground expert». URL: <https://undergroundexpert.info/en/scientific-research-and-technology/analitics/underground-cycle-parking/> (дата обращения: 18.03.2021).
3. Методические рекомендации по разработке и реализации мероприятий по организации дорожного движения. Требования к планированию развития инфраструктуры велосипедного транспорта поселений, городских округов в Российской Федерации/ Минтранс России. М., 2018.
4. Mark Wagenbuur. Finally fully open: Utrecht's huge bicycle parking garage. «BicycleDutch» blog. URL: <https://bicycledutch.wordpress.com/2019/08/20/finally-fully-open-utrechts-huge-bicycle-parking-garage/> (дата обращения: 18.03.2021).
5. RU-PRESTO Infrastructure Fact Sheet on Bicycle parking and Storage Solutions.
6. Kasai Automatic Underground Bicycle Parking. URL: <http://edogawa.canalblog.com/archives/2007/08/31/5993517.html> (дата обращения: 08.01.2021).
7. Оценка эффективности, безопасности и качества велосипедного и пешеходного маршрута: метод. указ. к практ. занятиям по курсу «Экотранспорт» / С.В. Шелмаков, А.Б. Галышев. М.: МАДИ, 2019. 73 с.

АНАЛИЗ И ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ РЕШЕНИЙ В СФЕРЕ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ И МОНИТОРИНГА ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Шерстобитов Я.Е., Воробьев В.В., Лукьянов А.Д.

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону,

e-mail: stalinleninseva99@gmail.ru, sherst155@mail.ru

В последнее время растут темпы автоматизации разных видов производства, в этой связи возникает проблема необходимости контроля промышленного оборудования. В данной статье проводится анализ современных решений в области систем мониторинга и диспетчеризации станков с ЧПУ. Рассматриваются состав и типы данных систем, оцениваются функциональные возможности, в том числе реализация мониторинга станков с числовым программным управлением разных производителей и годов выпуска. Также анализируются системы, которые применяются в настоящее время на современных производствах. Данные системы позволяют удаленно проверять состояние станков, их загруженность, производить оперативный онлайн контроль за работой оборудования и персонала, совершать мониторинг энергозатрат оборудования и контроль соблюдения технологического процесса. Без таких систем невозможно представить современное крупное предприятие, так как мониторинг и диспетчеризация любых видов оборудования необходим, как для контроля за производством продукции, так и для оценки параметров эффективности работы участка в заводском цеху или же создания целостных отчетов. Целью данной статьи является обзор основных принципов и возможностей данных систем, а также анализ существующих систем мониторинга и диспетчеризации и выделение наиболее популярных из них, вдобавок найдем особенности той или иной модели.

Ключевые слова: промышленное оборудование, система мониторинга, система диспетчеризации, информационная система, станки ЧПУ, передача данных

ANALYSIS AND REVIEW OF MODERN SOLUTIONS IN THE SPHERE OF DISPATCHING AND MONITORING OF INDUSTRIAL EQUIPMENT

Sherstobitov Ya.E., Vorobiev V.V., Lukyanov A.D.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: stalinleninseva99@gmail.ru, sherst155@mail.ru

Recently, the pace of automation of various types of production has been growing, in this area there is the problem of the need to control industrial equipment. This article analyzes modern solutions in the field of monitoring and dispatching systems for CNC machines. The composition and types of these systems are considered, the functionality is estimated, including the implementation of monitoring of machines with numerical control of different manufacturers and years of manufacture. The systems that are currently used in modern production facilities are also analyzed. These systems allow you to remotely check the status of machines, their workload, perform online control over the operation of equipment and personnel, monitor equipment energy consumption and control compliance with the technological process. It is impossible to imagine a modern large enterprise without such systems, since monitoring and dispatching of any types of equipment is necessary, both for controlling the production of products, and for assessing the parameters of the efficiency of a site in the factory shop, or creating complete reports. The purpose of this article is to review the basic principles and capabilities of these systems, as well as analyze existing monitoring and dispatching systems and highlight the most popular of them, in addition, we will find the features of a particular model.

Keywords: industrial equipment, monitoring system, dispatching system, information system, CNC machine, data transmission

Система мониторинга производственных процессов является сверхнеобходимым и продуктивным средством, которое позволяет быстро и эффективно оценивать, и исследовать текущую ситуацию и вовремя принимать нужные управленческие решения. Система мониторинга и диспетчеризации представляет из себя целостный комплекс программных и аппаратных средств. Двусторонняя работа этих систем гарантирует контроль управления и состояния производственного оборудования предприятия.

Система мониторинга объединяет все системы автоматического способа управления в одну информационную сферу.

Автоматизированные системы мониторинга, контроля и диспетчеризации позволяют минимизировать затраты по контролю,

а так же устранению неполадок промышленного оборудования или сбоя рабочего процесса, помогая в получении высококачественного продукта.

За счет диспетчеризации разные подсистемы производства могут организовываться и взаимодействовать между собой и другими системами, благодаря этому у специалистов появляется возможность проводить автоматизированный оперативный контроль. Анализируя все это можно сразу понять, что в современных реалиях есть огромная потребность в установке диспетчеризации на производствах.

Главными эффектами от внедрения систем диспетчеризации можно назвать снижения затрат на использование энергоресурсов предприятия и затрат на эксплу-

атацию, а также поднятию производительности труда из-за создания на производстве более благоприятных условий для работы персонала.

Система мониторинга и диспетчеризации это замена огромного количества дорогостоящих и устаревших механических самописцев только одним ПК диспетчера с возможностью оперировать информацией в электронном виде с удобной визуализацией необходимой информации.

С помощью новейших технических средств работа системы становится не только эффективной, но и комфортной. Можно без увеличения числа работников повысить надежность инженерных сетей [1].

Основой в системах автоматизации и диспетчеризации является программное обеспечение. ПО контролирует всем механизмом производственного процесса, а также поддерживает связь с удаленными объектами и при возникновении неисправности незамедлительно принимает меры для ее решения. ПО обеспечивает получение постоянной, точной и правдивой информации об технологических процессах или оборудовании. Система мониторинга и диспетчеризации заранее сообщает о возможных проблемах, что позволяет заблаговременно принять меры для предотвращения аварии, предвидев её. Таким образом, на предприятии не останится производство, чтобы найти и решить неисправность.

Рассматривая эти системы, возникает вопрос: «Что же в них главное?». Специалисты с большим опытом работы с данными системами утверждают, что – это надежность. Объективная и не искаженная разными факторами техническая информация, которую можно контролировать целый день без перерывов.

Обработанные системой диспетчеризации данные, стандартизируются и объединяются в потоки информации разного вида, которые передаются в облачные хранилища для последующей обработки и хранения. Информация, полученная таким способом доступна в любое время, на ее основе формируются отчеты [2].

Устройство систем диспетчеризации

Система диспетчеризации – это набор программных и аппаратных средств для контроля производственных систем и различных процессов. Например, такие как инженерные и энергоснабжения системы, системы снабжения ресурсами. Система мониторинга позволяет всю информацию, попадающую в неё, незамедлительно выводить на мониторы операторов-диспетчеров все нужные данные по их запросам. Таким

монитором может быть, как экран ПК, электронный планшет или простой смартфон. На крупных производственных предприятиях для работы стандартной системы диспетчеризации должен быть один или два шкафа автоматики, а также диспетчерский пункт. Без всего этого оборудования не получится создать правильно функционирующие управление и сбор данных, поступающих с технического оборудования. В диспетчерском пункте должны находиться несколько ПК, на которых установлены нужные программы. Все оборудование, подключенное к системе, объединено с ПК диспетчера через технологическую сеть. Такие моменты как, количество шкафов и число сегментов, подключенных к сети, ограничено только установленным софтом. Сама структура построения систем диспетчеризации проектируется индивидуальным образом относительно характеристик объекта и потока обрабатываемой информации, которые зависят от характеристик объекта и объема обрабатываемой информации

Состав систем мониторинга и диспетчеризации

Система мониторинга и диспетчеризации формируется из нескольких уровней:

- Нижний уровень – это оборудование, которое необходимо для измерения или снятия данных непосредственно с объекта. Например: датчики температуры, тока, влажности и т.д.

- Средний уровень – это модули ввода, модемы, контроллеры, средства передачи данных.

- Высокий уровень – это ПО или программируемые контроллеры. Они позволяют взаимодействовать с пользователем системы.

Система диспетчеризации, в зависимости от характеристик объекта и размера обрабатываемой информации может реализовываться по-разному.

Типы систем диспетчеризации

По характеру управления и контроля можно разделить системы мониторинга и диспетчеризации на локальные и удаленные.

Локальная система диспетчеризации

Локальная система – это совокупность оборудования, которое используется для местного управления, защиты, контроля, мониторинга, сбора и передачи технологических данных оборудования. Эти системы автономны и могут работать по заданному циклу без контакта с системами высокого уровня. Данные передаются с технической системы напрямую на ПК опера-

тора. Мы получаем замкнутая система, если правильно говорить то, центр диспетчеризации, который находится в пределах одного здания.

Система удаленной диспетчеризации

Система удаленной диспетчеризации – это комплекс программных и аппаратных средств, предназначенный для централизованного контроля за техническими системами и процессами. Эта система помогает контролировать состояние разных технических объектов, которые расположены на удалении от главного диспетчерского пункта, в котором ведут онлайн мониторинг, контроль процессов и состояние работы технического оборудования. Происходит передача данных с оборудования от одной или более автоматизированных систем с удаленных объектов на центральную станцию диспетчеризации с помощью разнообразных каналов передачи данных. Части системы подсоединены через радиоканал, Internet, Bluetooth и т.д. Такая форма передачи данных довольно удобна и практична так как, станция диспетчеризации находится в смартфоне, а сам оператор за несколько десятков или сотен километров от производственного предприятия и при этом он может производить контроль. Сегодня удаленные легко применимы и повсеместно используются на таких объектах как: складские комплексы, теплицы, водоканалы, торговые площадки, разнообразные промышленные объекты.

Диспетчер отслеживает работу оборудования и формирует аналитические отчеты. В автоматическом режиме ведется журнал всех происшествий и действий оператора. Ведутся графики изменения всех параметров, за которыми необходимо следить.

Присутствует возможность центральной станции диспетчеризации получать информацию от автоматизированной системы на удалении, что обеспечивается с помощью разнообразных каналов связи [3–5].

Системы мониторинга

В качестве примера считаю необходимым рассмотреть несколько крупных на сегодняшний день систем мониторинга и диспетчеризации, для ознакомления с их функциями, принципиальными возможностями и задачами:

АИС «Диспетчер»

Одной из самых распространенных систем мониторинга и диспетчеризации является АИС «Диспетчер». Эта система представляет из себя комплекс запатентованных аппаратных и программных средств

для непрерывного мониторинга и контроля промышленного оборудования в реальном времени и обработки результатов.

Как заявляет производитель, внедрение системы АИС «Диспетчер» не требует больших капиталовложений, но при этом она дает возможность точно и качественно оценить загрузку и производительность как современного, так и устаревшего оборудования и принять своевременные и правильные решения по оптимизации и обновлению производства. Заказчиками данного программного оборудования в основном являются крупные промышленные предприятия РФ и СНГ.

Система средством объединения полученных данных и расчета первостепенных показателей производительности (KPI) увеличивает эффективность работы оборудования, повышает производительность труда, дает возможность принимать верные управленческие решения и исследовать экономический эффект от их внедрения.

Функционал АИС «Диспетчер»:

- 1) Оперативный онлайн контроль за работой оборудования и персонала.
- 2) Мониторинг энергозатрат оборудования.
- 3) Контроль соблюдения технологического процесса.
- 4) Создание и анализ показателей эффективности (КПЭ) работы предприятия.
- 5) Передача по сети управляющих программ на станки с ЧПУ.
- 6) Планирование и контроль производства продукции в цехах.

СМПО «Foreman»

Система мониторинга промышленного оборудования «Foreman» необходима для мониторинга работы оборудования и повышения эффективности производственных процессов.

Система объединяет, как современные импортные, так и российские станки предыдущих поколений в единое информационное пространство.

Благодаря системе повышается скорость реакции на запросы о поломках и необходимости ремонта или отсутствии режущего инструмента или заготовок. Оператор станка получает возможность узнавать задание и сроки его выполнения непосредственно на мониторе у станка. Данная система позволяет производству стать эффективным и современным, а также позволяет контролировать состояние оборудования и деятельность персонала.

Комплекс мониторинга позволяет станкам с ЧПУ принимать переданные программы по локальной сети.

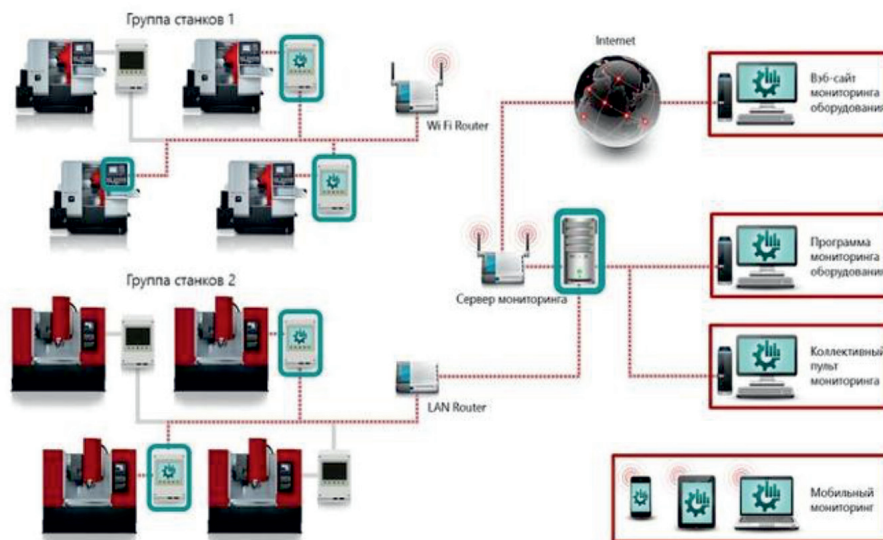


Рис. 1. Архитектура АИС «Диспетчер»

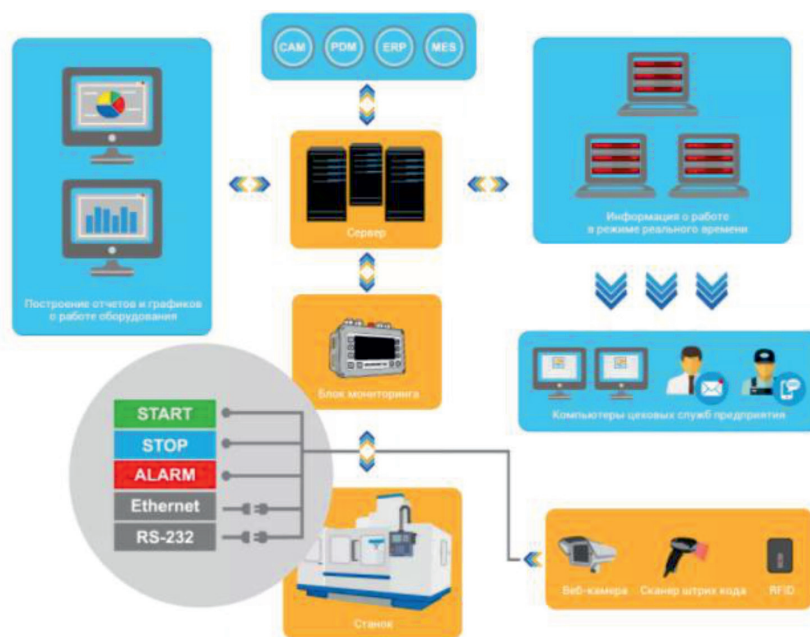


Рис. 2. Архитектура СМПО «Foreman»

Также система может контролировать питающего напряжения: удержание среднего значения, контроль всплесков, провалов, обрывов, контроль потребляемых фазных токов. Позволяет рассчитать затраты электроэнергии на изготовление продукции.

Используя систему, мы получаем возможность формировать сменно-суточное задание собственными средствами, либо импортировать его из системы верхнего уровня. Комплекс в процессе производства

может отслеживать прогресс работы и проинформировать в случае ошибки или отклонения от задания. Присутствует возможность принимать данные сразу из системы ЧПУ. Есть возможность передачи различных параметров станка по локальной сети в ПО комплекса. Комплекс имеет возможность отправлять информацию о фактическом состоянии оборудования и получать оптимальный расчет и распределение заданий для каждого оборудования.

Заключение

В ходе работы, мы произвели комплексный анализ систем мониторинга и диспетчеризации, изучили основные параметры, задачи и возможности таких систем. Анализу были подвержены две крупные компании по производству систем на рынке России и СНГ. Итогом данной деятельности стало формирование концептуального подхода к разработке похожей независимой и автономной системы для написания выпускных квалификационных работ по данной тематике. На основе полученных знаний были определены основные направления нашей работы, сформированы принципиальные задачи для создания типовой системы, учтены минусы и недостатки существующих платформ.

Исследования выполнялись под общим руководством заведующего кафедрой «Ав-

томатизация производственных процессов и производств» Донского Государственного Технического Университета, кандидата технических наук, доцента А.Д. Лукьянова.

Список литературы

1. Советов Б.Я. Информационные технологии: учебное пособие / Б.Я. Советов, В.В. Цехановский М.: Юрайт, 2012. 272 с.
2. Советов Б.Я. Архитектура информационных систем: учебное пособие / А.И. Водяхо, В.А. Дубенецкий, Б.Я. Советов, В.В. Цехановский М.: Академия, 2012. 288 с.
3. Костюков А.В., Костюков В.Н. Повышение операционной эффективности предприятий на основе мониторинга в реальном времени. М.: Машиностроение, 2009. 192 с.
4. Носов В.В. Диагностика машин и оборудования: учебное пособие / В.В. Носов. СПб.: Лань, 2016. 376 с.
5. Белкин, А.П. Диагностика теплоэнергетического оборудования: учебное пособие / А.П. Белкин, О.А. Степанов. СПб.: Лань, 2018. 240 с.

СИСТЕМНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКИХ НЕУСТОЙЧИВЫХ СОСТОЯНИЙ В ИНДУСТРИИ ГОСТЕПРИИМСТВА

Гречко М.В., Власова В.С.

ФГАОУ ВО Южный Федеральный Университет, Ростов-на-Дону,
e-mail: mvgrechko@inbox.ru, aav1303@mail.ru

Актуальным вопросом современной экономической науки является исследование критических неустойчивых состояний в макро- и мезо-системах, в том числе в индустрии гостеприимства, представленную с использованием познавательного потенциала системного анализа. В качестве научной цели обозначена проблема системного анализа при проведении реконструкции критических неустойчивых состояний в индустрии гостеприимства с последующим определением их онтологического статуса. При этом, отметим, что индустрия гостеприимства рассматривается как открытая система с присущими ей имманентными процессами и вероятностными векторами эволюционного развития. Исследование базируется на методологии системного подхода, давшего возможность адекватно проанализировать структуру предмета исследования и его онтологический каркас. Применение структурно-логического метода в рамках системного подхода позволяет воссоздать индустрию гостеприимства как целостность, которую возможно визуализировать эксплицитно. Инструментальность конкретно-исторического метода в исследовательском контексте, генезис которого идет от классической гуманитарной мысли, обеспечило возможность выявить и описать критические состояния исследуемого объекта в историческом контексте XX-XXI веков. Результаты. Опираясь на познавательный потенциал системного подхода, структурно-логического метода и конкретно-исторического метода, авторами разработана структурно-логическая схема представления индустрии гостеприимства (рисунки). Дано терминологическое уточнение критических неустойчивых состояний системы по отношению к индустрии гостеприимства. Осуществлена корректная и целесообразная экстраполяция научных понятий синергетики на характеристику критических неустойчивых состояний. В табличной форме (таблица) систематизированы основные критические неустойчивые состояния отечественной индустрии гостеприимства XX-XXI веков. В актуализированном тексте систематизированы основные выводы по проведенному исследованию. Полученные результаты должны стать впоследствии основой для формирования исследовательской теоретической научной базы управления соответствующими слабоструктурированными объектами и системами, находящимися в динамически неравновесных состояниях.

Ключевые слова: система, системный подход, индустрия гостеприимства, критические неустойчивые состояния, структура

SYSTEM REPRESENTATION OF CRITICAL UNSTABLE STATES IN THE HOSPITALITY INDUSTRY

Grechko M.V., Vlasova V.S.

Southern Federal University, Rostov-on-Don, e-mail: mvgrechko@inbox.ru, aav1303@mail.ru

An urgent issue of modern economic science is the study of critical unstable states in macro-systems, including in the hospitality industry, have presented with using the cognitive potential of system analysis. The study is based on the conceptual resource of the systemic approach, which provided an opportunity to sufficiently analyze the structure of the studying subject and its ontological framework. The practice of structural-logical method in the framework of a systemic approach allows us to imagine the hospitality industry as integrity, which can be patently visualized. The instrumental nature of the clearly historical method in the research context, the genesis comes from classical academical point of view, it gave the possibility to identify and describe the critical states of the studying object in the historical context in XX-XXI centuries. Based on the cognitive potential of the systemic approach, the structural-logical method and the clearly historical method, the authors have developed a structural-logical scheme for representing the hospitality industry (Figure). A terminological clarification of the critical unstable states of the system is given in relation to the hospitality industry. In schedule form (Table), the main critical unstable conditions of the domestic hospitality industry are systematized in XX-XXI centuries.

Keywords: system, systems approach, hospitality industry, critical volatility, structure

Актуальность представленной темы обусловлена противоречием между существующей в современной науке потребностью исследования критических состояний слабоструктурированных объектов и хозяйственных систем, возможных способов их адаптации и отсутствием в развитии научной мысли адекватных методологических оснований исследования онтологических противоречий в русле системного анализа.

Как известно, большинству природных, технических и социальных систем имманентно присущи критические неустойчи-

вые состояния (далее КНС), поскольку эти системы являются открытыми. К подобно-го рода системам, относится и отрасль гостеприимства. Для любого экономического агента, находящегося в системе индустрии гостеприимства, представляется важным понимать способы и механизмы своей адаптации в ней. Изучение проблем индустрии гостеприимства, являющейся частью общественной системы, может помочь углубить знание о возможных способах ее адаптации в кризисные периоды. Важно также указать на существующие противоречия в прово-

димых научных исследованиях. С одной стороны, есть работы о проблемных состояниях индустрии гостеприимства. Вместе с тем, в них, как правило, система гостеприимства не рассматривается как целостная совокупность элементов.

Правомерно будет заключить, что разработка системного представления предмета исследования и проведение реконструкции критических неустойчивых состояний в индустрии гостеприимства с последующим определением их онтологического статуса является актуальной научной задачей. Индустрия гостеприимства анализируется как открытая система с присущими ей имманентными процессами и вероятностными векторами эволюционного развития.

Весь этот дискурсивный проект и составляет предмет исследования настоящей работы.

Цель исследования: в качестве научной цели обозначена проблема системного анализа при проведении реконструкции критических неустойчивых состояний в индустрии гостеприимства с последующим определением их онтологического статуса. При этом, отметим, что индустрия гостеприимства рассматривается как открытая система с присущими ей имманентными процессами и вероятностными векторами эволюционного развития

Анализ современного состояния исследований по теме (обзор литературы)

Научный интерес к предмету исследования был удовлетворен, прежде всего, благодаря обращению авторов к методологической модели анализа любой системы. Фундаментальная проработка системного подхода была проведена школой структурного функционализма.

Приоритет целого над частями, несводимость социальной системы к сумме элементов, объяснение элементов с позиций целого – эти принципы стали основополагающими в теории систем. Т. Парсонс [1], продолживший изыскания своих предшественников, показал взаимозависимость подсистем и элементов как фундаментальность свойств системы и увидел во взаимодействии порядок, входы и выходы, равновесие и самоподдерживающуюся целостность как способность системы.

Классики выделили самоорганизующиеся элементы системы, хотя они и не ставили вопрос о механизмах самоорганизации в центр своих исследований [2]. В дальнейшем в работы ученых, занявшихся анализом открытых систем, эти идеи вошли.

Для авторов было важно вычленивать смысловое значение идей мыслителей

о свойствах открытой системы, о принципах изоморфизма и фрактальности, о легитимации бифуркаций и флуктуаций, о рисках, эквивифинальных образованиях.

Работы, где критические неустойчивые состояния в индустрии гостеприимства выступают самостоятельным предметом исследования, позволили использовать эмпирический материал ученых для того, чтобы перейти к методу восхождения от абстрактного к конкретному. Дискурс о перипетиях критических неустойчивых состояний в индустрии гостеприимства развивают такие исследователи как: И. Белоусова [3], М. Оборин [4], Ю. Сушко [5], чьи работы дали возможность наполнить конкретным содержанием разработанную парадигму.

Итогом анализа степени разработанности проблемы является заключение о неполноте и фрагментарном характере имеющихся работ по заявленной проблеме исследования. Кроме того, в массиве научной литературы критические неустойчивые состояния в индустрии гостеприимства, как правило, не рассматриваются как естественный атрибут функционирования индустрии в качестве открытой системы. Сама индустрия гостеприимства не имеет ярко выраженных коннотаций открытой системы в научной литературе.

Структурно-логический подход в исследовании индустрии гостеприимства в парадигме системного анализа

Использование структурно-логического подхода, суть которого заключается в анализе составных частей индустрии гостеприимства и ее функций, позволяет отразить взаимосвязь структурных элементов системы как частей целого, упорядоченных по определенному закону или принципу. Структурно-логический подход обязывает реконструировать свойства исследуемой системы. Предложенный подход актуализируется выявлением ценностно-культурной, психологической составляющих, позволяющих воссоздать целостность системы.

Индустрия гостеприимства в русле системного анализа представлена в виде соответствующей структурно-логической схемы. В первой части схемы индустрия гостеприимства характеризуется как социальная система, главной особенностью которой выступает ее формирование в качестве образования, где структура, ее элементы, взаимодействия и отношения возникают в результате сознательных целенаправленных действий. Такая интенциональность отличает любую социальную систему и организацию от неорганических систем, как, например, технических и др. Системный подход

включает в себя ряд мыслительных итераций: абстрагирование, конкретизация, анализ, синтез, историзм, иерархичность, взаимосвязь с окружающим миром, холизм. Эти принципы, известные в классической парадигме, заложенные гегелевской и марксистской диалектикой, обогащены общей теорией систем, в которой для нас особенно важными выступают установки изоморфизма (подобие) и фрактальности (самоподобие). Адекватным в исследовании данной системы становится воспроизведение ее в единстве таких частей как: туризм, гостиничный и ресторанный бизнес. Эти три части составляют единство, которому присуще свойство эмерджентности, выражающееся в комплексном удовлетворении потребностей человека (физиологических и социокультурных).

Важно понимать, что эмерджентность применительно к подобного рода системам не есть новая онтологическая сущность, возникающая наряду с индустрией гостеприимства, а имманентное свойство этой системы. Холизм, пронизывающий сложную взаимосвязь в системе, с необходимостью диктует взгляд на общество, жизнь, в том числе и на индустрию гостеприимства (часть общественной системы) как единство несовершенного и совершенного, негативного и позитивного. К критическим неустойчивым состояниям можно отнести волатильность на сервисные услуги, территориально-пространственную неравномерность в расположении объектов и т.п. Идея целостности, доведенная до своего логического завершения, оказывает влияние на мировоззрение человека, что имеет существенное значение для формирования картины мира в его сознании. Холизм также включает в себя психологическую и ценностную составляющую, которая существует везде, где находятся люди. К ней следует отнести мотивы субъекта, переживания, архетипические установки, такие культурные универсалии как стиль жизни и жизненные практики. Все эти универсалии присущи как работникам индустрии, так и ее клиентуре.

Системный подход в исследовании обозначенного предмета предполагает выяснение иерархии взаимосвязей, а также иерархии внутренней и внешней подсистем. На этой основе выделена в структурно-логической схеме субординация взаимосвязей в системе и субординация элементов во внутренней и внешней среде.

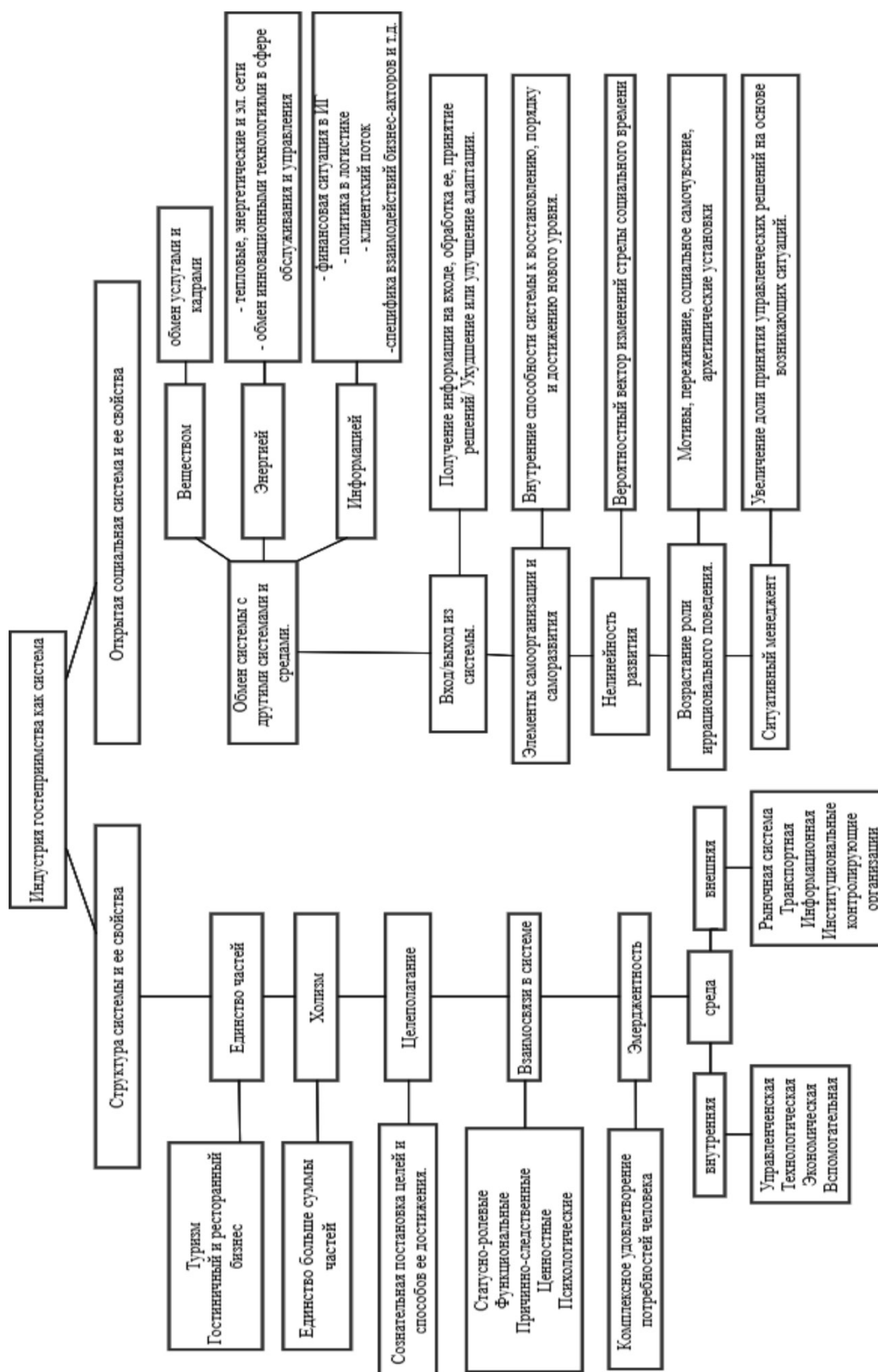
Понятие индустрии гостеприимства рассматривается нами как «идеальный» тип (М.Вебер), в основе которого лежит рациональное поведение хозяйствующего субъекта.

Это, конечно, не значит, что данная система есть только результат целерационального социального действия. Тем не менее, этос индустрии в основном определяется целерациональными мотивами.

Во второй части структурно-логической схемы предметом исследования выступает индустрия гостеприимства как открытая, т.е. постоянно вступающая во взаимодействия с внешним миром, адаптирующаяся к нему с присущей ей сознательной интенциональностью социальная. Можно выделить два ее основных свойства – обменные процессы и нелинейность развития. К обменным процессам относятся обмен с внешним миром веществом, энергией и информацией. Применительно к индустрии гостеприимства этим переменным соответствует обмен услугами (действиями), кадрами; тепловыми, энергетическими и электрическими сетями, обмен технологиями; обмен многоаспектной информацией. Индустрия гостеприимства как социальная система имеет вход и выход, получает информацию и принимает решения. Нелинейность процессов обуславливает получение вероятностных результатов, множественность решений и появление новшеств. Главное событие в вероятностных процессах принадлежит бифуркациям, оценивающимся в научной литературе достаточно амбивалентно. С одной стороны, бифуркации рассматриваются предпосылкой надлома предшествующего вектора развития и разрыва с ним, с другой стороны, бифуркация определяется как механизм появления новшеств.

Открытая система предстает как противоречивый феномен, наполненный парадоксальностью. Модель «порядка через флуктуацию» показывает нам неустойчивость мира, где нелинейные процессы могут порождать упорядоченность, устойчивость, а также приводить к разрушению того же порядка, к новой структуре, рождающейся после бифуркации. Открытые социальные системы по определению являются неравновесными, несбалансированными, неустойчивыми и разнородными (дифференцированными).

Статус открытой системы связан с гетерогенностью, которая расширяется с целью преодоления энтропии. Значительная опасность в развитии индустрии гостеприимства кроется в ее тяге к энтропии, к инертности, к гомеостазису. Именно победа этих свойств маркирует признаки высокой энтропии, и, в конечном итоге, гибель системы. В случае преобладания энтропийной модели индустрия гостеприимства выступает как более примитивная, перестоящая сопротивляться энтропийным процессам.



Структурно-логическая схема представления индустрии гостеприимства в аспекте системного анализа

Основные критические неустойчивые состояния российской индустрии гостеприимства XX-XXI веков

	Флуктуации в индустрии гостеприимства	Пространственно-временные проявления бифуркации	Энтропийные процессы	Варианты выхода из критически неустойчивых состояний
1	Колебания в ценностных ориентациях населения в 1/4 XX века.	Разрушение ценностной парадигмы империи и обесценивание индустрии гостеприимства. Отрицательное социальное самочувствие населения.	Конфликт оценок в правительственных политических группировках. Национализация гостиничных предприятий	1. Встраивание индустрии в командно-административную систему. 2. Восстановлена основа сохранившейся «памяти» о структуре системы с использованием принципов изоморфизма (Л. Берталяни) и фрактальности систем (И. Валлерстайн), а также ситуативного менеджмента
2	Волатильность инвестиций в строительство объектов в 2/4 XX века.	Сокращение строительства и ремонтных работ в индустрии гостеприимства из-за нехватки ресурсов.	Неупорядоченность в нормативно-правовых документах	1. Вложение инвестиций в тяжелую промышленность за счет доходов от объектов индустрии. 2. Утверждение типового устава гостиничного треста местного совета (1934)
3	Использование объектов не по прямому назначению в период ВОВ: размещение в них военнослужащих/командных пунктов/боеприпасов и т.д.	Возможность возрождения системы находится под вопросом	Уничтожение гостиничных и туристских услуг в результате ВОВ	Масштабное строительство новых объектов и целевых предприятий ИГ (санатории и пансионаты)
4.	Регресс как следствие смещения социально-политической и экономической модели развития (от СССР к РФ)	Отсутствие организованности в действии основных систем и подсистем	Утрата связей в организации и сокращение массового спроса на услуги	Восстановление системы как элемента рыночной экономики. Использование эвристического потенциала сохранившейся элиты, самотворчество, приведение в соответствие структуры спроса и предложения, подготовка квалифицированных кадров в области гостиничного менеджмента, использование таргета.
5	Неравномерное территориально-пространственное распределение объектов индустрии гостеприимства (Олимпиада 1980, 2014, Универсиада, Паралимпийские игры, ЧМ2018)	1. Несовпадение предложения и спроса (объем номерного фонда) 2. Нехватка номерного фонда в провинциальных городах	Наращение неупорядоченности в наличии объектов индустрии.	Развитие индустрии в нестоличных городах, регионах, неиспользованных ландшафтных зонах.
6	Конфликт между целями государственного и частного бизнеса в индустрии гостеприимства в конце XX века.	Колебания в прибыли предприятий	Стагнация в развитии индустриального комплекса.	Изменение кредитной политики. Введение долгосрочных доступных кредитных инструментов.
7	Волатильность в убытках и нарастание напряжения между предпринимателями ИГ	Сокращение гостиничного фонда и туристских услуг в результате экономического кризиса 1998-2008, 2014.	Возрастание конкуренции и кризис спроса на услуги	Поддержка и регулирование строительства объектов индустрии, благоприятная кредитно-налоговая политика.
8	Пандемия коронавирусной инфекции и экономический спад развития индустрии гостеприимства в 2020 г.	Уменьшение темпов роста экономики Доминирование стагнации сектора индустрии гостеприимства Падение потребительского спроса	Закрывание значительной части предприятий индустрии гостеприимства, сокращение штата и заработной платы	Использование онлайн-сервисов. Привлечение групповых клиентов в периоды низкой загрузки отеля. Снижение расходов при сохранении качества предоставляемых услуг.

Индустрия гостеприимства, являясь не самой большой по количеству людей и существующих подсистем социальной системой, содержит в себе элементы самоорганизации, к которым можно отнести: мотивы, архетипические установки, социальное самочувствие, компенсирующие упущения в процессах сознательного управления, неправильные решения административного аппарата. Эти элементы самоорганизации накладываются на сознательные управленческие процессы [6].

Таким образом, индустрия гостеприимства имеет все особенности открытой системы, которая может находиться в некоторые моменты как в устойчивом состоянии с характерным для него доминированием детерминизма, так и в неустойчивом с наличием макро- и микроскопических флуктуаций, бифуркаций, энтропии (рисунок).

Выявление и системное представление критических неустойчивых состояний в индустрии гостеприимства

Для устранения терминологической неопределенности, неизбежно возникающей при системном представлении междисциплинарных категорий, определим понятие критического неустойчивого состояния. В настоящем тексте под критическим неустойчивым состоянием будем понимать переходные структурно-институциональные формы, отличительными признаками которых являются микро- и макро-флуктуации, нарушения равновесия, возникновение энтропии и нарастание рассеивания энергии (диссипативности) [7].

Для индустрии гостеприимства критическое неустойчивое состояние волатильности означает возникновение условий для изменения линии развития и образование возможностей для осуществления новой реальности и нового вектора развития. Критические неустойчивые состояния объектов, как правило, являются самостоятельным предметом исследования в физике, химии, биологических системах, термодинамических процессах и т.п. В гуманитарной же мысли для анализа критических неустойчивых состояний разработан понятийный аппарат, который включает в себя следующие понятия: кризис, переход, случайность, анархия, бесконтрольность, беспорядок, попустительство. Несмотря на успехи в развитии нелинейной парадигмы мышления, критические состояния чаще всего оцениваются как нежелательные и ошибочные. Теория социальной энтропии отрицает конструктивную роль хаоса в роли проводника внешних воздействий, что обеспечивает системе открытость [8].

Поэтому в данном контексте, с нашей точки зрения, следует показать содержание и роль критических неустойчивых состояний в индустрии гостеприимства. Анализ этих обозначенных процессов необходимо проводить в соответствии с принципом историзма, который требует помещения определенного КНС в конкретно-исторический промежуток времени. Иными словами, логика представленного исследования обусловлена стремлением определить статус каждого критического феномена в определенный период отечественной истории XX-XXI века.

На основе флуктуаций показаны пространственно-временные бифуркации, отражены энтропийные процессы, представлен авторский взгляд относительно основных способов снижения негативного воздействия критически неустойчивых состояний на индустрию гостеприимства (таблица).

Заключение

Таким образом, проведенное исследование позволило получить следующие эмпирические выводы, суть которых отражают следующие положения.

Во-первых, авторами разработана структурно-логическая схема (рисунок) представления индустрии гостеприимства, состоящей из двух частей. Обе части структурно-логической схемы взаимосвязаны системным анализом, требующим исследования структуры, взаимодействий элементов, возникающих в результате сознательных действий субъектов системы. Индустрия гостеприимства воссоздана как открытая система с ее фундаментальными свойствами, а также с включением в структуру открытой системы таких составляющих, как ценностная и психологическая, что соответствует современному постнеклассическому видению.

Во-вторых, дано терминологическое уточнение критических неустойчивых состояний системы по отношению к индустрии гостеприимства. В табличной форме (таблица) систематизированы основные критические неустойчивые состояния российской индустрии гостеприимства XX-XXI веков. Кроме того, предложены основные направления выхода из обозначенных состояний.

В-третьих, в процессе длительных дискуссий о статусе флуктуаций и бифуркаций в социальных изменениях показано, что современное общество не может позволить себе абсолютно бесконтрольное нарастание энтропии и подчинение сознательных волевых действий всевластию беспорядка и неопределенности.

Список литературы

1. Parsons T. The social system // The Principles of Sociology. 2000. Vol. 17 (1). P. 85-125.
2. Бевзенко Л.Д. Социальная самоорганизация. Синергетическая парадигма: возможности социальных интерпретаций. Казань: Институт социологии НАН Украины, 2014. 437 с.
3. Белоусова И.С. Гостиничная индустрия как комплексная составляющая индустрии туризма и гостеприимства // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). С. 1183-1185.
4. Оборин М.С. Тенденции и особенности развития гостиничного бизнеса в регионах РФ // Туризм и гостеприимство. 2018. № 1. С. 3-17.
5. Сушко Ю.Е. Проблемы развития туристической отрасли // Молодой ученый. Октябрь 2017. № 21 (155). С. 255-258.
6. Гречко М.В., Курочкин В.Н. Самоорганизация социально-экономических систем: концептуальные основы, аксиоматика // Национальные интересы: приоритеты и безопасность // Научно-практический и теоретический журнал. 2015. Т. 11. Вып. 32. С. 36-45.
7. Ilya Prigogine, Isabelle Stengers. Order out of chaos: Man's new dialogue with nature Heinemann. London. 1984.
8. Дубровский В. К разработке системных принципов: общая теория систем и альтернативный подход // Центр гуманитарных технологий. 2017. № 5. С. 109-122.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБОРОТНЫМ КАПИТАЛОМ ТРАНСПОРТНОГО ХОЛДИНГА

Романова Е.В., Галтер В.В.

*Сибирский государственный университет путей сообщения, Новосибирск,
e-mail: elena_romanova_1979@list.ru*

Научная статья посвящена исследовательскому анализу актуальных проблем системы управления оборотным капиталом транспортного холдинга ОАО «РЖД» и поиску путей их решения. Актуальность исследования обусловлена высокой ролью управления оборотным капиталом при обеспечении экономической безопасности хозяйственной деятельности компании ОАО «РЖД» и низким уровне ее эффективности на текущем этапе. В рамках статьи рассмотрены теоретические аспекты понятия «оборотный капитал». Перечислены наиболее проблематичные риски для эффективности управления оборотным капиталом компании ОАО «РЖД», с которыми та сталкивается в современных условиях российской экономики и сектора железнодорожных перевозок. Описаны основные принципы эффективной процедуры управления оборотными активами предприятия. Проанализирована структура и динамика изменения оборотного капитала компании ОАО «РЖД». Для эффективного процесса управления оборотным капиталом компании ОАО «РЖД» выявлены важнейшие принципы. Установлено, что важнейшей процедурой управления оборотным капиталом предприятия является его оптимизация. Рассмотрена динамика оборотного капитала и его структуры компании ОАО «РЖД» в период 2017-2018 гг. Предложены механизмы и методы, которые способствуют оптимизации и совершенствованию системы управления оборотными активами предприятия через товарно-материальные ценности, дебиторскую задолженность и денежные средства.

Ключевые слова: оборотный капитал, управление оборотным капиталом, оборотные активы, оборотные средства, транспортный холдинг, оао «ржд»

IMPROVEMENT OF THE WORKING CAPITAL MANAGEMENT SYSTEM OF TRANSPORT HOLDING

Romanova E.V., Galter V.V.

Siberian State Transport University, Novosibirsk, e-mail: elena_romanova_1979@list.ru

The scientific article is devoted to the research analysis of topical problems of the working capital management system of the transport holding of Russian Railways and the search for ways to solve them. The relevance of the study is due to the high role of working capital management in ensuring the economic security of the economic activities of the Russian Railways company and the low level of its efficiency at the current stage. The article considers the theoretical aspects of the concept of «working capital». Listed are the most problematic risks for the efficiency of managing the working capital of the Russian Railways company, which it faces in the modern conditions of the Russian economy and the railway transportation sector. The basic principles of an effective procedure for managing the company's current assets are described. The structure and dynamics of changes in the working capital of the Russian Railways company are analyzed. The most important principles have been identified for the effective process of managing the working capital of the Russian Railways company. It is established that the most important procedure for managing the working capital of an enterprise is its optimization. The dynamics of the working capital and its structure of the company «Russian Railways» in the period 2017-2018 is considered. The mechanisms and methods that contribute to the optimization and improvement of the management system of current assets of the enterprise through inventory, accounts receivable and cash are proposed.

Keywords: working capital, working capital management, current assets, working capital, transport holding, Russian Railways JSC

Совершенствование механизма управления оборотными средствами и капиталом предприятия является одним из главных факторов повышения экономической эффективности производства на современном этапе развития экономики. В условиях социально-экономической нестабильности и изменчивости рыночной инфраструктуры важное место в текущей работе менеджера занимает управление оборотными средствами, так как именно здесь кроются основные причины успехов и неудач всех производственно-коммерческих операций фирмы [1].

Актуальность научного исследования обусловлена высокой ролью управления оборотным капиталом при обеспечении экономической безопасности хозяйствен-

ной деятельности компании ОАО «РЖД» и низким уровне ее эффективности на текущем этапе.

По этой причине, целью научной статьи выступает исследовательский анализ актуальных проблем системы управления оборотным капиталом транспортного холдинга ОАО «РЖД» и поиску путей их решения.

Оборотный капитал – это средства, которые вложены в оборотные активы предприятия, циклически возобновляемые для непрерывности процесса деятельности хозяйствующего субъекта.

Движение оборотных средств предприятия проходят четыре основных этапа [2]:

1. Денежные средства используются для приобретения товаров.

2. Запасы материальных оборотных средств превращаются в запасы готовой продукции компании.

3. Запасы готовой продукции реализуются на рынке потребителей и до их оплаты преобразовываются в дебиторскую задолженность.

4. Реализованная продукция оплачена и превращается в денежные средства, которые могут храниться в высоколиквидных активах.

Управленческому аппарату транспортного холдинга ОАО «РЖД» необходимо постоянное решение следующего острого вопроса: определить наилучшую модель и метод для управления оборотным капиталом своей компании с целью максимизации ее финансовых показателей, которые, в свою очередь, влияют на эффективность бизнес-деятельности [3].

В текущих условиях российской экономики и сектора железнодорожных перевозок, существуют наиболее проблематичные риски для эффективности управления оборотным капиталом компании. К ним относятся [4]:

- дефицит денежных средств для ведения бизнеса;
- недостаточность собственных кредитных возможностей;
- недостаток или избыток производственных запасов предприятия;
- высокий износ основных фондов транспортного комплекса предприятия;
- излишний объем неликвидных активов в оборотном капитале;
- высокий уровень кредиторской задолженности, особенно краткосрочной (со сроком до месяца).

Для эффективного процесса управления оборотным капиталом компании ОАО «РЖД» необходимо соблюдение важнейших принципов [5]:

- принцип нормирования (позволяет установить стандарт размера собственного оборотного капитала, размер которого обязан соблюдаться и способствовать производственной активности предприятия);
- принцип использования оборотного капитала строго по целевому назначению (позволяет обезопасить предприятие от взыскания средств с оборотного капитала на различные непринужденные платежи. В случае, если средства будут вытягиваться, а размер оборотного капитала снижаться – это может привести к негативным последствиям в виде задолженности перед поставщиками, рабочим персоналом и так далее);
- принцип сохранности, рационального использования и ускорения оборачиваемости (позволяет сохранить оборотным капиталом от покрытия убытков, которые воз-

никают из-за финансово-производственной деятельности организации).

Однако, также важнейшей процедурой управления оборотным капиталом предприятия является его оптимизация. В первую очередь, прежде, чем мы перейдем к рассмотрению основных методов оптимизации оборотных средств организации, отметим, что данная процедура состоит из нескольких направлений.

Каждый вектор оптимизации оборотного капитала относится к определенной статье оборотных средств, разделяющихся на:

- товарно-материальные запасы;
- дебиторская задолженность;
- денежные средства.

Также, обратимся к данным рисунка, где отображена основная статистическая информация, отражающая степень управления оборотным капиталом транспортного холдинга ОАО «РЖД».

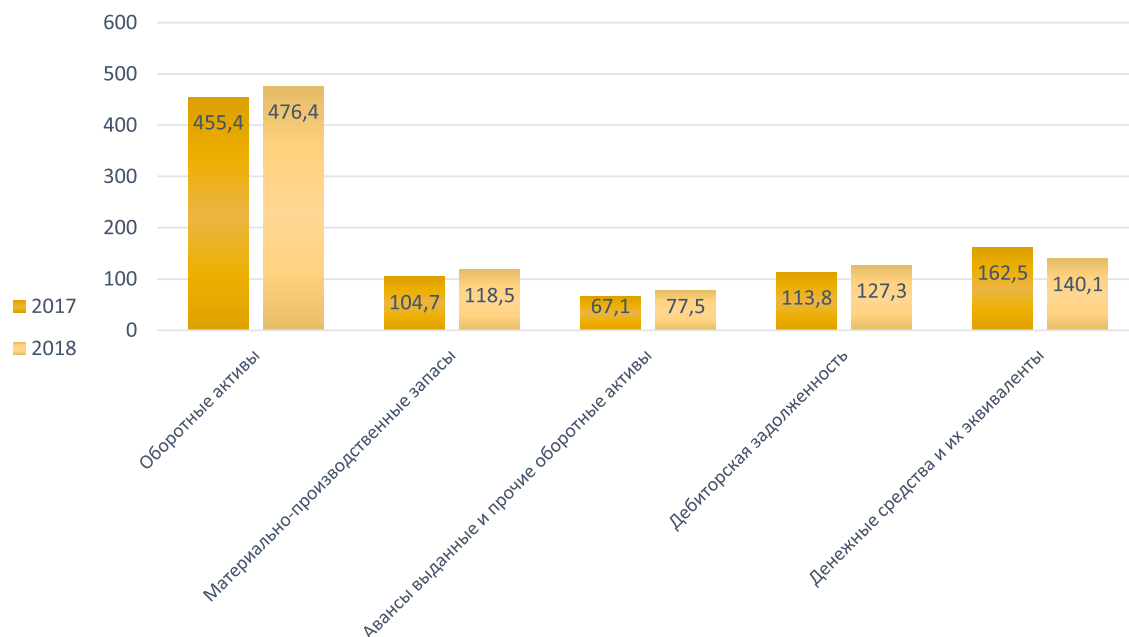
Исходя из рисунка можно заметить, что:

- объем оборотного капитала компании вырос с 455,4 млрд рублей до 476,4 млрд рублей;
- основную долю оборотных активов занимают денежные средства и их эквиваленты, который продемонстрировали свое снижение с 162,5 млрд рублей до 140,1 млрд рублей;
- объем дебиторской задолженности вырос с 113,8 млрд рублей до 127,3 млрд рублей;
- объем материально-производственных запасов вырос с 104,7 млрд рублей до 118,5 млрд рублей.

Таким образом, изменения в структуре оборотного капитала ОАО «РЖД» характеризуются ростом материально-производственных запасов, ростом дебиторской задолженности и одновременным снижением денежных средств. Исследование существующих многочисленных методов в области управления оборотным капиталом позволяет предложить конкретные методы для повышения эффективности управления по каждому из обозначенных векторов.

Так, при оптимизации оборотного капитала через управление товарно-материальными запасами наиболее популярными методами выступают метод прямого счета, аналитический метод и коэффициентный метод.

Метод прямого счета – его особенностью является определение оптимального размера оборотных средств для производственной деятельности предприятия через расчет норматива оборотных активов и нормирования норм запаса по его отдельным элементам. Преимуществами являются точность и достоверность экономически-математических расчетов. Недостатком выступает трудность проведения оптимизации оборотного капитала.



Динамика оборотного капитала и его структуры компании ОАО «РЖД» в период 2017-2018 гг., в млрд. рублей [6]

Аналитический метод – его особенностью является расширенный расчет оборотных средств, в размере их средние фактических остатков и используется в том случае, когда в планируемом периоде не предусматриваются значительные изменения в работе предприятия. Преимуществом выступает возможность поиска излишков товарно-материальных запасов. Недостатком – низкий уровень достоверности оценки и расчетов.

Коэффициентный метод – его особенностью выступает расчет базовой величины оборотных средств в общем по всему предприятию. Преимуществом выступает поиск способа ускорения оборачиваемости оборотных средств. Недостатком – трудоемкость.

При оптимизации оборотного капитала через управление дебиторской задолженностью предприятия наиболее популярными методами выступают метод кластерного анализа, метод факторинга и кредитная политика.

Метод кластерного анализа – его особенностью является подразделение всех дебиторов организации на отдельные группы и кластеры, классифицированные с целью комфортного процесса управления их задолженностью. Преимуществом выступает распределение дебиторов на кластерные группы. Недостатком – некорректность объединения дебиторов в широкие группы.

Метод факторинга – его особенностью является частичная оплата дебиторской задолженности покупателями, а остальные

денежные средства оплачивает финансовый контрагент, например, банк. Преимуществом выступает увеличение оборачиваемости оборотных средств и размера прибыли от основной деятельности предприятия. Недостатком – возможный отток денежных средств.

Кредитная политика – его особенностью выступает формирование руководством предприятия кредитной политики для своих дебиторов, в рамках которой формируются цели, задачи и инструменты повышения или снижения дебиторской задолженности. Преимуществом выступает современный возврат денежных средств и контроль за дебиторами. Недостатком – трудности при выборе грамотной политики.

При оптимизации оборотного капитала через управление денежными средствами предприятия наиболее популярными методами выступают косвенный и прямой методы анализа денежных потоков и модель Бамуоля-Тобина и Миллера-Орра.

Косвенный и прямой методы анализа денежных потоков – их особенностью выступает оценка отчета о движении денежных средств и превращения прибыли в денежные средства. Преимуществом выступает эффективное отражение движения денежных потоков предприятия. Недостатком – низкая эффективность.

Модель Бамуоля-Тобина, Миллера-Орра – ее особенностью является расчет размера среднего остатка денежных средств

предприятия, учитывая объем его платежного оборота. Преимуществом выступает четкий математический расчет оптимального количества остатка денежных средств. Недостатком – отсутствие учета колебания денежных поступлений.

Таким образом, подводя итоги научного исследования, можно прийти к следующим заключениям:

- управление оборотным капиталом позволяет обеспечивать руководством компании экономическую безопасность и финансовую устойчивость бизнеса;

- для эффективного процесса управления оборотным капиталом компании ОАО «РЖД» необходимо соблюдение важнейших принципов, среди которых принцип нормирования, принцип использования оборотного капитала строго по целевому назначению и принцип сохранности, рационального использования и ускорения оборачиваемости;

- с целью совершенствования системы управления оборотным капиталом транспортного холдинга ОАО «РЖД» необходима ее оптимизация по основным направлениям при помощи использования различных методов;

- в результате проведенного исследования определены основные векторы опти-

мизации системы управления оборотным капиталом холдинга и рассмотрены конкретные оптимизационные методы для каждого вектора.

Список литературы

1. Хижняк К.А. Вестник ГУУ // Основные направления по оптимизации оборотного капитала и оценке эффективности его использования. 2013. № 5. С. 168-176.
2. Шмулевич Т.В. Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования // Управление оборотным капиталом как фактор конкурентоспособности предприятий. 2018. № 7 (33). С. 239-244. <https://elibrary.ru/item.asp?id=36529850> (дата обращения: 26.03.2021).
3. Китаев М.О. Оптимизация состава и структуры оборотных средств, методы повышения эффективности их использования // Молодой ученый. 2016. № 9 (113). С. 584-588. <https://elibrary.ru/contents.asp?id=34235778> (дата обращения: 26.03.2021).
4. Мокина Л.С. Скиф // Управление оборотным капиталом хозяйствующего субъекта как важное направление его краткосрочной финансовой политики. 2017. № 13. С. 91-96.
5. Химичева Ю.В. Политика управления оборотным капиталом на предприятии с целью повышения финансовой устойчивости // Научное сообщество студентов: Междисциплинарные исследования: сб. ст. по мат. XLI междунар. студ. науч.-практ. конф. № 6(41). С.442-451. <https://elibrary.ru/item.asp?id=32861391> (дата обращения: 26.03.2021).
6. Финансовая отчетность по международным стандартам компании ОАО «РЖД». URL: https://old-ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=32 (дата обращения: 26.03.2021).

ПЛАТЕЖНЫЙ БАЛАНС КАК ОДИН ИЗ ИНСТРУМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ ДЕНЕЖНЫМИ СРЕДСТВАМИ В ФИЛИАЛЕ ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ

Цепенко Е.А., Лунина Т.А.

Сибирский государственный университет путей сообщения, Новосибирск, e-mail: eeelson@mail.ru

Статья посвящена исследованию практической роли платежного баланса как механизма и инструмента управления денежным оборотом в филиале транспортной компании на примере центральной дирекции инфраструктуры ОАО «РЖД». Актуальность научного исследования по выбранной теме обусловлена высокой ролью управления денежным оборотом в обеспечении экономической безопасности хозяйственной деятельности ОАО «РЖД» в условиях ограниченности финансовых ресурсов и невысоком уровне ликвидности компании. Рассмотрены преимущества применения платежного баланса перед бюджетом движения денежных средств в филиалах компании. Проанализированы текущие проблемы и трудности в управлении денежным оборотом и потоками филиала компании. В рамках статьи рассматриваются значение и особенности формирования платежного баланса дирекции инфраструктуры, составляющие ее доходов и расходов. Описаны механизмы системы платежных балансов, позволяющие учесть временные лаги, возникающие из-за несоответствия периодов начисления выручки и ее взыскания, а также из-за несоответствия периодов списания производственных затрат и проведения платежей по договорам. В практической части анализа платежного баланса предприятия были подведены итоги эффективности управления денежными потоками в дирекции инфраструктуры ОАО «РЖД». Выявлены недостатки платежного баланса как инструмента управления денежным оборотом дирекции инфраструктуры. Предложено внедрить принцип существенности при фактическом исполнении платежных балансов для повышения гибкости при управлении денежным оборотом.

Ключевые слова: платежный баланс, инфраструктура ОАО «РЖД», управление денежным оборотом, анализ денежного оборота, оборотные средства, движение денежных средств

BALANCE OF PAYMENTS AS ONE OF CASH MANAGEMENT TOOLS IN THE INFRASTRUCTURE DIRECTORATE OF JSC «RZD»

Tsepenko E.A., Lunina T.A.

Siberian Transport University, Novosibirsk, e-mail: eeelson@mail.ru

The scientific article is devoted to the research analysis of the practical role of the pay balance as a mechanism and tool for managing money turnover in the directorate of infrastructure of a company with a holding structure of management of JSC Russian Railways. The relevance of scientific research on the selected problem is due to the high role of money management in ensuring the economic security of the economic activities of the Russian Railways company and the low level of its efficiency at the current stage. Within the framework of the article, the features of the formation of the balance of payments of the enterprise and its significance are considered. The current problems and difficulties in managing the cash turnover and flow of the Russian Railways company are analyzed. The main tasks of the analysis of cash flows and turnover of the enterprise are listed. The features of the formation of the organization's balance of payments and the components of its income and expenses are considered. The mechanisms of the balance of payments system of an enterprise are described, which allow taking into account time lags resulting from the mismatch of the periods for writing off production costs and making payments under contracts, and due to the mismatch of the periods for calculating revenue. In the practical part of the analysis of the balance of payments of the enterprise, the results were summarized on the efficiency of cash flow management in the directorate of infrastructure of the Russian Railways company.

Keywords: pay balance, Russian Railways JSC infrastructure, money management, analysis of cash turnover, working capital, cash flow

В современных условиях экономики для результативного функционирования компании, поддержания финансового благополучия в настоящем и формирования задатков для ее роста в будущем, становится необходимым эффективно организовать управление денежным оборотом. В работе менеджеров особенно важно знание и использование на практике актуальных механизмов организации и управления денежным оборотом.

Актуальность научного исследования на выбранную тему обусловлена высокой ролью управления денежным оборотом при обеспечении экономической безопасности хозяйственной деятельности компании ОАО «РЖД», ее филиалов и структурных

подразделений в условиях ограниченности финансовых ресурсов и невысоком уровне ликвидности компании.

Денежные потоки представляют собой совокупность поступлений и выплат денежных средств в процессе операционной, инвестиционной и финансовой деятельности компании [1].

Несмотря на то, что бюджет движения денежных средств является одним из наиболее популярных в мировой практике инструментов управления финансовыми ресурсами, так как осуществляет взаимную увязку денежных потоков организации по видам деятельности (операционной, инвестиционной и финансовой), данный механизм финансового менеджмента не позволя-

ет в полной мере обеспечить эффективное управление денежным оборотом ни в филиалах компании, ни тем более в ее структурных подразделениях [2, с. 105].

Ввиду того факта, что филиалы компании не могут заниматься финансовой деятельностью, прерогатива которой принадлежит головной компании, а также обязаны в том числе осуществлять раздельный учет доходов и расходов по видам деятельности (основная, подсобно-вспомогательная, инвестиционная, внереализационная), наиболее применимым инструментом управления денежным оборотом на уровне филиала компании является платежный баланс [3].

Система платежных балансов способствует решению следующих задач компании:

- поддержания финансовой устойчивости и платежеспособности;
- оптимизации уровня дебиторской и кредиторской задолженности;
- осуществления контроля за расчетной дисциплиной.

На уровне управленческой практики в филиалах и их структурных подразделениях платежный баланс, обобщающий движение денежных средств по всем банковским счетам, является основным инструментом управления денежным оборотом.

Данная работа посвящена исследовательскому анализу практической роли платежного баланса как механизма и инструмента управления денежным оборотом в компании с холдинговой структурой управления ОАО «РЖД» на примере дирекции инфраструктуры.

Для этого, в рамках научного исследования необходимо решение следующих поставленных задач:

- рассмотреть основные цели и задачи проведения анализа денежного оборота предприятия;
- рассмотреть особенности формирования платежного баланса дирекции инфраструктуры и составляющие его доходов и расходов;
- проанализировать актуальные проблемы при управлении денежным оборотом дирекции инфраструктуры;
- обозначить преимущества и недостатки платежного баланса как инструмента управления денежным оборотом дирекции инфраструктуры.

Перед управленческим аппаратом транспортного холдинга ОАО «РЖД» остро стоит вопрос определения наилучшей модели и методов управления денежным оборотом с целью максимизации финансового результата и стоимости компании.

В частности, актуальность данной задачи обусловлена сложной организацион-

ной структурой компании, так, только лишь рассматриваемый в работе филиал компании Центральная дирекция инфраструктуры, имеет 13 структурных подразделений: 12 территориальных дирекций инфраструктуры и дирекцию диагностики и мониторинга инфраструктуры, объединяющую территориальные центры диагностики и мониторинга инфраструктуры (рисунок).

Материалы и методы исследования.

Материалами исследования послужили нормативные документы ОАО «РЖД», статистические данные, данные анкетирования. Использовались методы системного анализа, аналитические методы, методы статистической обработки данных.

Результаты исследования и их обсуждение

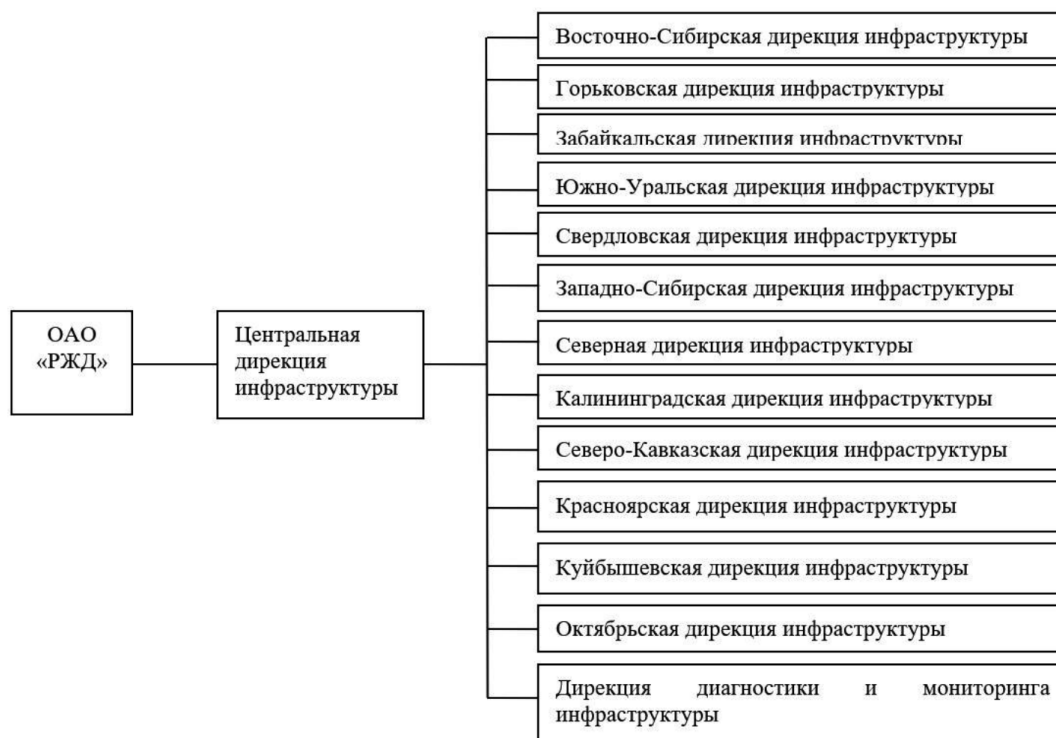
В текущих условиях российской экономики и сектора железнодорожных перевозок, можно отметить следующие угрозы эффективности управления денежным оборотом компании ОАО «РЖД»:

- дефицит денежных средств для ведения бизнеса;
- недостаточность собственных кредитных возможностей;
- недостаток или избыток производственных запасов предприятия;
- высокий износ основных фондов транспортного комплекса предприятия;
- высокий объем неликвидных активов в оборотном капитале;
- высокий уровень кредиторской задолженности, особенно краткосрочной (со сроком до месяца).

Важнейшими процедурами управления денежным оборотом в системе финансового менеджмента компании выступают их анализ, задачами которого являются:

- оценка динамики изменения денежных потоков в общем и в разрезе видов деятельности;
- оценка состава и структуры формирования денежных потоков;
- определение и расчет степени влияния факторов на формирование денежных потоков;
- определение и оценка резервов возможного повышения положительного притока денежных потоков;
- разработка мероприятий по оптимизации денежных потоков предприятия.

Необходимость проведения анализа денежных оборотов заключается в ограниченности денежных ресурсов на предприятии и обуславливается целью повышения уровня эффективности организации денежных потоков.



Организационная структура Центральной дирекции инфраструктуры

Одним из источников анализа денежного оборота предприятия выступает платежный баланс. Платежный баланс представляет собой таблицу, состоящую из двух основных разделов (доходная и расходная часть) и содержащую перечень статей поступления и расходования денежных средств в разрезе видов деятельности. При этом система показателей платежного баланса должна отражать реальные процессы в сфере денежного обращения с такой глубиной и полнотой, которые обеспечивают необходимый для высокоэффективного управления объем информационных, объяснительных и прогностических функций.

В платежном балансе устанавливаются задания по взысканию выручки и лимиты расходования средств по видам деятельности и определяются денежные потоки дирекции инфраструктуры на планируемый период.

Платежный баланс используется для управления денежным оборотом в краткосрочном периоде, при этом сама разработка платежного баланса организации осуществляется на 1 календарный месяц, квартал или год [4].

Платежный баланс выступает регулирующей системой экономических показателей запасов и движения денежных средств.

Его структуру можно отобразить по следующей формуле:

$$\text{Запас денежных средств на начало периода} + \text{Приток денежных средств за период} = \text{Отток денежных средств за период} + \text{Запас денежных средств на конец периода}.$$

Дирекция инфраструктуры выступает одним из основных центров затрат компании ОАО «РЖД» и не в состоянии генерировать денежные потоки в объеме, необходимом для финансирования своей производственно-хозяйственной деятельности. Так, расходные денежные потоки более чем в 2 раза превышают потоки от доходных поступлений. Недостаток собственных денежных средств для покрытия расходной части платежного баланса дирекции инфраструктуры обеспечивается направлением денег с центрального расчетного счета (далее – ЦРС) компании в пределах устанавливаемого в платежном балансе по строке «план направления финансирования с ЦРС».

В структуре доходных поступлений дирекции инфраструктуры 84,7% формируется за счет поступлений выручки от предоставления услуг инфраструктуры по пассажирским перевозкам в дальнем сле-

довании (57,6%) и в пригородном сообществе (27,0%). Выручка от подсобно-вспомогательной деятельности, такой как ремонт подвижного состава, реализация металлолома, сдача в аренду имущества и другой, составляет 14% от общей суммы доходных поступлений. На остальные виды доходных поступлений (в том числе от инвестиционной деятельности, представленной в основном продажей объектов недвижимого имущества) приходится около 1%.

Следует отметить, что в системе платежных балансов предусмотрен механизм, позволяющий учитывать временные лаги, образующиеся из-за несовпадения периодов начисления выручки и ее взыскания, им является норматив авансов и обязательств по доходам (далее – НАОД). НАОД применяется для определения плана поступлений денежных средств с учетом задания по взысканию авансовых поступлений и доходов будущих периодов и допустимого объема отложенных обязательств покупателей и заказчиков перед организацией, возникших при исполнении сводного бюджета доходов.

Дирекция инфраструктуры ежедневно аккумулирует на своем счете доходные поступления от своих региональных подразделений и далее распределяет и направляет денежные потоки на погашение своих обязательств и финансирование нижестоящих подразделений.

Невыполнение установленного плана выручки лишает дирекцию инфраструктуры возможности профинансировать свои расходные операции в полном объеме, так как покрытие дефицита платежного баланса с ЦРС осуществляется только на разницу с планом собственного взыскания выручки.

Менеджменту дирекции инфраструктуры приходится устанавливать приоритеты в погашении обязательств. Система платежных балансов позволяет направить целевое финансирование нижестоящих подразделений дирекции на первоочередные платежи и разделить денежные потоки по степени срочности.

В расходной части платежного баланса на финансирование обязательств по оплате труда работников и отчислений на социальные нужды приходится 56% всех расходных денежных потоков. На приобретение материалов всего 0,4%, так как на самостоятельное приобретение товарно-материальных ценностей отводится лишь небольшая часть бюджета запасов и закупок, не входящая в номенклатуру централизованных поставок Росжелдорснаб. На прочие материальные и прочие расхо-

ды в совокупности направляется 17% денежных средств. Направление дирекцией инфраструктуры денежных средств на финансирование инвестиционной программы в 2020 году составило 6%, объем данных денежных потоков зависит от наполнения инвестиционной программы, утверждаемой ОАО «РЖД» на каждый планируемый год. В настоящее время в дирекции инфраструктуры реализуются инвестиционные проекты по модернизации инфраструктуры железнодорожного транспорта, направленные в первую очередь на снятие инфраструктурных ограничений и обеспечение технологической устойчивости производственного процесса.

За соблюдением установленных платежными балансами лимитов осуществляет контроль казначейский аппарат компании. Платежные балансы способствуют установлению контроля за целевым расходованием денежных средств, за соответствием финансирования утвержденным показателям сводных бюджетов затрат.

Предельными величинами для установления планов платежного баланса дирекции инфраструктуры служат показатели «права на финансирование обязательств по бюджетам» (далее – ПФОБ), сформированные на основании показателей утвержденных сводных бюджетов затрат.

ПФОБ определяет объем отложенных платежей с учетом авансов выданных и расходов будущих периодов, подлежащих списанию в текущем финансовом году. Расчет ПФОБ ведется нарастающим итогом с начала года, при этом для целей финансирования соответствующие бюджетные показатели увеличиваются на ставку НДС.

Показатели сводных бюджетов затрат, не подлежащие финансированию (например амортизация), а также платежи и поставки в рамках межфилиальных отношений и централизованных договоров, учитываются в графах платежного баланса «безденежные расчеты» и дирекция инфраструктуры не может претендовать на финансирование на основе данных бюджетных лимитов.

В графах «денежные средства» учитываются движения денежных средств по всем банковским счетам, открытым по месту нахождения органа управления филиала и его структурных подразделений [5].

В случае наличия договоров на условиях авансирования поставок следующих периодов текущего года, план платежного баланса может быть установлен сверх сформированного нарастающим итогом с начала года права, но строго в пределах годового ПФОБ.

Платежный баланс имеет специальные статьи позволяющие учитывать право прошлых лет при погашении кредиторской задолженности со сроком возникновения до 1 января текущего года и учитывать финансирование расходов будущих периодов, в случае если оплата согласно условиям договора требуется в текущем году, а списание затрат будет осуществлено в позднее 31 декабря текущего года.

Следует отметить, что форма платежного баланса компании ежегодно претерпевает изменения, меняются наименования, группировка статей, их детализация, а в последние годы форма расходной части платежного баланса компании ОАО «РЖД» глубоко детализирована и наиболее приближена к показателям бюджета затрат, что позволяет синхронизировать эти два весьма важных для управления затратами инструмента.

Корреляция показателей платежного баланса с показателями сводного бюджета затрат позволяет осуществлять контроль за соответствием фактического движения финансовых ресурсов плановым показателям, в том числе, контроль за выполнением утвержденных показателей поступлений в части сбора выручки, а также за соответствием фактических расходов выделяемым средствам финансирования. Платежные балансы являются базой для проведения финансового анализа деятельности дирекции инфраструктуры в целом и ее структурных подразделений.

Согласно проведенному экспертному опросу, респонденты выделяют следующие недостатки платежного баланса как инструмента управления денежными оборотом дирекции инфраструктуры:

- длительность согласования. На практике утверждение платежных балансов на текущий месяц происходит на второй рабочей неделе месяца, до момента их утверждения финансирование не первоочередных расчетов осуществляется в крайне ограниченных размерах, что провоцирует накопление просроченных платежей и возникновение рисков по предъявлению претензий от контрагентов за несвоевременную оплату задолженности;

- отсутствие гибкости, маневренности. Высокая детализированность расходных статей платежного баланса, невозможность превышения установленных лимитов на сумму свыше 1 тысячи рублей без официального согласования с департаментом корпоративных финансов, крайне ограничивает руководителей дирекции инфраструктуры в оперативном управлении денежными средствами;

- высокая значимость компетентности сотрудников финансового блока, принимающих участие в разработке показателей платежных балансов.

Следует отметить, что при исполнении сводных бюджетов затрат допустимы незначительные в процентном или абсолютном значениях отклонения фактических затрат от плановых в пределах одного элемента затрат, но такая практика не распространяется на платежные балансы, и согласование оплаты образовавшейся таким образом кредиторской задолженности занимает крайне продолжительное время, вне зависимости от размера потребной суммы денежных средств.

В дальнейшем показатели платежных балансов дирекции инфраструктуры используются для разработки платежных календарей – инструментов оперативного планирования, управления и контроля движений и остатков движений денежных потоков в ежедневной детализации.

Платежный баланс, обеспечивающий руководство полной информацией о финансовых потоках для принятия своевременных и обоснованных управленческих решений в области финансово-хозяйственной деятельности, выступает одним из оптимальных инструментов управления денежным оборотом в дирекции инфраструктуры холдинговой компании ОАО «РЖД».

Заключение

Таким образом, можно прийти к следующим заключениям:

1. Совершенствование механизма управления денежным оборотом предприятия является весьма существенным фактором повышения экономической эффективности управления оборотным капиталом компании и ее филиалов и, следовательно, в целом ее производственно-хозяйственной деятельности на современном этапе развития экономики.

2. Платежный баланс является необходимым и оптимальным инструментом управления денежным оборотом в филиалах компании и ее структурных подразделениях, поскольку отображает равное соотношение запаса и притока/оттока денежных средств на начало и конец отчетного периода, динамику поступления денежных средств и их отток, структуру поступления денежных средств и их отток в зависимости от направления деятельности.

3. В целях повышения гибкости системы платежных балансов целесообразно предусмотреть принцип существенности при их фактическом исполнении.

Список литературы

1. Ильиных А.А. Анализ движения потоков денежных средств организации // Молодой ученый. 2019. № 14 (252). С. 101-103.

2. Кондратова Ю.В. Системный анализ управления финансовыми ресурсами в ОАО «РЖД» // ЭНСР. 2017. № 1 (76).

3. Приказ Минтранса РФ от 31 декабря 2010 г. № 311 «Об утверждении Порядка ведения раздельного учета доходов, расходов и финансовых результатов по видам дея-

тельности, тарифным составляющим и укрупненным видам работ открытого акционерного общества «Российские железные дороги».

4. Распоряжение ОАО «РЖД» от 29 декабря 2007 г. № 2498р «Об утверждении регламента организации системы платежных балансов ОАО «РЖД».

5. Ромашкина И.В. Платежный баланс как средство обеспечения бесперебойного оборота активов ОАО «Российские железные дороги» // Экономика и бизнес: теория и практика. 2018. № 11-2.