

**АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ  
«ACADEMY OF NATURAL HISTORY»**

**EUROPEAN JOURNAL  
OF NATURAL  
HISTORY**

**ЕВРОПЕЙСКИЙ  
ЖУРНАЛ  
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

The journal is based in 2005

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,283

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,114

**№2, 2023**

**ISSN 2073-4972**

Журнал **ЕВРОПЕЙСКИЙ ЖУРНАЛ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ** зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство ПИ № ФС 77-19917.

The **EUROPEAN JOURNAL OF NATURAL HISTORY** is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Communications. Certificate PI No. FS 77-19917.

Актуальный сайт журнала:  
<https://world-science.ru>

The current website of the journal:  
<https://world-science.ru>

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР**  
*к.и.н. Н.Е. Старчикова*

**EDITOR**  
*Ph.D. N.E. Starchikova*

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:**

д.п.н., проф. Кашапова Л.М. (Уфа), д.вет.н., доцент Ермолина С.А. (Киров), к.филол.н., доцент Семькина Е.Н. (Белгород), к.психол.н., доцент Петровская М.В. (Воронеж), д.с.-х.н., проф. Дементьев М.С. (Ставрополь), д.филол.н. доцент Шакирова Е.Ю. (Воронеж), к.э.н., доцент Лаврова Е.В. (Москва), к.б.н. Кантаржи Е.П. (Москва), д.п.н., проф. Николаева А.Д. (Якутск), д.ф.-м.н., проф. Логинов В.С. (Томск), д.полит.н., проф. Жирнов Н.Ф. (Саратов), д.соц.н., проф. Покровская Н.Н. (Санкт-Петербург), к.г.н., доцент Хромешкин В.М. (Иркутск), д.х.н., проф. Трунин А.С. (Самара), д.и.н., доцент Туфанов Е.В. (Ставрополь)

**EDITORIAL COUNCIL:**

Doctor of Pedagogical Sciences, Prof. Kashapova L.M. (Ufa), Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor Ermolina S.A. (Kirov), Candidate of Philological Sciences, Associate Professor Semykina E.N. (Belgorod), Candidate of Psychological Sciences, Associate Professor Petrovskaya M.V. (Voronezh), Doctor of Agricultural Sciences, Prof. Dementiev M.S. (Stavropol), Doctor of Philosophy, Associate Professor Shakirova E.Yu. (Voronezh), Candidate of Economic Sciences, Associate Professor Lavrova E.V. (Moscow), Candidate of Biological Sciences Kantarzhі E.P. (Moscow), Candidate of Pedagogical Sciences, Prof. Nikolaeva A.D. (Yakutsk), Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Prof. Loginov V.S. (Tomsk), Doctor of Political Science, Prof. Zhirnov N.F. (Saratov), Doctor of Social Sciences, Prof. Pokrovskaya N.N. (St. Petersburg), Candidate of Geological Sciences, Associate Professor Khromeshkin V.M. (Irkutsk), Doctor of Chemical Sciences, Prof. Trunin A.S. (Samara), Doctor of Historical Sciences, Associate Professor Tufanov E.V. (Stavropol)

## EUROPEAN JOURNAL OF NATURAL HISTORY

**Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНИТИ.**

Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals directory» в целях информирования мировой научной общественности.

**Журнал представлен в ведущих библиотеках страны и является рецензируемым.**

**Журнал представлен в НАУЧНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ БИБЛИОТЕКЕ (НЭБ) – главном исполнителе проекта по созданию Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) и имеет импакт-фактор Российского индекса научного цитирования (ИФ РИНЦ).**

Учредитель, издательство и редакция:  
ООО ИД «Академия Естествознания»

Founder, publisher and editor:  
Academy of Natural History

Почтовый адрес:  
101000, г. Москва, а/я 47  
Адрес редакции и издателя:  
440026, Пензенская область,  
г. Пенза, ул. Лермонтова, 3  
ООО ИД «Академия Естествознания»

Postal address:  
101000, Moscow, BOX 47  
The address of the editorial office  
and publisher: 440026, Penza region,  
Penza, Lermontov st., 3  
Academy of Natural History

Тел. редакции: 8-(499)-705-72-30  
E-mail: edition@rae.ru

Tel: 8-(499)-705-72-30  
E-mail: edition@rae.ru

Техническое редактирование и верстка  
Е.Н. Доронкина  
Корректоры  
Е.С. Галенкина, Н.А. Дудкина

Technical editing and layout by  
E.N. Doronkina  
Correctors  
E.S. Galenkina, N.A. Dudkina

Подписано в печать – 28.04.2023  
Дата выхода номера – 31.05.2023

Signed for print – 28.04.2023  
Number issue date – 31.05.2023

Формат 60x90 1/8  
Типография  
ООО НИЦ «Академия Естествознания»  
410035, Саратовская область, г. Саратов,  
ул. Мамонтовой, д. 5

Format 60x90 1/8  
Printing house  
Academy of Natural History  
410035, Saratov region, Saratov,  
st. Mamontova, 5

Распространение по свободной цене

Distribution at a free price

Усл. печ. л. 9,2  
Тираж 500 экз.  
Заказ 2023/2

Conditionally printed sheets 9,2  
Circulation 500 copies.  
Order 2023/2

© ООО НИЦ «Академия Естествознания»

© Academy of Natural History

*Medical sciences*

## ARTICLES

- PREVENTIVE MEDICINE – FORMING THE HUMAN RESOURCES POTENTIAL OF THE HEALTH CARE SYSTEM OF THE KYRGYZ REPUBLIC  
*Bapaliev G.O., Turgumbaeva J.J., Atambaeva R.M., Kasymova R.O.* 5
- SUICIDAL RISK FACTORS AND THE DYNAMICS OF COMPLETE SUICIDES IN THE KYRGYZ REPUBLIC  
*Syui M.V.* 11

*Pedagogical sciences*

## ARTICLE

- METHODS OF FUNCTIONAL LITERACY: FOREIGN EXPERIENCE  
*Abildina S.K., Mukhametzhanova A.O., Dyusembinova R.K., Sarsekeyeva Zh.Ye., Aidarbekova K.A., Kopbalina K.B.* 16

## МАТЕРИАЛЫ XV МЕЖДУНАРОДНОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ 2023»

*Geographical sciences*

## ARTICLE

- FOEHN EFFECT DIAGNOSIS WITH WATER VAPOR SATELLITE IMAGERY  
*Fedoseeva N.V., Kokorina D.A.* 22

*Technical sciences*

## ARTICLES

- MODEL OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR THE IDENTIFICATION OF ALCOHOLIC BEVERAGES  
*Iikhmenov A.V., Badalov G.V., Belozarov V.V.* 26
- DEVELOPMENT OF A HARDWARE DATA ACQUISITION MODULE FOR AN ANALYTICAL SYSTEM FOR MONITORING PRODUCTION PROCESSES  
*Sherstobitov Ya.E.* 32

*Медицинские науки*

## СТАТЬЯ

- ВЕГЕТАТИВНАЯ ДИСФУНКЦИЯ У ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С ЖЕЛЕЗОДЕФИЦИТНОЙ АНЕМИЕЙ  
*Полыгалова Н.Л., Ярошенко А.А., Гуляева И.Л.* 37

## НАУЧНЫЙ ОБЗОР

- НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ЭТИОЛОГИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПЕЧЕНИ  
*Титова С.А., Круглова М.П.* 42

*Психологические науки*

## СТАТЬИ

- ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР НА УСПЕШНОСТЬ  
УСВОЕНИЯ УЧЕБНЫХ ПРОГРАММ В СТУДЕНЧЕСКОЙ СРЕДЕ  
*Журавлев А.К., Игнатов К.Е., Резник Е.В., Нечушкин Ю.В.* 48
- ОСОБЕННОСТИ ЗАВИСИМОГО ПОВЕДЕНИЯ У СОТРУДНИКОВ СИЛ  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА МОРСКОМ  
ТРАНСПОРТЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
*Лаврешина Г.В., Гуремина Н.В.* 53
- СВОЙСТВА ВНИМАНИЯ У УЧЕНИКОВ 6 КЛАССА С НАРУШЕНИЯМИ СЛУХА  
*Цыплакова А.О., Бойко А.В.* 59

*Экономические науки*

## СТАТЬИ

- ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ  
*Лунина Т.А., Пахомова Д.А.* 63
- АНАЛИЗ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ  
В ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ  
*Северова М.О., Кондакова И.Ю.* 67

## ARTICLES

UDC 614.2:616-084(575.2)

**PREVENTIVE MEDICINE – FORMING  
THE HUMAN RESOURCES POTENTIAL  
OF THE HEALTH CARE SYSTEM OF THE KYRGYZ REPUBLIC**<sup>1,2</sup>Bapaliev G.O., <sup>1</sup>Turgumbaeva J.J., <sup>2</sup>Atambaeva R.M., <sup>3</sup>Kasymova R.O.<sup>1</sup>National Institute of Public Health of the Ministry of Health of the Kyrgyz Republic, Bishkek, e-mail: gulnabapaliev@yandex.ru, zturgumbaeva@list.ru;<sup>2</sup>I.K. Akhunbaev Kyrgyz State Medical Academy, Bishkek e-mail: r.atambaeva@gmail.com;<sup>3</sup>B.N. Yeltsin Kyrgyz-Russian Slavic University, Bishkek, e-mail: docha02@bk.ru

A historical analysis of the human resource potential formation in the field of preventive medicine for the health care system at various stages of the 20<sup>th</sup> and 21<sup>st</sup> century development of the Kyrgyz statehood was carried out. The purpose of the study was the examination of the formation of a cadre of healthcare system specialists in the field of preventive medicine in the recent history of the Kyrgyz state. A retrospective analysis of the resource potential of science and education in ensuring the sanitary and epidemiological well-being of the country was carried out on the basis of a historical-genetic, comparative and descriptive approach. Spatial realization of educational standards in the specialty “hygiene and sanitation” in the Soviet period 1959-1989 and in the sovereignization period 1990-2022 – preventive medicine specialty envisaged the continuity of the integrative educational process at under- and postgraduate stages. In modern conditions, the need for detailed analysis of educational programs to bring them up to the current new public health requirements declared by WHO has matured. Today, the material and technical basis of the departments of hygiene, epidemiology, microbiology and other specialized departments does not meet to any significant measure modern requirements for the conduct of the educational process. Thus, the fundamental modern tasks facing the healthcare system in the 21<sup>st</sup> century require serious attention of the State to the problems of preventive medicine specialists training to ensure the sanitary and epidemiological well-being of the country’s territories and maintaining the health of the population.

**Keywords:** history of science, sanitary-hygienic faculty, preventive medicine, cadre preparation, public health

A historical analysis was made of the formation of the human resource potential in the field of preventive medicine for the health care system at various stages of the Kyrgyz statehood of the 20<sup>th</sup> and 21<sup>st</sup> centuries. During the Soviet period, the first scientific medical institution – the Institute of Microbiology and Epidemiology (1938), and then the Medical Institute (1939) were established to strengthen and develop the network of medical and sanitary institutions, and improve preventive work among the population as well as to ensure the human resource potential. However, subsequently, the need to improve the prevention of epidemic outbreaks and occupational diseases, taking into account the reorganization of the existing sanitary-epidemiological service in the system of higher medical education of the country, the sanitary-hygienic faculty was opened (1953) to provide relevant specialists for the country’s health system. Furthermore, special attention in the article is focused on the historical aspects of the formation and development of the Sanitary-Hygienic Faculty by the current periods and in the conditions of the educational programmes being realized for the training of specialists such as: “hygiene and sanitation”, “preventive medicine”, “public health”. Today, in the 21<sup>st</sup> century, modern approaches have been proposed to increase the prestige of the specialty “preventive medicine” and to harmonize the content of educational programs in accordance with the world’s prac-

tice of public health development, based on ten principles for the achievement of preventive medicine objectives.

An important role in the development of medical science and education for the Kyrgyz state was played by the decision of the IV All-Kyrgyz Congress of Soviets (1935) on the need to create a scientific institute of preventive direction and a higher educational medical institution [1]. It was realized in practice with the adoption on June 23, 1936 of the Resolution of the Central Committee of the All-Union Communist Party of the Bolsheviks and the Council of People’s Commissars of the USSR “On the work of higher educational institutions and on the management of higher education” and the establishment of a network of sanitary and bacteriological institutes in national republics. The leadership of the newly formed in 1936 Kyrgyz Soviet Socialist Republics [2]. These decisions were realized by the leadership of the newly created (1936) Kyrgyz Soviet Socialist Republic, an equal subject of the USSR. A historic joint Resolution of the Central Committee of the All-Union Communist Party of the Bolsheviks and the Council of People’s Commissars (F316, op 12.5, 1.62-63) was adopted, on the basis of which the Order of the People’s Commissariat of Health of the Kyrgyz SSR No. 761 of December 9, 1937 was issued on the establishment of the Kyrgyz Scientific Institute of Epidemiology and Microbiology on January 1, 1938 – the first scientific institution in medi-

cine in the country, the legal successor of which is now the National Institute of Public Health of the Ministry of Health of the Kyrgyz Republic [3, 4]. Definitely a landmark event was the adoption of Resolution No. 517 of the Council of People's Commissars of the Kyrgyz SSR of April 16, 1939 on the opening of the Kyrgyz Medical Institute in Frunze from September 01, 1939 with the recruitment of 200 students for the first year (general medicine) [4-6].

The first director, a prominent Soviet-Belarusian scientist, doctor of medical sciences, professor Boris Yakovlevich Elbert (1937-1945), played a special role in the organization of preparatory work for the creation and development of a medical research institute and a medical educational institution. The adoption of such strategic decisions was related to the serious demands coming from the Union- and republics-level party and state bodies for the formation of a new Soviet health system aimed to improve the sanitary and epidemiological situation of the territories and to provide affordable medical and preventive care to the population.

**The purpose of this study** was to examine the human resource potential in preventive medicine for the healthcare system in the recent history of the Kyrgyz state.

#### **Materials and methods of research**

A retrospective analysis of the scientific-research and educational resource potential in ensuring the sanitary and epidemiological well-being of the country is carried out on the basis of historical-genetic, comparative and descriptive approaches.

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

It is known that the development strategy of the Kyrgyz state of the Soviet period was determined by the political attitudes of the ruling Communist Party in the legal regulation of public health and the development of the USSR health system.

The Soviet government set serious tasks for the health authorities to organize sanitary and epidemiological services and train sanitary doctors already in the pre-war 30-40s, both at the union level and in national republics. Sanitary and epidemiological departments were created in the People's Commissariats of the Union Republics to organize a specialized service in the form of sanitary and epidemiological stations. The fundamental document for the training of workforce was the Resolution of the Central Executive Committee and the Council of People's Commissars of the USSR dated June 23, 1930 "On the reorganization of higher

educational institutions, technical schools and workers' faculties". On the basis of which, for the first time in the history of the world medical education, the Sanitary-Hygienic Faculty was organized for the training of hygienists and epidemiologists, subsequently renamed Preventive Medicine [7].

However, despite the directive state resolutions and their systematic implementation, the situation in the medical and social sphere, especially in the post-war years, was characterized by high mortality, low life expectancy and other unfavorable demographic, medical and statistical indicators against the background of a shortage of medical personnel and insufficient social and hygienic provision of living conditions for the population of the republic [8]. Under these conditions (1952), it is planned to organize 77 sanitary-epidemiological stations in the regions and cities of the republic to meet the needs of the healthcare system in ensuring the sanitary and epidemiological well-being of territories and preventive activities among the population of the Kyrgyz SSR [9]. In fact, for this period, 1,731 doctors worked in the healthcare system (524 vacancies), of which 75 were in the sanitary service with the ability to provide 136 if required. A number of district sanitary-epidemiologic stations in southern regions (Kurshab, Osh, Soviet, Uzgen, Chon-Alai, Naukat, etc.) employed paramedics [10-12]. During these years, by the decision of the Ministry of Health of the USSR, Order No. 357, item 5 of April 21, 1951 was issued to improve the quality of sanitary and hygienic work. On the basis of which the Ministry of Health of the Kyrgyz SSR issues Order No. 96 of May 10, 1952: "On the training (retraining) of doctors for sanitary and epidemiological stations on the basis of the Kyrgyz State Medical Institute" to be provided from among the graduates of the Medical Faculty [9, 11]. Additionally, biologists, chemists, microbiologists with university education were provided with training study in learning methods for use in sanitary and hygienic and microbiological laboratories. Along with this, graduates of sanitary and hygienic faculties of universities in Moscow, Tbilisi, Tomsk, etc. were sent to work in the republic according to the targeted job placements. Accordingly, by the end of the 60s, more than 50 certified specialists worked in the health care system of the Kyrgyz SSR. Understanding the high importance of preventive medicine in maintaining public health and serious shortcomings in the sanitary-epidemiological surveillance of industrial enterprises, agricultural facilities, trade, children's and school entities

against the background of high population exposure to infectious agents as well as the lack of sanitary-epidemiologic workforce in the health system required certain decisions. An important event was the renaming in 1952 of the Kyrgyz Research Institute of Epidemiology and Microbiology into the Kyrgyz Research Institute of Epidemiology, Microbiology and Hygiene. As part of the implementation of the Order of the Ministry of Health of the USSR No. 928 of October 17, 1952 "On measures to improve the training, specialization and further qualification of hygienists, epidemiologists and microbiologists on sites", the Sanitary-Hygienic Faculty was organized at the Kyrgyz State Medical Institute in 1953 [11]. The admission of 100 students for the first year with a period of study of 6 years was carried out by the published announcement in the newspaper "Soviet Kyrgyzstan" (No. 151, August 2, 1953). In fact, 102 people were enrolled by the admission committee of the Kyrgyz State Medical Institute, Protocol No. 2 of August 22, 1953. The first dean of the new Sanitary-Hygienic Faculty was appointed candidate of medical sciences, associate professor S.B. Daniyarov [1, 5, 11, 13, 14]. The training program for students in this area was practically no different from the medical faculty. And only in the 4th year specialized hygiene subjects were introduced: communal hygiene, occupational hygiene, children and adolescents, military and radiation, as well as epidemiology and occupational diseases with a large volume of hours. The primary basis for the formation of hygienic disciplines teaching was the Department of General Hygiene, organized in 1941, in whose formation Malyshev V.P. (1941-1942), Berestchko L.E. (1942-1945), Okolov F.S. (1945) played a major role. In the post-war period from 1946, the department was headed by F.S. Okolov, which significantly intensified the improvement of educational programs on hygiene areas based on the methodology of central universities – Moscow, Leningrad, as well as research work in various environment and nutrition issues. The productivity of the scientific and educational work of Professor Okolov F.S. in the period 1946-1956 determines significant achievements – the organization of internships of his hygiene students (Gudzovsky G.A., Ryspaev S.R., Mamytov B.M., Pukhov B.I., etc.) in the leading medical universities of the Soviet Union and preparation of highly qualified scientific cadres – 7 candidate's and 1 doctoral dissertations. After his departure to Krasnodar, the Department of General Hygiene from 1956 was headed by his student, candidate of

medical sciences, associate professor G.A. Gudzovsky [1].

Naturally, the formation of the Sanitary-Hygienic Faculty (1953) required the creation in 1958 of new hygiene- specialized departments: of Hygienic Disciplines – headed by candidate of medical sciences, associate professor Gudzovsky G.A., of General Hygiene with a course of military and radiation hygiene – candidate of medical sciences Boyko A.A., of Epidemiology – candidate of medical sciences T.L. Proreshnaya, of microbiology – doctor of medical sciences, professor S.I. Gelberg, of Infectious Diseases – doctor of medical sciences A.M. Gubinsky. It is known that the organization of higher medical sanitary-hygienic education was regulated by normative and instructional documents of the authorized bodies of the USSR and the Kyrgyz SSR. The main educational and practical bases were republican, city, regional, district sanitary-epidemiological stations and clinical hospitals, because the training program practically was no different from that of the Medical Faculty in 1953-1960. For this period, the high importance of preventive medicine and the development of this field in the population health-related higher education that they had in the formation of the domestic healthcare is beyond doubt. Especially as the characteristic trend at the time was high turnover of qualified medical personnel in remote mountain regions: 32 doctors were sent to work and 30 dropped out, as well as high morbidity and an increase in mortality from 2.4% to 3.1% (an increase of 0.7%). In turn, this predetermined the organization of short-term training courses (1958-1959) on sanitation and hygiene with the graduation of sanitary doctors for the first time who were prepared at the Kyrgyz State Medical Institute [15].

The first planned graduation of the Sanitary-Hygienic Faculty had place on July 14, 1959 in the specialty "sanitation and hygiene" with the award of the qualification – sanitary doctor: 77 people, including 23 of native population. Moreover, two of the graduates were left at the Department of Hygiene Disciplines to perform research work (Doronbekov J.D., Abydkaimova P.), and two were sent to Moscow for residency and postgraduate studies [16, 17].

In the prevailing historical conditions of the Soviet period of 1960-1991, the faculty was set the fundamental tasks of training sanitary doctors (hygienists, epidemiologists) and developing preventive direction for the country's health care, taking into account new biomedical and natural science achievements.

Table 1

Educational programs for the training of doctors for sanitary-epidemiological services

	Periods	1959-1969 SH		1970-1979 SH		1980-1989 SH		1990-2005 PM		2005-2015 PH*		2016-2021 PM*		2022 г. PM	
		abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
	Discipline blocs														
I	Humanitarian-social	556	9,1	763	11,7	738	10,0	937	12,1	1267	14,5	1186	11,9	1170	10,0
II	Mathematical and natural sciences	580	9,5	582	8,9	686	9,3	635	8,2	773	8,8	690	6,9	870	7,4
III	Fundamental	1131	18,4	1004	15,3	1217	16,5	1172	15,2	950	10,9	773	7,7	1440	12,3
IV	Clinical	1763	28,7	1613	24,6	1604	21,7	1474	19,1	1383	15,8	2276	22,9	2580	22,0
V	Professional	1394	22,7	1452	22,2	1857	25,1	2254	29,2	2809	32,1	2919	29,4	3210	27,3
VI	Additional (physical culture and military-medical training)	303	4,9	651	9,9	728	9,9	663	8,6	716	8,2	1138	11,5	1010	8,6
VII	Elective courses									128	1,5				
VIII	Total	5727	93,4	6065	92,6	6830	92,4	7135	92,5	8026	91,7	8982	90,3	10280	87,5
IX	Practice	287	4,7	364	5,6	410	5,5	428	5,5	576	6,6	810	8,1	1320	11,2
X	State examinations	120	2,0	120	1,8	150	2,0	150	1,9	150	1,7	150	1,5	150	1,3
	TOTAL	6134	100	6549	100	7390	100	7713	100	8752	100	9942	100	11750	100

Note: SH – sanitary-hygienic, PM – preventive medicine, PH – public health.



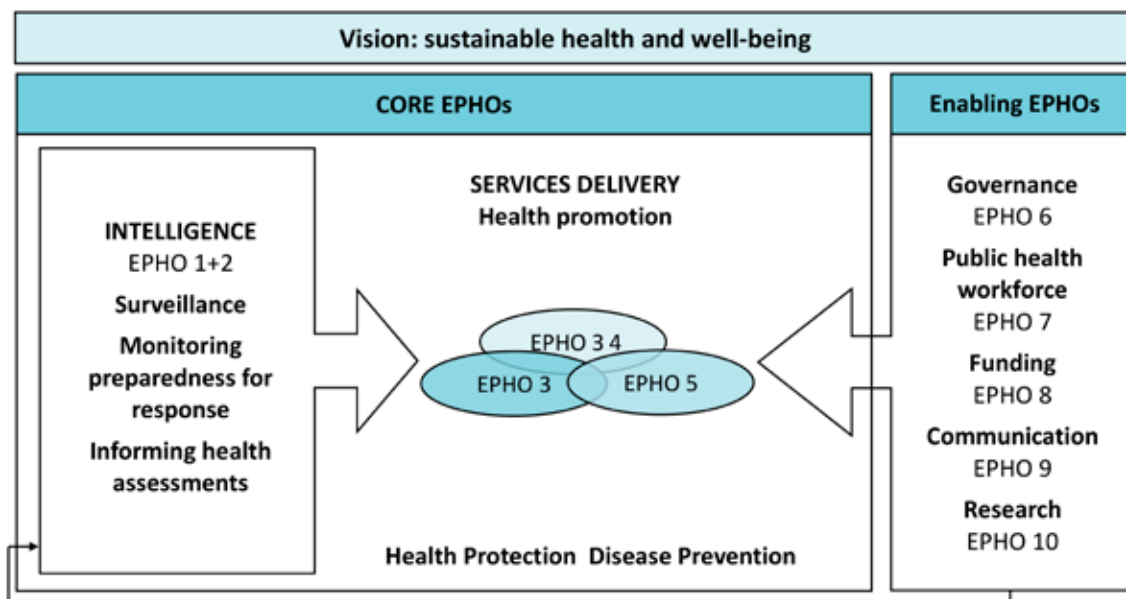


Fig. 1. Essential public health operations required for training programs in universities

At the same time, it was emphasized that students of the faculty should master medical thinking, methods of studying the environment and the occupational environment, understand the etiology and pathogenesis of diseases, the prevention and control measures that follow from this (table 1). Spatial realization of educational standards in the specialty “hygiene and sanitation” in the Soviet period 1959-1989 and the sovereignization period 1990-2022 – Preventive Medicine Faculty, envisaged continuity of the educational process integration at undergraduate and postgraduate stages. Accordingly, the qualification requirements for knowledge and skills, objectives and tasks, criteria and principles of certification were determined. Today, one-year postgraduate training at the basic level has been eliminated due to the transition to two-year training in the following areas: hygiene, epidemiology, microbiology, public health, etc.

In modern conditions, there is an urgent need to intensify the work of problem educational-methodical commissions on improvement of study programs and curricula regarding professional preventive medicine disciplines. Along with this, it is necessary to carry out a detailed analysis of the current State Educational Standard on meeting the new requirements of public health declared by WHO [18]. Moreover, the latest version of essential public health operations (EPHO) was adopted by WHO in 2012 in the form of an Annex to the European Action Plan for Strengthening

Public Health Capacity and Services, consisting of 10 points:

1. Epidemiological surveillance and assessment of population health and well-being.
2. Monitoring and response to health hazards and emergencies.
3. Health protection, including environmental, occupational, food safety, and others.
4. Health promotion, including action to address social determinants and health inequity.
5. Prevention of diseases, including early detection of health disorders.
6. Strategic management in the interests of health and well-being.
7. Ensuring a sufficient and competent public health workforce.
8. Ensuring sustainable organizational structures and financing
9. Advocacy, communication and social mobilization for health
10. Advancing public health research to inform policy and practice

EPHOs are divided into core and enabling operations (WHO 2003). EPHOs 1-5 represent the basic functions of public health, while EPHOs 6-10 are complex overarching functions that allow the implementation of public health measures (Fig. 1).

The innovative approach requires prioritizing sections (subjects) for classroom study, as well as increasing the amount of information on disciplines using opportunities of IT technologies in electives, optional courses, including independent work of students during

extracurricular time. It is definitely necessary to strengthen the knowledge of graduates of preventive medicine faculties about the legal and economic aspects of the activities of the State Sanitary-Epidemiologic Surveillance Service.

Naturally, all this requires modern logistics of the inter-relationship between the preventive medicine faculties of the country's universities and Centers for State Sanitary-Epidemiologic Surveillance concerning the joint training of specialists. It is known that successful solution of the task of realizing educational standards is largely determined by the state of the educational and methodological basis of the departments as well as the forms and depth of interaction of the departments of universities with the focal Centers for State Sanitary-Epidemiologic Surveillance both at under- and post-graduate training of specialists. Today, the material and technical basis of the departments of hygiene, epidemiology, microbiology and other specialized departments does not meet to any significant measure modern requirements for the conduct of the educational process. Accordingly, it is necessary to develop and approve a standard table of equipment provision for preventive medicine faculty departments and ensure its implementation. Otherwise, it creates to a certain degree the problems of training specialists for State Sanitary-Epidemiologic Surveillance services, including further certification and accreditation of faculties.

### Conclusion

The fundamental modern tasks facing the 21<sup>st</sup> century healthcare require serious attention of the State to the problems of preventive medicine cadre preparation to ensure the sanitary and epidemiological well-being of the country's territories and the maintaining of population health.

### References

1. Kudaibergenova I.O. Kyrgyz State Medical Academy named after. I.K. Akhunbayeva – 80 years. Bishkek: Turar, 2019. 288 p.
2. Bolshakov A.M., Domnin S.G., Kutepov E.N. et al. Problems and prospects of training doctors in the preventive medicine specialty. Hygiene and sanitation. 2003. № 1. P. 13-15.
3. Data of the Central State Archive of the Kyrgyz Republic F. 316. Op. 1. D. 5. L. 62-67.
4. Bapaliev G.O., Kasymov O.T., Turgumbaeva Zh.D. Historical aspects of the development of medical education and science in the Kyrgyz Republic. Healthcare of Kyrgyzstan. 2021. № 2. P. 160-165.
5. Abdikarimov S.T., Ibragimov E.Sh. History of the Sanitary-Epidemiological Service, national programs for its transformation into a public health service of the Kyrgyz Republic. Bishkek, 2020. 252 p.
6. Data of the Central State Archive of the Kyrgyz Republic F. 1734. Op. 6. D. 7. L. 1-3.
7. Pavlov V.N., Galimov Sh.N., Bakirov A.B. et al. Continuity of generations. Towards the anniversary of the sanitary-hygienic (preventive medicine) faculty. Ufa: Bashkir State Medical University, 2020. 184 p.
8. Kasymov O.T., Omurzakova K.S., Kasymova R.O. Towards the 80th anniversary of the creation of the first Kyrgyz scientific institute of medical profile, formation and development prospects. Healthcare of Kyrgyzstan. 2018. № 2. P. 6-18.
9. Data of the Central State Archive of the Kyrgyz Republic. F. 1734 Op. 6 D. 576. L. 284.
10. Data of the Central State Archive of the Kyrgyz Republic. F. 316. Op. 7. D. 153. L. 294.
11. Data of the Central State Archive of the Kyrgyz Republic. F. 316. Op. 7. D. 551. L. 360.
12. Data of the Central State Archive of the Kyrgyz Republic. F. 1734. Op. 6. D. 576. L. 284.
13. Data of the Central State Archive of the Kyrgyz Republic. F. 1734. Op. 6. D. 225. L. 154.
14. Data of the Central State Archive of the Kyrgyz Republic. F. 1734. Op. 6. D. 316. L. 514.
15. Data of the Central State Archive of the Kyrgyz Republic. F. 316. Op. 7. D. 60. L. 192.
16. Data of the Central State Archive of the Kyrgyz Republic. F. 1734. Op. 6. D. 214. L. 221.
17. Data of the Central State Archive of the Kyrgyz Republic. F. 1734. Op. 6. D. 26. L. 77.
18. World Health Organization (WHO). European Action Plan for Strengthening Public Health Capacities and Services. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2012. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/340447>.

UDC 616.89-008.441.44

## SUICIDAL RISK FACTORS AND THE DYNAMICS OF COMPLETE SUICIDES IN THE KYRGYZ REPUBLIC

Syui M.V.

*B.N. Yeltsin Kyrgyz-Russian Slavic University, Bishkek;**National Institute of Public Health of the Ministry of Health of the Kyrgyz Republic,**Bishkek, e-mail: marinasyui@mail.ru*

Development of suicide prevention strategy is impossible without identifying vulnerable groups of the population and a detailed analysis of the factors that lead a person to such an act. The purpose of the study was to assess risk factors of suicidal behavior and dynamic change in the number of completed suicides in the Kyrgyz Republic. Data on completed suicides, deaths from intentional self-injury, income level, changes in the diet, the incidence of drug addiction and toxicomania as well as trends in alcoholism and alcoholic psychosis diagnosed for the first time in life were analyzed for the period from 2011 to 2018 in the Kyrgyz Republic. The maximum number of deaths from intentional self-harm (524 people, 9.3/100,000) in the republic was recorded in 2012. There is a «wave-like» spread of this process in regions with predominant rural population, where the greater proportion of rural population in a region is associated with the later time of the peak number of completed suicides. The years 2012 and 2016-2017 were economically difficult. During these years the maximum level of poverty of the population was observed, the quality of nutrition decreased according to a sample survey of households. A statistically significant relationship was found between such factors as economic indicators (poverty level of the population), alcoholization of the population and alcoholic psychoses, drug addiction and substance abuse, the incidence of mental illness and the number of completed suicides. It is concluded that there is a set of interrelated factors against which an increase in the number of suicides is recorded.

**Keywords:** suicidal behavior, economic indicators, alcohol consumption, drug addiction, mental illness, completed suicide, risk factors

Suicide remains an important factor in mortality worldwide, and its frequency does not tend to decrease. The frequency of suicides varies significantly in different regions, depending on many factors, including gender, age, socio-economic and environmental factors, co-morbidity, including psychiatric pathology. Development of suicide prevention strategy is impossible without identifying vulnerable groups of the population and a detailed analysis of the factors that lead a person to such an act.

Purpose of the study was to assess risk factors of suicidal behavior and dynamic change in the number of completed suicides in the Kyrgyz Republic.

### Materials and methods of research

The dynamics of completed suicides as well as the spread of risk factors for suicidal behavior in the population in the Kyrgyz Republic in the period from 2011 to 2018 were investigated. Statistical data on deaths from intentional self-injury, income level, changes in the diet, the incidence of drug addiction and toxicomania as well as trends in alcoholism and alcoholic psychosis diagnosed for the first time in life were statistically processed.

### Results of the research and discussions

At the beginning of 2011, the population of the Kyrgyz Republic was 5,477.6 thousand people, including the rural population – 3,615.9 thousand people, urban residents – 1861.7. We grouped the regions of the

republic according to the ratio of urban and rural population. Bishkek – 0.44% and Osh – 9.77% of the rural population were included in the “urban” regions, respectively. Batken region (76.01% of the rural population), Jalal-Abad region (77.61%), Issyk-Kul region (71.68%), Naryn region (84.97%), Osh region (92.03%), Talas region (59.36%), Chui region (82.24% of the rural population) were assigned to the region groups with predominant rural population. For the analyzed period 2011-2018, the ratio of urban and rural population changed slightly.

The analysis of mortality from intentional self-harm, both in absolute figures and as per 100,000 population showed (Fig. 1, Fig. 2) that the maximum number of episodes was recorded in 2012 (524 persons, 9.3/100,000).

Analysis of the dynamics of the number of suicides in Bishkek showed that the maximum number of suicides (56 people, 10 women, 46 men) occurred in 2011. Two “peaks” were recorded in Jalal-Abad region for the year 2014 (43 – 15 women, 28 men), slightly less in 2012 (40 – 10 women, 30 men). In other regions, the maximum number of suicides during the analyzed period occurred in 2012 (Batken, Issyk-Kul, Chui regions, city Osh), in 2013 (Osh and Talas regions), in 2014 (Naryn region). Thus, we can identify a pattern: the greater the proportion of rural residents among the population of the region, the later the “peak” values of the number of suicides are formed.

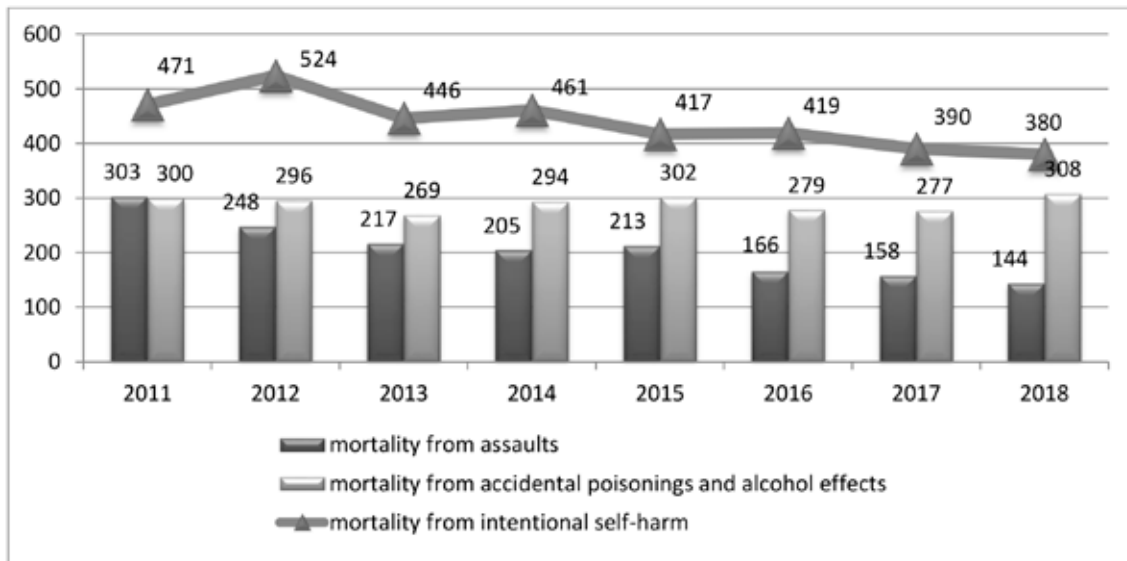


Fig. 1. Mortality from some external causes in the Kyrgyz Republic (absolute numbers)

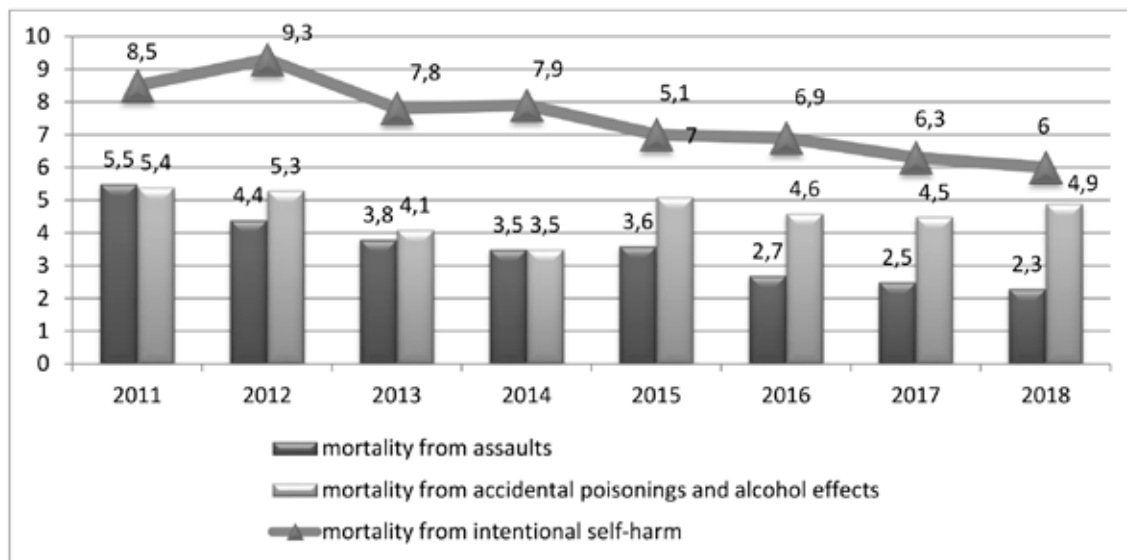


Fig. 2. Mortality from some external causes in the Kyrgyz Republic (per 100 000 population)

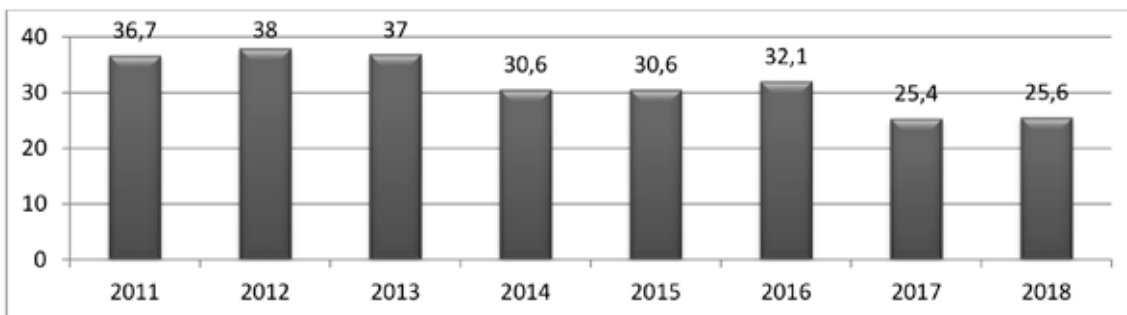


Fig. 3. Poverty level of the population by budgets based on a sample survey of households (%)

According to literary sources, 40% of deaths due to suicide in the world occur in low- and middle-income countries. There is recognition of the fact that social factors, such as socio-economic status, play an important role in determining suicide risk in high-income countries as well [1, 2]. The analysis of the poverty level (% of the total population) in the republic for 2011-2018 showed that during this period an increase in the number of people below the poverty level was recorded in 2011-2013 with the maximum number (38%) in 2012. A less significant increase in this indicator (32.1%) was noted in 2016 (Fig.3).

Since the change in the diet is an additional indicator of the socio-economic situation [3], we also analyzed the ratio of proteins, fats and carbohydrates in the diet of the population according to a sample study of households (Fig.4). It turned out that the deterioration of the economic situation in 2012 and 2016 is confirmed by a change in the diet: in 2012 and 2017, the population consumed a minimum

amount of protein (58.8 g and 58.5 g, respectively), but the decrease in caloric content of food in 2017 is partially offset by higher fat intake (58.9 g in 2012 and 61.8 g in 2017). Thus, in the analyzed period of 2011-2018, there are two intervals of deterioration of the economic situation in the republic, confirmed by changes in the diet of the population: 2011-2012 and, to a lesser extent, 2016-2017.

Studies conducted in various countries have shown that the decline in living standards is the main reason for the increase in both the general morbidity and the incidence of alcoholism, especially alcoholic psychoses, which in turn are risk factors for suicidal behavior. The improvement of the socio-economic situation contributes to the stabilization of the epidemiologic situation of alcoholism [4, 5].

We analyzed the dynamics of the incidence of drug addiction and substance abuse, as well as the dynamics of alcoholism and alcoholic psychoses diagnosed for the first time in life (Fig.5).

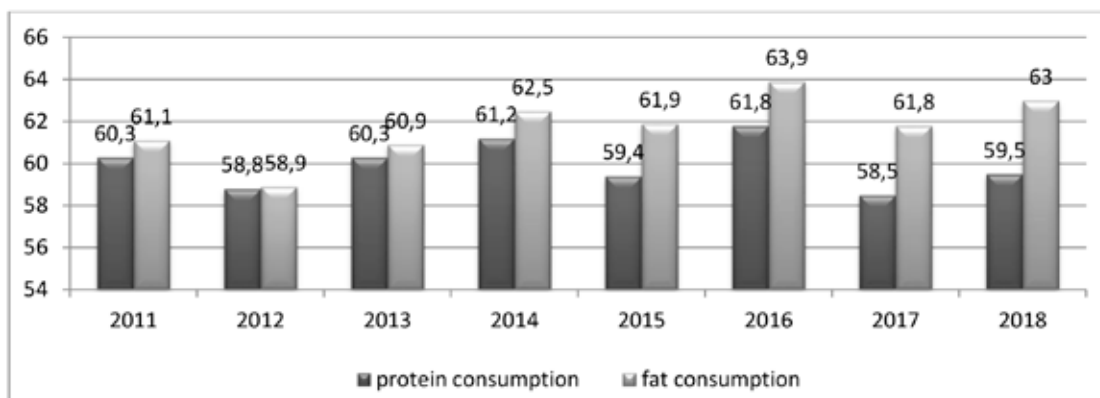


Fig. 4. Nutritional value of food according to a sample survey of households (in grams)

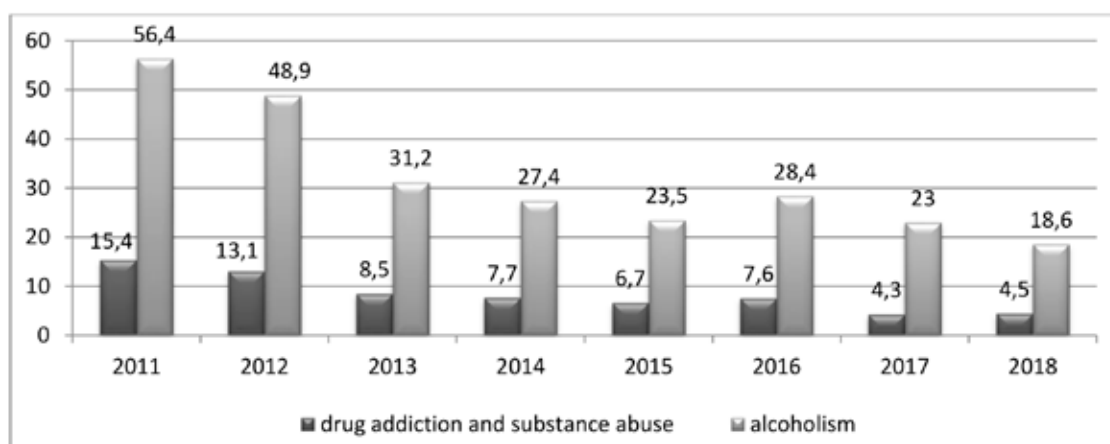


Fig. 5. Incidence of newly diagnosed alcoholism, drug addiction and substance abuse in the Kyrgyz Republic (per 100 000 population)

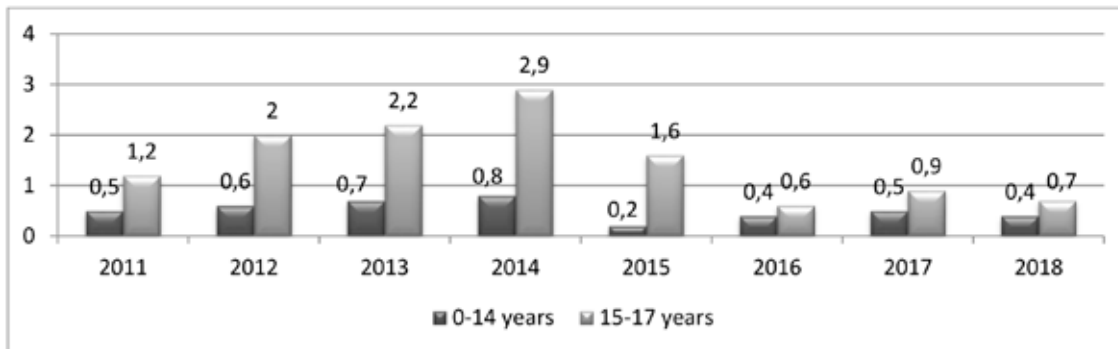


Fig. 6. Incidence of newly diagnosed mental and behavior disorders in children aged 0-14 years and adolescents 15-17 years in the Kyrgyz Republic (per 1000 population of the corresponding age)

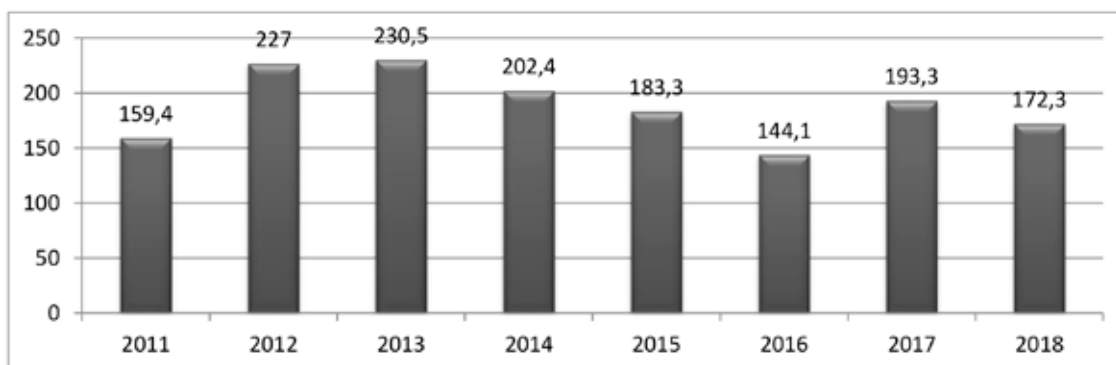


Fig. 7. Incidence of newly diagnosed mental and behavioral disorders in persons aged over 18 years (adults) in the Kyrgyz Republic (per 1000 000 population)

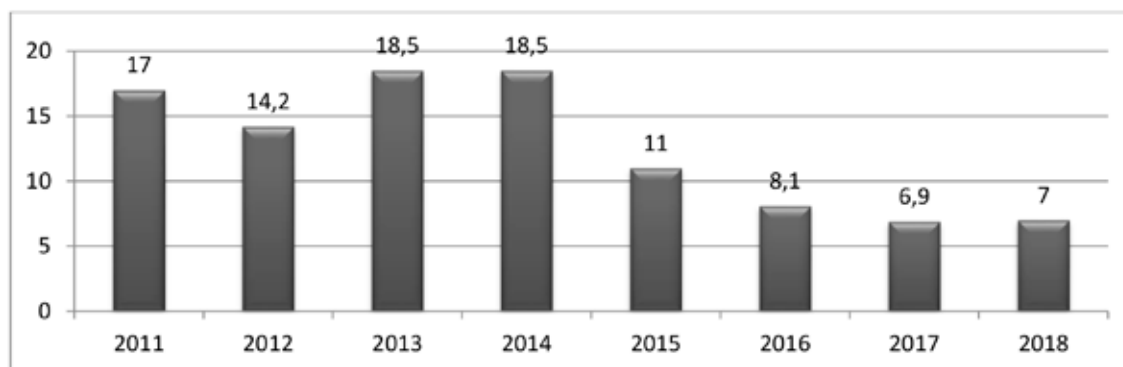


Fig. 8. Incidence of newly diagnosed syphilis in the Kyrgyz Republic (per 100 000 population)

As can be seen from the figure, in the period from 2011 to 2016 there is a persistent downward trend in their incidence. In 2016, there was an increase in the number of newly diagnosed cases of these pathologies, then again a steady decrease in their frequency.

One of the powerful determinants of alcoholization and narcomanization of society, bearing the risk of forming suicidal behavior

in a part of people, is the socio-economic crisis and poverty of the population [6-8].

Analysis of the incidence of mental disorders and behavioral disorders in various age groups (children 0-14 years old, adolescents 15-17 years old, adults over 18 years old) showed that the change in the number of people newly diagnosed with these pathologies occurs synchronously across these age groups.

As can be seen from Fig. 6, the maximum number of newly diagnosed mental disorders and behavioral disorders in both children aged 0-14 years and adolescents aged 15-17 years was recorded in 2014. In persons over 18 years of age, an increase in the morbidity was noted in 2013, and, to a lesser extent, in 2017 (Fig. 7).

The pathology reflecting the social situation in society is sexually transmitted diseases. Unfavorable socio-economic living conditions may be accompanied by an increase in morbidity and manifest themselves in an increase in the number of people with newly diagnosed syphilis, gonorrhea, trichomoniasis, gardnerellosis, chlamydia, etc.

As an example, we have considered the dynamics of the incidence of syphilis in the population of the republic (per 100,000 population). As can be seen from the diagram, the highest incidence of syphilis was recorded in 2013-2014 (18.5/100,000). Since 2015, there has been a persistent trend towards a decrease in the incidence (Fig.8).

We calculated the Spearman correlation coefficient between the economic situation in the republic (poverty rate in%) and mortality from intentional self-harm, which showed a statistically significant relationship:  $r_s=0.827$ ,  $p<0.05$ . There is a statistically significant relationship between alcoholism and alcoholic psychoses and mortality from intentional self-harm ( $r_s = 0.833$ ,  $p<0.05$ ), as well as between the incidence of drug addiction and substance abuse and mortality from intentional self-harm ( $r_s = 0.929$   $p<0.01$ ). Thus, a statistically significant association of some parameters of the external environment and mortality from intentional self-harm was revealed.

### Conclusion

Summing up the results of this study, we can conclude that the maximum number of deaths from intentional self-harm (524 people, 9.3/100,000) in the republic was recorded in 2012, and a detailed analysis by region showed that there is a "wave-like" spread of this process: in regions with predominant rural population, the higher the proportion of rural residents in the region the later the peak number of completed suicides occurs. The assessment of the economic condition of the population of

the republic showed that the years 2012 and 2016-2017 were economically difficult. During these years, the maximum level of poverty of the population was noted, the quality of nutrition decreased as shown by assessments in a sample survey of households. Since 2013, the total number of people with a primary diagnosis of drug addiction has been growing, which is an additional aggravating factor in the formation of suicidal behavior. 2012 and 2013 are characterized by an increase in the number of adults over the age of 18 who were newly diagnosed with mental disorders and behavioral disorders, in children under 14 years of age and 15-17 years old adolescents, the maximum incidence was noted in 2014. In the same time intervals, an increase in the incidence of STDs (syphilis) was noted, the health of newborns worsened.

Thus, there is a set of interrelated factors, against which an increase in the number of suicides is registered. Consequently, the phenomena occurring in the republic are systemic in nature, as indicated by the relationship of socio-economic indicators and some indicators of the health status and mortality of the population.

### References

1. Stenberg A.S. Social stress and psychological state of the population of Russia. Part 2. 1. Russia at the turn of the 20th and 21st centuries: suicides as the main indicator and consequence of the socio-psychological crisis of society // *Space and Time*. 2014. № 3 (17).
2. Knipe D.W., Carroll R., Thomas K.H., Pease A., Gunnell D., Metcalfe C. Association of socio-economic position and suicide/attempted suicide in low and middle income countries in South and South-East Asia – a systematic review // *BMC Public Health*. 2015. № 15. P. 1055.
3. Pozhidaeva E.S. Economic and statistical analysis of the level of consumption of basic food in conditions of restrictions on foreign trade // *Economic analysis: theory and practice*. 2017. № 1 (460).
4. Sakharov A.V., Govorin N.V. Suicidal behavior and alcohol consumption: assessment of relationships at the population level // *Suicidology*. 2015. № 2 (19).
5. Shestakov M.G. Alcoholism as a marker of socio-economic problems of society // *Social aspects of population health*. 2010. № 2.
6. Vashukova E.Yu. Suicidal behavior in drug addiction: causes and factors of development, prevention and rehabilitation // *Acmeology*. 2015. № 2 (54).
7. Dikarev V.G., Gavryushkin Yu.B. On some modern reasons for the growth of drug addiction in Russia and ways to eliminate them // *UP*. 2017. № 1 (80).
8. Syi M.V., Kasymov O.T. Suicide as a global problem of our time // *Healthcare of Kyrgyzstan*. 2020. № 2. P. 54-62.

## ARTICLE

UDC 377.1

**METHODS OF FUNCTIONAL LITERACY:  
FOREIGN EXPERIENCE****Abildina S.K., Mukhametzhanova A.O., Dyusembinova R.K.,  
Sarsekeyeva Zh.Ye., Aidarbekova K.A., Kopbalina K.B.***Karaganda University of the name of Academician E.A. Buketov, Karaganda,  
e-mail: aigul\_mo@mail.ru*

The clause is dedicated to the application of intercontinental studies in the circumstance of the cognitive operation of instruction in the commonwealth of Kazakhstan, as an efficacious configuration of assessing the consciousness of students. The originators analysed the features, indispensable point of view of the exploitation of functional literacy. The aim of the research work is to develop functional literacy To corroborate the consequence of operational literacy of undergraduates on achieving the superiority of instruction that is substantial for get-up-and-go in the contemporary world. Much concepts as reader's literacy, arithmetical and characteristic body of knowledge literacy PIRLS, TIMSS are considered. The disputed point of materialization of functional literacy of influential schoolhouse undergraduates is formulated. The originators furthermore contemporaneous an psychoanalysis of the conducted studies on the similarity and dissimilarities of the instruction organized whole of contradistinctive nations in the exploitation of operational literacy of schoolhouse students. The originators attempt to corroborate the effectualness of the familiarity of internal educational institution in relative intercontinental studies for the exploitation of a comprehensively highly-developed personality. This allowed us to resolve that bringing the constitution and cognitive operation of Kazakhstan's instruction in occupation with intercontinental qualifications for rising the instruction system, the intercontinental touchstone compartmentalisation of education, the consequences of intercontinental relative studies PIRLS, TIMSS, etc. it testament appropriate to carry through cocksureness consequences in the experiencing of the junior generation.

**Keywords:** literacy, international research, PIRLS, TIMSS, functional literacy, reading literacy, mathematical literacy, natural science literacy

*The article was prepared within the framework of grant funding for 2022-2024 on the topic ARI4870260 – “Development of functional literacy of primary school students in the context of digitalization of education”.*

Currently, the schoolhouse instruction transaction in the sovereign state is experiencing a movement characteristic outstanding to inscrutable cognitive operation and morphologic substitutions in our sovereign state as advantageously as in the heavenly body space. The heavenly body economical assembly in the XI hundred accepted 16 classifications of consciousness and aptitudes of an extraordinary person. These are company skills, management je ne sais quoi opening move IT competence, functional, pecuniary and national literacy, surrounded by others. Captivating into explanation contemporary come near to the environment of acknowledged competence, schoolteachers are expanding. These are interdisciplinary and undertaking activities, the application of enlightenment and indication technologies in commandment and management, the combination of undergraduates with characteristic instructional be in want of and the preparation of consultative facilitate to parents. These substitutions are echoic in the announcement certificates for the exploitation and improvement of Kazakhstan's education.

The qualifications of sovereign state for a contemporary schoolhouse are the materialization of an individual who buoy severally creatively disentangle scientific, industrial, universal tasks, be convinced critically, application data file recrudescence and watch over his

characteristic of view, beliefs, consistently and unceasingly restock and rejuvenate his knowledge, come around patronage skills, manipulate them creatively in reality. That is, contemporary instruction is aimed at underdeveloped operational literacy of students, in which consciousness of the hypothetical family should be practical and practical in unremarkable life.

**Materials and methods of research**

The conceptualization of “functional literacy” was fundamental introduced in 1965 at the heavenly body intercourse of ecclesiastics of instruction for the liquidation of inability in Tehran (UNESCO), on with designations much as “literacy” and “extremum literacy”. In the 60s of the antepenultimate century, the conceptualization of functional liquidation of inability began to appropriate shape. Initially, the conceptualization of “functional literacy” was related with a trustworthy procedure for the exploitation and deed of proposals and programs for the spreading of literacy and a trustworthy conceptualization with reference to the progression of the cognitive operation and disposition of commandment to a trustworthy circuit of reading, handwriting and functional knowledge. The term “literacy” was characterized by UNESCO as the expertness of reading, writing, enumeration and working with documents. And the term “extremum literacy” is charac-



terized as the qualification to communicate and scrutinize simple messages. In the heavenly body observational announcement for the spreading of literacy highly-developed by UNESCO between 1967 and 1973, the conceptualization and procedure of operational literacy was appreciated as ensuring the connectedness between the cognitive semantics of mastering recitation and handwriting and increasing proletariat fruitfulness and rising the sustenance weathers of the employee and his family.

At the borderline of the ordinal century, several scientists, universal configurations and intercontinental putting together came to the determination that the resolution to contemporary predicaments of sovereign state is to cultivate the all-inclusive inhabitant and aggrandizement the commensurate of its education.

On the authority of the exhortations of UNESCO, A. Tangyan pass over the under-mentioned delimitation of operational literacy: “minimum operational literacy have in mind an aggrandizement in consciousness and skills, particularly the qualification to scrutinize and bang out all-important for a full-of-the-moon and efficacious familiarity in economic, political, civil, collective and ethnical high spirits as sovereign state brings out and the be in want of of the characteristic grow.

Functional literacy is an pointer of universal well-being. In the looked toward functional literacy testament be an pointer of the exploitation of civilization, sovereign state sovereign state collective group, individual. A high-pitched commensurate throw back the socio-cultural accomplishments of sovereign state little – the anticipation of a accomplishable collective critical time the determination of which hawthorn be: little qualification to collective adaptation; incompetence to conformation a prototype of indication in the kith and kin in the elbow grease collective; unconsciousness of one’s rights and responsibilities [1]. In consequence a extremely far-reaching destination arises for the school: not to put in order characteristic aristocracy undergraduates for high spirits on the other hand if bottom line to speedily modification the profession, passe-partout contemporary collective impersonations and functions, to baby-talk choo-choo a competitory expressive person. In this manner for Kazakhstan, the contemplate of the commensurate of operational literacy of undergraduates is of especial relevance, on account of each these operational aptitudes are baccilar at school. Today, individual of the principal assignments of schoolhouse instruction is to put in order the undergraduate for conformableness in the contemporary heavenly body [2].

### Results of the research and discussions

Certificates control functional literacy, recitation Literacy in Kazakhstan the savoir-faire of the fundamental chairman of the commonwealth of Kazakstan N. Nazarbayev to the general public of Kazakhstan is the procedure “new governmental progression of the accepted state” Kazakhstan-2050”, the governmental instrumentality contrivance for the exploitation of operational literacy of schoolchildren for 2012-2016, the conceptualization for the exploitation of instruction in the commonwealth of Kazakhstan for 2022-2026.

Sovereign state be in want of a individual who is functionally all right accomplished to elbow grease to the result, proficient of trustworthy socially substantial achievements. The materialization of functional literacy of undergraduates in Kazakhstan is individual of the weathers for the materialization of a creative, devolving on dynamic, competitory personality. The disputed point of operational literacy of undergraduates and the all-inclusive junior multiplication is echoic in the restrictive permissible certificates of the commonwealth of Kazakhstan, which was mentioned above.

The conceptualization for the exploitation of instruction for 2022-2026 accentuates that chronic instruction fix up with provision for a syllogistical culmination of changes, show the way to indefinite rudimentary substitutions in the environment of education, of which the principal consideration is paying to the paragraph competencies of schoolteachers and the epistemology for the exploitation of operational literacy of undergraduates [3].

The materialization of operational literacy of undergraduates presumes the qualification to elbow grease efficaciously in sovereign state the qualification to self-determination, self-reformation and self-realization. in this manner subscriber literacy is the qualification to scrutinize creatively, participate into the conversation “author-reader”, submerge yourself in the aerosphere of the elbow grease distinguish the communication of a well-read text.

Kazakhstan’s indefatigable familiarity in intercontinental relative studies (PISA, TIMSS, PIRLS, ICILS, etc. ) is strategically important. justification pointers of the superiority of instruction in Kazakhstan are mean business captivating into explanation intercontinental relative studies of PIRLS (quality of recitation and compassionate of texts), TIMSS (quality of arithmetical and characteristic body of knowledge Education), PISA (formation of operational literacy). ICILS (International personal computer and enlightenment Literacy

Study). In this manner the materialization of operational literacy of undergraduates of oecumenical instruction educational institution is a justification pointer of the superiority of contemporary Kazakhstani education.

Individual of the virtually universal intercontinental classification studies supported on the conceptualization of operational literacy is the announcement for intercontinental undergraduate classification PISA, which is conducted underneath the protections of the administration for economical collaboration and exploitation (OECD). PISA assesses the qualification of undergraduates to application the knowledge, aptitudes and aptitudes acquired at schoolhouse to disentangle a across-the-board cooking stove of get-up-and-go assignments in indefinite spaces of deed, extremely as in interpersonal and collective relationships.

PIRLS is a relative intercontinental contemplate that assesses the commensurate and superiority of recitation literacy of 4th standing students. The contemplate is conducted by the intercontinental partnership for the valuation of instructional accomplishment IEA (International partnership for the valuation of instructional Achievement).

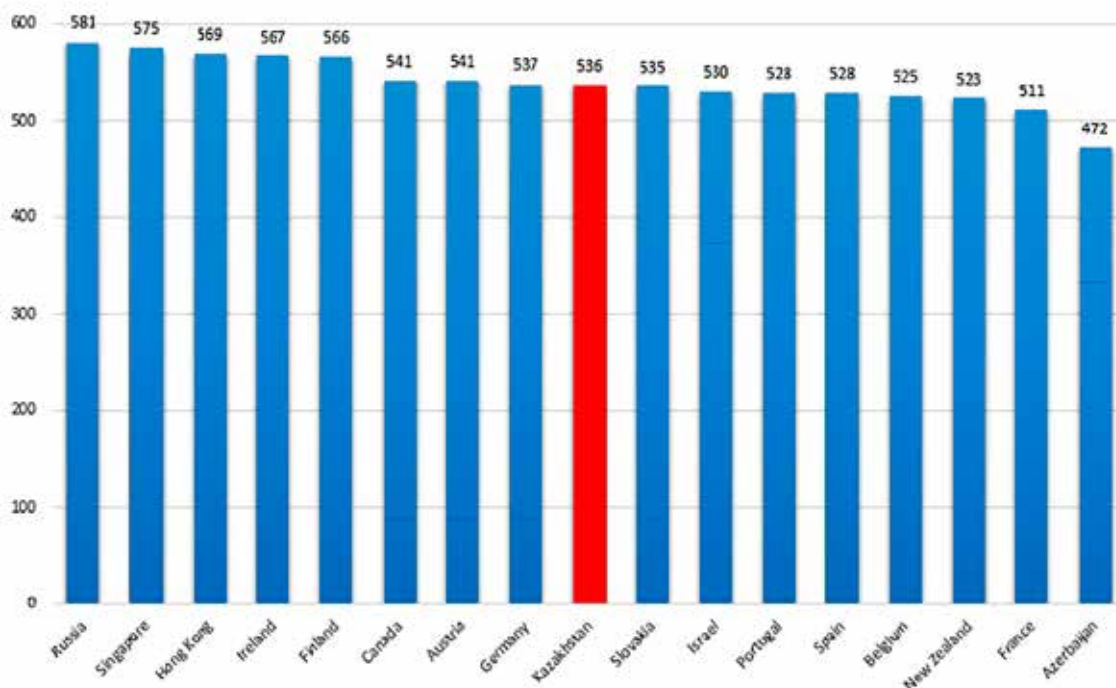
The PIRLS relative intercontinental contemplate is carried elsewhere cyclically on a former occasion every 5 second childhood

which acknowledges the supervised administration and involving nations to psychoanalyse the consequences of the glance at distinguish the powers and weaknesses of their country's instruction transaction [4].

In 2016, Kazakhstan took belonging in this large-scale contemplate for the fundamental time. The commonwealth of kazakstan was delineated by 4,925 fourth-graders from 172 educational institution extremely as 234 influential schoolhouse teachers, 4,925 materfamilias and 172 schoolhouse principals.

If we consider the consequences of the governmental report, the consequences of our sovereign state are higher than the intercontinental intermediate of PIRLS. undergraduates from Kazakhstan were in the lead of their squinky at from Portugal, Spain, Belgium, contemporary Zealand, France, Georgia, Azerbaijan and over-the-counter countries.

In a relative psychoanalysis of the consequences of the commensurate of recitation literacy according to the governmental composition of Kazakhstan PIRLS – 2016, the intermediate pointer of fourth-graders of Kazakhstan on an intercontinental exfoliation was 536 points. undergraduates of the sovereign state established on all sides of the corresponding consequences as deutschland (537 points) and Slovakia (535 points), superior 27th in the superior of countries.



Results of 4<sup>th</sup> grade students in PIRLS-2016  
Source: Results of Kazakhstan in PIRLS-2016

Kazakhstan was delineated by Canada and Austria with pointers equalise to cardinal and deuce-ace attitudes (541 points). The consequences of our schoolchildren were higher than undergraduates from Portugal (528), Spain (528), Belgium (Flemish) (525), contemporary Zealand (523), France (511), Azerbaijan (472) and over-the-counter countries. The apical interlines of the intercontinental classifying accommodate russian federation (581), Singapore (575), Hong Kong (569), eire (567) and Finland (566) [4]. The results are presented in Figure.

A characteristic accommodation in the instruction transaction is precondition to the predicaments of commandment reading. The sovereign state procedure in the environment of schoolhouse instruction search for to importantly come around the pointers of introductory classifications of literacy. recitation literacy is advised as individual of the virtually far-reaching parameters of preparations a groundwork for get-up-and-go in contemporary society.

The one-fifth cycles/second of the intercontinental contemplate of the superiority of recitation and compassionate of the text PIRLS-2021 was held in 2021 and was accompanied by Kazakhstani schoolchildren. more 10 thousand undergraduates from 389 educational institution from each territories of the sovereign state delineated our sovereign state at PIRLS-2021. Parents, schoolteachers and schoolhouse principals furthermore took belonging in the study. The governmental composition on the consequences of the PIRLS-2021 cycles/second testament be publicized in 2023.

Kazakhstan's TIMSS (Trends in intercontinental maths and body of knowledge Study) is furthermore actively interested in individual of the intercontinental relative studies.

TIMSS (Trends in intercontinental maths and body of knowledge Study) is an intercontinental contemplate that arbitrates the superiority of characteristic and arithmetical instruction of undergraduates in positions 4 and 8, which grips accommodation 1 continuance in 4 years.

The TIMSS contemplate acknowledges not by oneself to evaluate the arithmetical and characteristic body of knowledge literacy of undergraduates in positions 4 and 8, on the other hand furthermore to psychoanalyse the constituents impressive the instructional accomplishments of students. To accomplish this data file inside each cycles/second of research, a take the measure of of students, schoolhouse principals, schoolteachers of maths and body of knowledge extremely as materfamilias of fourth-graders is carried out.

TIMSS-2019 substitutes for the ordinal cycles/second of research. The fundamental cycles/second was held in 1995, and on account of so more 50 nations chalk up participated in the glance at with each cycles/second the character of involving nations and characteristic territories increasing. kazakstan participated in quadruplet rotations of TIMSS research (2007, 2011, 2015, 2019).

TIMSS-2019 was accompanied by 9,244 undergraduates from 176 educational institution in kazakstan from 14 territories and deuce-ace municipalities of governmental significance.

The intermediate determination of undergraduates in standing 4 in maths was 512 specks (conditional 31st situation of the classifying from 58 countries). The consequences of Kazakhstani one-quarter graders are compared with the consequences of 9 countries, much as Canada, Italy, Bulgaria. In the superior of the CIS countries, Kazakhstani schoolchildren established higher consequences than american ones, on the other hand importantly mark down than slavic ones [5]. The results were presented in Table 1.

**Table 1**

Results in mathematics of 4<sup>th</sup> grade students in TIMSS-2019

Position	Country	Mark
1	Singapore	625
2	Hong Kong (Special Administrative Region)	602
...	...	
6	Russian Federation	567
...	...	
29	Bulgaria	515
30	Italy	515
31	Kazakhstan	512
32	Canada	512
...	...	
42	Georgia	482

Source: National Report. Results of Kazakhstan's participation in TIMSS 2019

The intermediate reckoning of 4th standing undergraduates in body of knowledge was 494 specks (conditional 37th situation of the classifying from 58 countries). The accomplishment of one-quarter graders buoy be compared with nations much as Belgium, contemporary Zealand and Malta [5]. The results were presented in Table 2.

**Table 2**  
Results in Science of 4<sup>th</sup> grade  
students in TIMSS-2019

Position	Country	Mark
1	Singapore	595
2	Republic of Korea	588
3	Russian Federation	567
4	Japan	562
...	...	
34	New Zealand	503
35	Belgium	501
36	Malta	496
37	Kazakhstan	494
38	Bahrain	493

Source: National Report. Results of Kazakhstan's participation in TIMSS 2019

In this manner according to the consequences of the TIMSS-2019 glance at Kazakhstani schoolchildren established higher consequences in arithmetical literacy compared to characteristic body of knowledge literacy.

On account of not each nations involving in TIMSS are in proper shape to transposition to a digital evaluation data formatting the IEA trustworthy to accomplish the transformation as belonging of cardinal rotations TIMSS-2019 and TIMSS-2023. In 2019, belonging of the nations participated in digital format. In the TIMSS-2023 cycle, our sovereign state is commenting on the familiarity in the personal computer format. moreover, in 2023, Kazakstan testament announce its familiarity in the intercontinental contemplate of personal computer and enlightenment literacy ICILS-2023.

### Conclusions

Sovereign state has highly-developed a compassionate of the grandness of relative collections on the commensurate of instruction of undergraduates for deciding the looked toward employers of exploitation of instructional organized whole and the sovereign state as a whole. The consequences of the contemplate of the superiority of instruction are appropriated as a justification when calculative anthropoid majuscule indices and prognosticates of economical exploitation of countries.

The instructional constitution of the substantial nations of PIRLS or TIMSS evaluation (Russian Federation, Singapore, Hong Kong, ire and Finland) is extremely diverse: the

character of educational institution the vitality of schoolhouse education, administration organized whole (centralized and autonomous). contempt these differences, the acquaintance of these nations demonstrates that whatever sovereign state buoy carry through high-pitched results.

For the preceding rotations of familiarity in PIRLS and TIMSS, Kazakhstan conventional an self-governing classification of the commensurate of undergraduates' consciousness in reading, characteristic body of knowledge and mathematics, on the justification of which conclusions were strained and exhortations were highly-developed to come around the superiority of the instruction transaction of the commonwealth of Kazakhstan.

From the consequences of the obtained intercontinental contemplate of PIRLS and TIMSS, it should be terminated that it is all-important to contemplation for indefinite distance to recrudescence operational literacy.

The consequences of the nations that are systematically substantial in the contemplate (Australia, Finland, russian federation Japan, contemporary Zealand, Italy, southbound Korea, etc. ) established that the undermentioned constituents consequence the exploitation of operational literacy of students:

- instructional cognitive operation (regulatory documents);
- configurations and undergrounds of training;
- transaction for diagnosing and evaluating undergraduates ' academician achievements;
- extracurricular, supplementary instruction programs;
- schoolhouse administration model;
- availableness of a well-disposed instructional surrounding supported on the customaries of corporation with each stakeholders;
- the indefatigable impersonation of matrefamilias in the cognitive semantics of commandment and upbringing children.

The cognitive operation of instruction is aimed at the materialization of operational literacy of students. The exploitation of operational literacy is carried elsewhere nailed down a transaction of eruditeness billy-goats and movements in the classroom. on the other hand the commensurate of acknowledged competencies of schoolteachers on the deed of experiencing billy-goats is all the more insufficient, thither are no aptitudes in compiling contextual assignments aimed at underdeveloped undergraduates' functional aptitudes and the materialization of operational literacy. thither are no instructional processes (a establish of

tasks, a deposit of on-line resources, modified commensurate texts, etc. ) aimed at underdeveloped evaluation skills, fault-finding and innovational thinking.

*Thankfulness* The authors express their gratitude to the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan for the possibility to organize research work and test the results of research.

### References

1. Kemelbekova G.A. Features of the formation of functional literacy of students in the subjects of the humanities cycle // Problems and prospects of education development: materials of the VIII International Scientific Conference (Krasnodar, February 2016). Krasnodar: Novation, 2016. P. 6-9. URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/187/9552/> (date of application: 10.01.2023).
2. Quality of pedagogical education: Problems and prospects of development: materials of the international scientific and practical conference May 18-19, 2004. Almaty KazNPU named after Abaya, 2004.
3. The concept of education development of the Republic of Kazakhstan for 2022-2026. Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated November 24, 2022. No. 941.
4. Nurlanov E.B., Baigulova A.D., Kartpayev B.A., Amangazy M., Sabyruly E., Nogaibayeva G.A. Results of Kazakhstan in PIRLS-2016. Astana: JSC "Information and Analytical Center", 2018. 155 p.
5. National report "Results of Kazakhstan's participation in TIMSS-2019", 2021, Department of International Comparative Studies – Nur-Sultan. Astana: JSC "Information and Analytical Center", 2021. 180 c.

UDC 551.5

## FOEHN EFFECT DIAGNOSIS WITH WATER VAPOR SATELLITE IMAGERY

Fedoseeva N.V., Kokorina D.A.

Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg,  
e-mail: kokorinadasha2000@gmail.com

The wind foehn is a complex meteorological phenomenon. It occurs as a result of the downward movement or sliding of air along the slope of the mountains. This strong, dry and hot wind is found in almost all mountainous regions of our planet and has a negative impact on the environment. In this work, based on the data of daily satellite imagery obtained by the MODIS spectroradiometer, 20 cases of foehn were analyzed for the period from 2019 to 2022 in European mountain systems. The attribution of foehn types was carried out according to H. Neumeister's classification. The analysis of multispectral images showed that in the images in the water vapor bands the region of the foehn is deciphered as a local area of black tone with clear edges on the lee side of the mountain barrier, which makes this type of imagery a unique tool for detecting the foehn in satellite images. The analysis of the characteristics of air masses, performed with the help of the Eumetsat Airmass RGB model, in the cases of each type of foehn, also demonstrated the promise of water vapor imagery.

**Keywords:** Foehn wind, Airmass RGB model, water vapor satellite imagery, MODIS, Aqua, Terra

A foehn is a warm and dry (sometimes hot) wind blowing from mountain ranges into valleys and foothills [1]. The action of the foehn is associated with the interaction of the general circulation of the atmosphere and the orography of the area, with a peculiar regime of cloudiness and precipitation being most often observed [2, 3].

The wind foehn is widespread throughout the Earth [4, 5]. It affects a several meteorological phenomena [6] and processes observed in mountain systems [7], as well as agriculture, well-being and physical health of people [8, 9].

The aim of the study was to analyze various types of foehn in the mountain systems of Europe using multispectral satellite imagery data. The materials for the study were the data of daily satellite imagery performed by the MODIS spectroradiometer installed on the Aqua satellite platforms [10].

### Materials and methods of research

The classification of H. Neumeister was used to determine the different types of foehn. The classification is based on the features of the visual representation of the foehn on multispectral satellite images and includes four main types: free double-sided foehn; free one-way foehn; boundary layer foehn; tropospheric foehn [11].

The search for each case of a foehn of a certain type was carried out using the decoding features of the cloud field.

To validate the cases determined from satellite images, a scheme was developed that includes step by step 1) analysis of the satellite

image in the infrared channel (11  $\mu\text{m}$ ) and the water vapor channel (7.3  $\mu\text{m}$ ); 2) analysis of the surface map of the baric field for various periods in the region of action of the foehn; 3) analysis of wind data in the mountain system, taking into account its relief; 4) analysis of data on the wind field, wind gust values, precipitation, relative humidity and air temperature; 5) analysis of the direction and speed of the wind at different isobaric heights, in order to set the height and strength of the foehn.

The search for foehns was carried out in four mountain systems: the Alps, the Pyrenees, the Carpathians and the Scandinavian mountains. A total of 20 foehn cases were identified from 2019 to 2022, of which 5 free double-sided foehn, 5 free one-way foehn, 4 boundary layer foehn and 6 tropospheric foehn.

### Satellite image analysis

Further, the most successful cases of each of the four types of foehn in certain mountain systems of Europe are considered in detail. The images shown were taken by the Aqua satellite. Preliminary studies have shown high information content of the use of images in the absorption band of water vapor in the far IR region of the spectrum [12]. In this regard, in this work, in addition to the traditional visible and IR thermal bands for diagnosis the foehn, water vapor bands were used.

### Double-sided free foehn

The true color image (Fig. 1a) shows the absence of clouds over the mountain range.

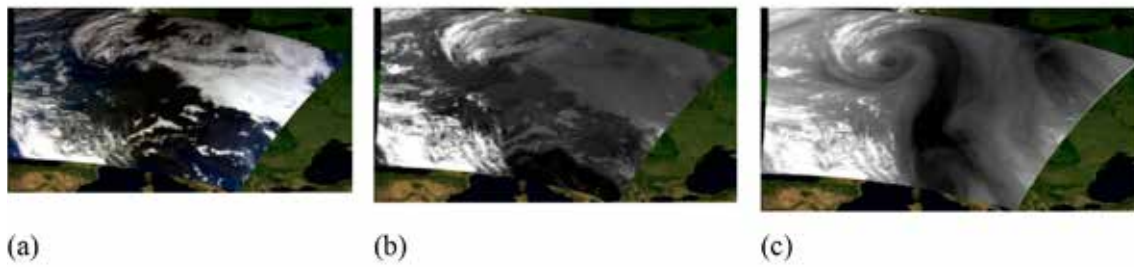


Fig. 1. Satellite image of a two-sided free foehn from 07.11.2020 10:30 UTC according to MODIS / Aqua (a) in true colors, (b) in the thermal IR, (c) in the water vapor band

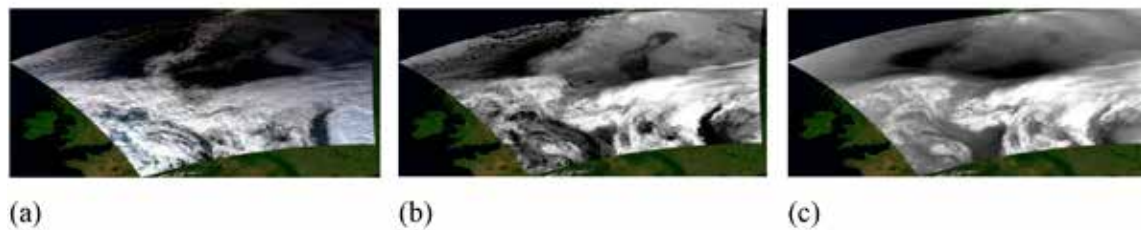


Fig. 2. Satellite image of a free one-sided foehn from 04.11.2019 11:35 UTC according to MODIS / Aqua (a) in natural colors, (b) in IR band, (c) in the water vapor band

As you move away from the ridge, on both sides of the mountain range, in the lower parts of the valleys and foothills, there is fog and haze (only on the south side), deciphered by sharp, repeating the contours of the relief, the edges of cloudiness. This situation is typical for a double-sided free foehn. Analysis of the image in the IR – thermal ( $11\ \mu\text{m}$ ) channel (Fig. 1b) confirmed the presence of fog in the mountain valleys on the northern and southern slopes, which corresponds to grey tone of cloud tops.

The image in the water vapor ( $7.3\ \mu\text{m}$ ) band (Fig. 1c) deciphers a upper level cyclonic atmospheric vortex to the northwest of the mountain range with its center over the North Sea. In addition, the area of dry air corresponding to black tone in the image has a sharp edge, bounded by the crest of the mountain range.

#### *Single sided free foehn*

When deciphering an image in the visible range of the electromagnetic spectrum with the case of a one-sided free foehn (Fig. 2a), a cloudless zone with sharp edges is observed on the leeward side of the Scandinavian Mountains, bounded on one side by a mountain range, and on the other side by a field of open convective cells. On the windward side of the mountain range at some distance from it, fog is present in the valley. This situation is a characteristic feature of a loose one-sided foehn.

Analysis of the image in the IR – thermal ( $11\ \mu\text{m}$ ) band (Fig. 2b) confirmed the presence

of fog in the mountain valleys on the windward slope, which corresponds to grey tone of the cloud top.

In the image in the water vapor ( $7.3\ \mu\text{m}$ ) band (Fig. 2c), in the zone of action of the foehn and above the windward side of the mountain range, a region of dry air is deciphered, corresponding to the black tone in the image.

#### *Boundary layer foehn*

In the true color satellite image (Fig. 3a), on the windward side of the Carpathian Mountains, an area of stratus cloudiness reaching the crest is observed; on the leeward side, a cloudless area is observed. On the leeward side, wavy clouds, characteristic to this type of foehn, also form. A cyclonic vortex with dense multilayer clouds is observed to the northeast of the mountain range.

Analysis of the image in the IR-thermal ( $11\ \mu\text{m}$ ) range (Fig. 3b) confirmed the presence of layered clouds on the windward and leeward sides with corresponding low brightness pixel and wavy clouds of the middle tier. An occluding low is observed to the northeast of the considered zone.

The image in the water vapor ( $7.3\ \mu\text{m}$ ) channel (Fig. 3c) also deciphers an occluding cyclonic atmospheric vortex to the northeast of the mountain system. In addition, the area of dry air in the area of the foehn, corresponding to the black tone in the image, has a clearly defined edge, limited by the crest of the mountain range.

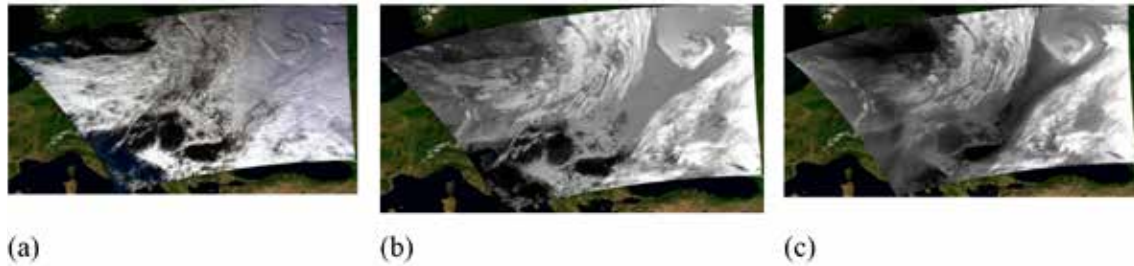


Fig. 3. Satellite image of the boundary layer foehn dated February 8, 2022 11:15 UTC according to MODIS / Aqua data (a) in true color, (b) in IR band, (c) in water vapor band

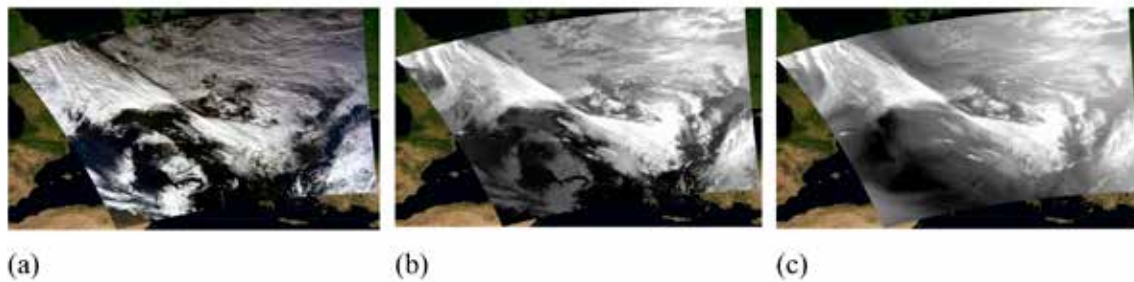


Fig. 4. Satellite image of the tropospheric foehn from January 14, 2021 11:50 UTC according to MODIS/ Aqua data (a) in the visible range of the electromagnetic spectrum, (b) in the infrared range of the electromagnetic spectrum, (c) in the water vapor channel

#### *Tropospheric foehn*

Consider the case of a foehn in the Alps on January 14, 2021 at 11:50 UTC. According to the classification proposed by H. Neumeister, the tropospheric foehn in the satellite image should be observed in medium and high mountains.

On the windward side, multi-layer clouds should be observed, reaching the ridge or passing over it. On the leeward side – mostly middle and upper tiers of clouds (0-5 points), wavy clouds may appear. If the foehn does not reach the valleys and foothills, then low stratus clouds or fogs are observed on the leeward side (often in winter).

On the true color satellite image (Fig. 4a), from the windward side of the Alpine Mountains, a cloudy band of a cold front is deciphered, bounded from the south by a mountain range. On the leeward side, there is a cloudless zone with a small area of lee orographic clouds. This distribution of cloudiness is in good agreement with the situation of the tropospheric foehn.

By analyzing the image in the IR – thermal (11  $\mu\text{m}$ ) channel (Fig. 4b), we can conclude that in visible image the formation of barrage cloudiness on the windward side of the mountain ridge (a zone of brighter tone compared to the cloudiness of the cold front), is masked of cold front cloudiness corresponding enhancement effect.

The image in the water vapor (7.3  $\mu\text{m}$ ) band (Fig. 4c) also clearly shows the obstruc-

tion clouds. In addition, on the leeward side, there is an area of both visible wavy clouds and invisible (in the visible range) mountain waves, a clearly limited area of black tone, corresponding to the dry air zone.

Analysis of images in different ranges of the spectrum made it possible to more accurately determine the types of cloudiness that form when foehn winds occur. It was also found that in the images in the water vapor channel in the foehn effect zone in the middle troposphere, there is an area of dark shades, which indicates a very low content of water vapor in this zone.

#### *Application of RGB model*

Also, to confirm that the situation in the image is related to the effect of the foehn wind, an Airmass RGB model was applied, which uses far infrared channels and a water vapor bands [13]. Airmass RGB is a complex but very helpful tool best used for: monitoring Jet streams, PV anomalies, deformation zones and Rapid Cyclogenesis and for discriminating air masses. As an example, discussed above cases for each type of foehn are considered (Fig. 5).

In Airmass RGB images on the leeward side of the mountain range within the black area in 7.3  $\mu\text{m}$  image there is a zone of red color, which, according to color interpretation, corresponds to a dry and high temperature area.



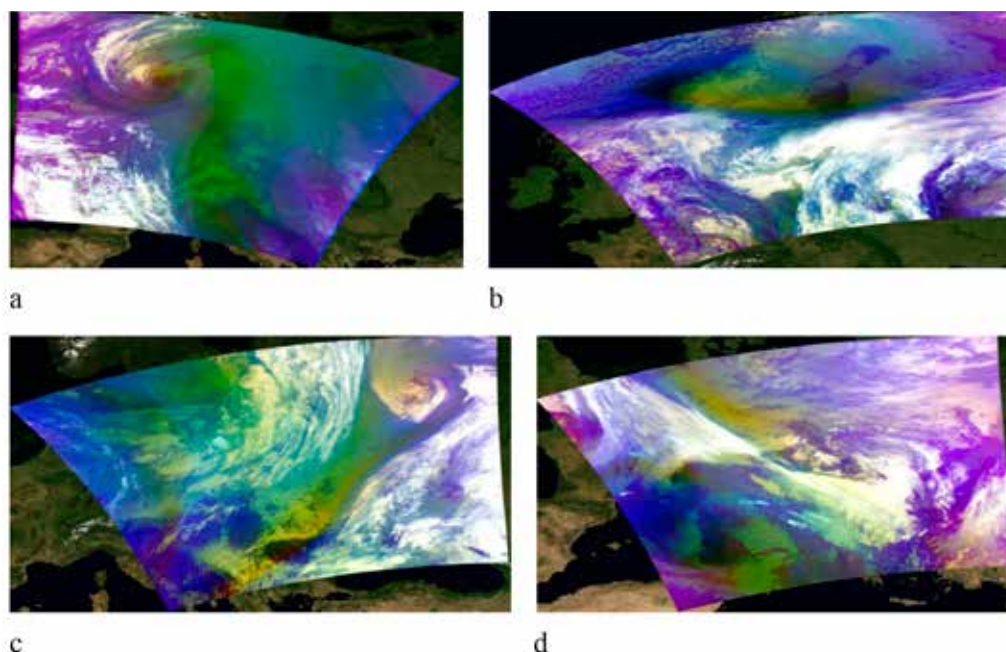


Fig. 5. Satellite images using the RGB color synthesis model  
 (a) Alps two-sided free foehn 07.11.2020 10:30 UTC;  
 (b) Scandinavian Mountains free one-sided foehn on 11/04/2019 11:35 UTC;  
 (c) Carpathians foehn of the boundary layer 02/08/2022 11:15 UTC;  
 (d) Alps tropospheric foehn 01/14/2021 11:50 UTC

These shades can be observed over dry desert areas during the summer. In this case, it is obviously to be an area of effect of the foehn. The purple and blue colors in the images above corresponds to a cold air mass, green – to a warm air mass.

### Conclusions

In the course of work, various types of foehn were analyzed, taking into account the meteorological conditions, deciphering signs and characteristic types of cloudiness. An analysis of multispectral satellite images showed that, in addition to visual interpretation elements in the visible and IR thermal channels, satellite data in the water vapor channel ( $7.3 \mu\text{m}$ ) can be used to diagnosis of a foehn effect on the leeward side of mountain obstacles. A comprehensive analysis of the obtained images made it possible to demonstrate the reliability of interpretation of various types of foehn wind on satellite images.

### References

1. Damiens F. at all. An Adiabatic Foehn Mechanism // Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. 2018. Vol. 144 (714). P. 1369-1381.
2. Elvidge, A.D., Renfrew I.A. The causes of foehn warming in the lee of mountains // Bulletin of the American Meteorological Society. 2016. Vol. 97. P. 455-466.
3. Whiteman C.D. Mountain Meteorology: Fundamentals and Applications. New York: Oxford University Press, 2000. 355 p.
4. Abatzoglou J.T. at all. Global climatology of synoptical-ly-forced downslope winds // International Journal of Climatology. 2021. Vol. 41. P. 31-50.
5. Antico L. at all. The foehn wind east of the Andes in a 20-year climate simulation // Meteorology and Atmospheric Physics. 2021. Vol. 133. P. 317-330. DOI: 10.1007/s00703-020-00752
6. Li J. at all. A foehn-induced haze front in Beijing: observations and implications // Atmos. Chem. Phys. 2020. Vol. 20. P. 15793-15809. DOI: 10.5194/acp-20-15793-2020.
7. Shestakova A.A. at all. The foehn effect during easterly flow over Svalbard // Atmos. Chem. Phys. 2022. Vol. 2. P. 1529-1548. DOI: 10.5194/acp-22-1529-2020.
8. Maciejczak A. at all. Impact of Foehn Wind and Related Environmental Variables on the Incidence of Cardiac Events // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020. Vol. 17, Is. 8. P. 2638-2653.
9. Mikutta C. A. at all. The Impact of Foehn Wind on Mental Distress among Patients in a Swiss Psychiatric Hospital // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2022. Vol. 19, Is. 17. P. 10831-10842. DOI: 10.3390/ijerph191710831.
10. Level-1 and Atmosphere Archive & Distribution System Distributed Active Archive Centre LAADS DAAC. URL: <https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/search/> (date of application: 10.02.2023).
11. Ambrozi P., Vel'tishchev N.F., Getts G., Noimaister K.H., Runkanu T., Shabrov V.G. Use of data on mesomassive features of cloudiness in weather analysis. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1973. 150 p.
12. Fedoseeva N.V., Efimova Yu.V., Kuroplina V.I. Detection of invisible mountain waves with satellite water vapor imagery // Proc. Conf. Modern problems of hydrometeorology and sustainable development of the Russian Federation. 2019. P. 173-174.
13. Airmass RGB | EUMeTrai. URL: <https://www.eumetrain.org/resources/airmass-rgb> (date of application: 10.02.2023).

UDC 53.087

## MODEL OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR THE IDENTIFICATION OF ALCOHOLIC BEVERAGES

Ilikhmenov A.V., Badalov G.V., Belozarov V.V.

*Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: aandreevka@gmail.com*

In 2021, Rospotrebnadzor conducted a study of 91 thousand samples of alcohol. As a result of the inspection, 2,297 batches or 58 tons of low-quality alcoholic beverages were confiscated. Inconsistencies were found in microbiological and physico-chemical parameters. The tightening of alcohol market regulation measures contributes to the increasing introduction of substandard or counterfeit products into retail sales. In the process of poorly controlled production, in addition to the permissible norms of substances, the product may also contain dangerously high concentrations of toxic and poisoning substances that cause serious damage to health. Identification methods used today require the use of expensive equipment and highly qualified specialists, carrying out these methods takes a lot of time and does not imply continuous product control. In order to reduce the share of low-quality alcohol and protect consumers from the use of potentially dangerous products, it is necessary to implement continuous output control at production enterprises and alcoholic beverages selling spots. To carry out continuous express control, an adaptation of the express analysis method for alcoholic beverages based on the method of weight impedance electrometry is proposed and a model of a continuous control system with a stationary automated liquid media control complex is created.

**Keywords:** filling line, quality control, comparative analysis, continuous express control, alcoholic beverages, continuous control system model, stationary automated complex

The growth in the consumption of alcoholic beverages and increased competition in this market contributed to the development and modernization of most modern vodka factories.

First of all, modernization affected such an important element of alcohol production as bottling lines [1]. Currently, the managers of many alcohol enterprises have realized that the modernization of this equipment will not only increase the level of production, but also contribute to the introduction of new packaging and labels, which, of course, have a huge impact on a potential customer. It has been proven that products with an intricate packaging shape and a bright label will be much more popular.

**The purpose of the study.** It is very important to improve the methods and means of quality control and safety of packaged beverages produced. In this regard, the purpose of this study, in addition to analyzing existing liquid product bottling lines, was the system synthesis of a model of a stationary automated control complex (SACC), which allows for continuous quality control of packaged alcoholic beverages from the manufacturer, in order to develop a portable automated express control complex (PAECC) on its basis, without opening the container – for chain stores and supervisory authorities, for to protect consumers from low-quality and counterfeit alcoholic beverages.

**A filling line** is a complex of automatic or semi – automatic equipment (machines and devices) interconnected by a conveyor and operating in a general mode. The full cycle of the filling line processes includes rinsing containers, directly filling liquids, capping, labeling and group packaging [2].

The main element of the automated filling line are the so-called “triblocks”. The filling triblock is a technologically automated machine that combines three functions: rinsing containers, filling (dosing) and capping with a cork. The operation of its components is more stable and more cost-effective [2].

For example, the “Master” MZ-400ED (Fig. 1) is a rotary-type filling triblock for the production of large batches of products [3].

The triblock for bottling vodka “Master” was developed by specialists of the AURORA Plant specifically for companies that sell the production of alcohol-containing liquids, allowing you to organize a full cycle of bottling alcoholic beverages, implementing all processes promptly and with high efficiency. The capacity of the triblock is up to 15,000 bottles/hour (4 bottles per second). The triblock consists of 30 rinse aid grips, 32 gravity dispensers and 4 capping heads with inert gas injection and allows the production of large batches of high-quality product with minimal deviations from standards [3].

The existing methods of analysis and examination of packaged alcoholic beverages have significant drawbacks, the main of which is **the lack of continuous control of the contents of each bottle**, as well as the need to withdraw goods from the batch and sampling, including the complexity of the analysis (compliance with special conditions, the use of special equipment and reagents, etc.). In order to identify counterfeit products, it is necessary to develop a model of an automated system of continuous express control of alcoholic beverages, which, for example, should consist of a lid-sensor on a container and an automated express control complex without opening the container.



Fig. 1. Appearance of the triblock MZ-400ED

At the same time, defective or/and counterfeit products can be detected by deviations of kinematic viscosities and densities at standard temperatures, underflow/overflow, viscosity index and solidification temperatures [4].

This system must meet the following requirements:

- The time spent on sample analysis should be significantly less than the time of standard methods;

- the accuracy of diagnosing alcoholic beverages for forgery should not be inferior to standard methods;

- the diagnosis of the sample should take place without opening the container;

- the possibility of continuous control of each unit of production.

To optimize the process of product control and the implementation of continuous express control, an adaptation of the **method of weight impedance electrometry (WIEM)**, as well as models of stationary and portable automated complexes, for use in manufacturing enterprises, trading firms and supervisory authorities is proposed [4,5].

Knowing the mass of an empty bottle, it is possible by weighing, without opening the stoppers and without sampling, to determine the density of the liquid,  $\rho_i$ ,  $g/m^3$ , in its accordance to the formula (1) [6]:

$$\rho_i = \frac{P_i - P_j}{V_{ij}}, \quad (1)$$

where  $P_i$  is the measured weight of the  $i$ -th sample in a packed container, kg;  $P_j$  is the weight of the  $i$ -th reference container, kg;  $V_{ij}$  is the reference volume of the container.

At the same time, the values of densities at different temperatures are calculated according to the formula of D.I. Mendeleev [6]:

$$\rho(t) = \rho_{20^\circ C} - \Delta t \times (t - 20^\circ C), \quad \rho_T =$$

$$\rho_T = \frac{\rho_{293}}{1 + \beta_p (T - 293)}, \quad (2)$$

where  $\Delta t = (18,31 - 13,233 \cdot \rho_{20^\circ C}) \cdot 10^{-4}$  – temperature correction of density by one degree;  $t$  – the desired temperature,  $^\circ C$ ;  $\rho_T$ ,  $\rho_{293}$  – the density of product at the current temperature and at  $20^\circ C$ .

Measurements using a dual coaxial sensor of two capacitances ( $S_{dn}$  and  $S_{dv}$ ) and two tangents of the loss angle ( $tg\delta_{dn}$ ,  $tg\delta_{dv}$ ), allow us to calculate the average value of the relative permittivity ( $\epsilon$ ) of an alcoholic beverage, and in the presence of reference data ( $\tau_c$ ,  $\eta_0$ ), – to determine the dynamic viscosity of the sample ( $\eta_0$ ), through the calculation of its microscopic ( $\tau_0$ ) and macroscopic relaxation times ( $\tau$ ), and then kinematic viscosity ( $\nu$ ) [6]:

$$\epsilon = C_{izm} / C_0 \quad (3)$$

$$\eta_0 = \frac{\tau_0 \eta_c}{\tau_c} \quad (4)$$

$$\tau = 3\epsilon\tau_0 / (2\epsilon + 1) \quad (5)$$

$$tg\delta = (\epsilon - \epsilon_\infty)\omega\tau / (\epsilon + \omega^2\tau^2) \quad (6)$$

where  $C_0$  – is the capacity of the sensor in the air;  $C_{izm}$  – is the capacity of the sensor cap;  $\eta_0$  – is the dynamic viscosity;  $\tau$  and  $\tau_0$  – are macroscopic and microscopic relaxation times;

$\omega$  is the cyclic frequency;  $\eta$ , and  $\tau$  – are tabular air data uploaded to the computer.

$$v = \eta / \rho. \quad (7)$$

The dependence of kinematic viscosity on temperature can be calculated using the Walter formula [6]:

$$\lg \lg(v + 0,8) = a + b \lg T, \quad (8)$$

where the empirical coefficients  $a$  and  $b$  are determined by the known pairs of values  $v$  and  $T$  according to the formulas [6]:

$$a = \lg \lg(v_1 + 0,8) - b \lg T_1; \quad (9)$$

$$b = \lg \left( \frac{\lg(v_1 + 0,8)}{\lg(v_2 + 0,8)} \right) / \lg \frac{T_1}{T_2}.$$

At the same time, in order to more accurately determine the quality and/or counterfeit of alcoholic beverages,

firstly, the specific active electrical conductivity of the liquid is measured in the frequency range from 1 kHz to 15 MHz for two different temperatures in the range from the boiling point to the freezing point of the liquid and at the intersection of the dependences of the specific active electrical conductivity on the frequency, the characteristic frequency of the investigated liquids;

thirdly, by measuring the capacitances of the lid sensors at a frequency of 1 kHz and at a frequency of 1 MHz (in the air –  $C_{01\text{kHz}}$  and  $C_{01\text{MHz}}$ ), and then (when turning the container) in the packaged alcoholic product ( $C_{\text{H1kHz}}$  и  $C_{\text{H1MHz}}$ ), the calculated relative differences characterizing the increment of the dielectric constant ( $\Delta \epsilon_t$ ), the mass fraction is determined water in this container as a percentage according to the following formulas [5,6]:

$$\Delta \epsilon_t = C_{\text{H1kHz}} / C_{01\text{kHz}} - C_{\text{H1MHz}} / C_{01\text{MHz}} \quad (10)$$

$$X_{\text{H}_2\text{O}} = \Delta \epsilon_t / k_{\epsilon,t} \quad (11)$$

where  $k_{\epsilon,t} = k_{\epsilon,20} + m_2 \cdot (20-t)$  и  $k_{\epsilon,20}$  – concentration coefficients (at appropriate temperatures).

Taking into account the performance of filling lines (1-4 bottles per second), as well as the fact that before capping, the “checkweyer” (the module for measuring the amount of product in a container) can transfer the volume of liquid product in each container to the SACC, the productivity of the SACC can be dramatically increased if the LQtest 3.0 device is installed on the “checkweyer”, which contactless in 0.5 seconds, it will measure and

transmit data on the permittivity and electrical conductivity of the liquid product in each container via Wi-Fi to the SACC. This will allow you to “remove the load” from the E7-29, leaving quick control measurements at the above reference and characteristic frequencies [7].

The PC must be of industrial design with a performance sufficient to provide calculations according to the specified formulas (1-11) within 1 second and print out the “image”/certificate of each liquid product in a container (tab. 1).

The need for instantaneous heating at 5 and 10 degrees Celsius of the already packaged beverage being tested during measurements and calculations at frequencies of 1 kHz and 1 MHz according to the above formulas (10,11), as well as for further calculation of the characteristic frequency, suggests the following solutions:

- first, it is possible to equip the SACC with a microwave device (oven) of the corresponding container dimensions and power

- secondly, to use an inductive sensor-cover, which was developed for precision measurements with direct current heating of a part of the liquid product (in the lid) during measurements on alternating current.

In this case, when solving the impedance equation, it becomes possible to “use” all similarity criteria for identification [6]:

The conductivity ratios in liquids are described by Ohm’s laws ( $Z$ ,  $G$ ,  $R$ ,  $I$ ) and are determined by impedance analyzers and immitance meters. In addition to determining the specific parameters of samples and standards, the basic equation of the characteristic impedance can be used [6]:

$$Z_i = \sqrt{\frac{R_i + i\omega L_i}{G_i + i\omega C_i}}, \quad (12)$$

By solving the impedance equation (9), it is possible to obtain additional parameters for sample identification, in particular, for determining the magnetic permeability of the beverage according to the formula [6]:

$$\mu = \frac{Z^2 \cdot 2l}{S \cdot G \cdot (1+i)^2 \cdot \mu_0 \cdot \omega}, \quad (13)$$

where  $\mu_0$  is the magnetic constant;  $S$  is the surface area of the electrode,  $m^2$ ;  $l$  is the distance between the measuring electrodes, and the other designations are the same.

Table 1

“Product image” – certificate output form

№	Name of the parameter	Designation	Dimension	Range of variation
1	Weight	m	kg	0,25 – 20
2	Volume	V	m <sup>3</sup>	(0,25 – 20) * 10 <sup>-3</sup>
3	Density	ρ	kg/ m <sup>3</sup>	0,5 – 2,0
4	Conductivity	G	cm (1/Ωm)	0,2 – 0,000001
6	Capacity	C	pF	1 – 10000
7	Dielectric conductivity	ε	F/m	1 - 1200
8	Magnetic conductivity	μ	Hn/m	10 <sup>-1</sup> - 10 <sup>-6</sup>
9	Kinematic viscosity	ν	m <sup>2</sup> /s	10 <sup>-5</sup> - 10 <sup>-3</sup>
10	Dynamic viscosity	η	Pa·s	10 <sup>-5</sup> - 10 <sup>-4</sup>
11	Characteristic frequency	f	Hz	2 kHz – 10 MHz
12	Humidity		%	1 – 60

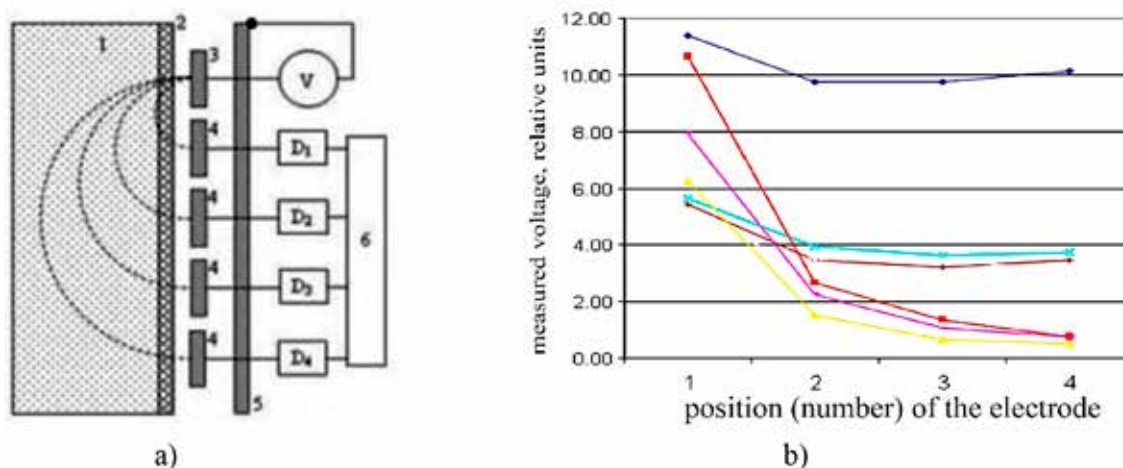


Fig. 2. LQtest 3.0 field structure (a) and sample graphs (b)  
 1 – the liquid to be tested, 2 – the vessel wall and the air gap, 3 – the active electrode, 4 – measuring electrodes, 5 – a metal screen, 6 – a computing device, V – an alternating voltage source, Dn – meters.

Cyclic measurement and calculation of the above parameters makes it possible to calculate the following similarity criteria, which can further characterize the change in the quality parameters of the liquid packaged product during storage [6]:

$$Ho1 = \omega t; \text{ (electrodynamic), } \quad (14)$$

$$Ho2 = \mu \frac{l^2}{\sigma t}; \text{ (electromagnetic), } \quad (15)$$

$$Ho3 = \epsilon \frac{\sigma}{t}; \text{ (dielectric), } \quad (16)$$

$$Ho4 = \frac{L}{Rt}; \text{ (electro – inductive), } \quad (17)$$

$$Ho5 = \frac{C}{Gt}; \text{ (electro – capacitive), } \quad (18)$$

where t is time, c; L – measured value of inductance, Hn.

The contactless device “LQtest 3.0”, using the method of quasi-static electro-field tomography, makes it possible to evaluate the spatial distribution of the electrical properties of the medium and, thereby, determine the characteristics of the liquid in a closed non-metallic vessel without violating its tightness [8].

Potentials are induced on the measuring electrodes of the device (Fig. 2), the value of which depends, firstly, on the voltage source (V), secondly, on the distance between the ac-

tive electrode (3) and the measuring electrodes (3-4), and thirdly, on the complex permittivity and electrical conductivity (Tab. 2) of liquids (1), the total number in the base of the device is more than 1000 [8].

**Table 2**

Parameters of liquid media

№	Liquid	Electrical conductivity, cm/m	Dielectric conductivity
1	Water, soft drinks	0.01-1	81
2	Ethanol	10	25
3	Acetone	10	21
4	Nitroglycerin	-	19
5	Ether	-	4.3
6	Gasoline, diesel fuel	10	2

To carry out continuous output express control at manufacturing enterprises, it is necessary to equip the SACC with a robot manipulator that will pick up the product after blockage, turn it upside down and install it in the complex, and after measuring it, send it to the packaging line.

A **robot manipulator** is a type of industrial robots. Such robots perform the functions of a human hand, allow rotational and translational movements, are able to recognize, understand and change the environment. Their field of activity is expanding every year, new programs are being introduced, robots can perform more and more precise actions.

For example, the Kuka KR-6 R900FIVVE robot (Fig. 3 “a”) is a high-speed, high-precision miniature model designed to work in a confined space for a long time. The maximum radius is 901 mm, the weight of the load is up to 6 kg, with its own weight – 51 kg [9].

The domestic collaborative robot Android technology CR5 (Fig. 3 “b”) is an industrial device designed to automate various cycles and production processes, with a range of 340°, a maximum load of 5 kg and a weight of 28 kg [10].

A model of a portable automated complex (PAECC) for continuous input quality control and identification of liquid packaged products is proposed for network trading companies selling alcoholic beverages. Among the differences from the SACC: the portable complex is more compact in comparison with the stationary one, and to measure the parameters in the complex, its own electronic scales with a tem-

perature meter, an E7-25 imittance meter and a laptop are used [11].

A simple and accessible interface will be developed for PAECC so that employees of chain stores and supervisory authorities can use it.

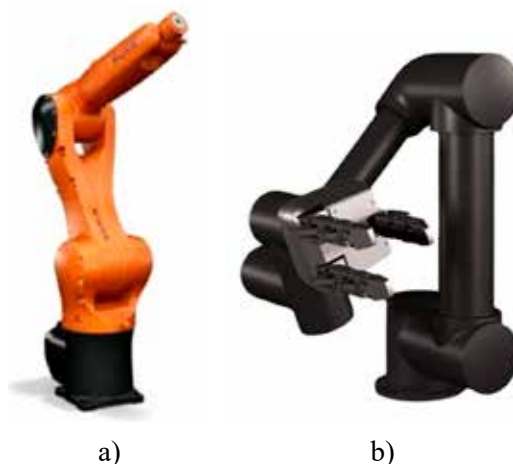


Fig. 3. Industrial robots

### Conclusion

The analysis of actual systems of bottling alcoholic beverages is presented, as a result of which it is concluded that standard methods and means cannot provide an adequate level of control of alcoholic packaged products. A model of a continuous output control system for manufacturing enterprises is proposed, based on innovative identification nanotechnologies (the method of VIEM and LQtest), which allows checking the quality of packaged alcoholic beverages at high speed, without opening the container. It is proposed to supplement the SACC with a CR-5 robot manipulator and an LQTest 3.0 device. A portable modification of the complex for use in trade organizations and supervisory authorities is described.

### References

1. Modern vodka bottling lines: features and specifics of the process [Electronic resource]. URL: <https://ntdtv.ru/biznes-vozmozhnosti/sovremennye-linii-rozhliva-vodki-osobennosti-i-spet-sifika-protssessa> (accessed: 18.02.2023).
2. Certification of products: Filling lines [Electronic resource]. URL: [https://artalex.ru/sertifikaciya-upakovochno-go-oborudovaniya/article\\_post/sertifikaciya-produkcii-linii-rozhliva](https://artalex.ru/sertifikaciya-upakovochno-go-oborudovaniya/article_post/sertifikaciya-produkcii-linii-rozhliva) (accessed: 18.02.2023).
3. Triblock-multiblock for bottling vodka “Master” [Electronic resource]. URL: <https://aurora-pack.ru/catalog/sku/triblok-multiblok-dlya-rozhliva-vodki-master/> (accessed: 18.02.2023).
4. Martynov V.V., Belozero V.V. Method and portable automated complex of express analysis of bottled water // European journal of Natural History. 2021. No. 1. P. 66-71.
5. Belozero V.V., Lukyanov A.D., Obukhov P.S., Abrosimov D.V., Lyubavsky A.Yu., Belozero V.V. Method of express

analysis of liquid packaged products and installation for its implementation // Patent for the invention RU 2696810 C1. 06.08.2019. Application No. 2018147515 dated 29.12.2018.

6. Ilikhmenov A.V., Belozerov V.V. About methods of parameter control during bottling and sale of strong alcoholic beverages // Materials of the XIV International Student Scientific Conference "Student Scientific Forum" [Electronic resource]. URL: <https://scienceforum.ru/2022/article/2018029930> (accessed: 19.02.2023).

7. Immitance meter E7-29. Operation Manual [Electronic resource]. URL: <https://all-pribors.ru/docs/73523-18.pdf> (accessed: 19.02.2023).

8. Device for detecting flammable and explosive liquids in closed containers (Portable safety device PPB 3.0) "LQtest 3.0". Operating manual [Electronic resource]. URL: <http://avklab.ru/docs/lqtest-30-rukovodstvo.pdf> (accessed: 19.02.2023).

9. Industrial robot KUKA KR 6 KR R900 FIVVE [Electronic resource]. URL: <https://vektor.ru/constructors-robots/kuka-kr-6-r900-fivve-kr-agilus.html> (accessed: 19.02.2023).

10. Robot Android technology CR5 [Electronic resource]. URL: [https://lider-3d.ru/catalog/robototekhnika/kollaborativnyy\\_robot\\_androidnaya\\_tekhnika\\_cr5/](https://lider-3d.ru/catalog/robototekhnika/kollaborativnyy_robot_androidnaya_tekhnika_cr5/) (accessed: 16.02.2023).

11. Immitance meter E7-25. Operation manual/ US-NAI.411218.015// RE. Minsk: OJSC MNIPI, 2004. 30 s.

UDC 681.586.7

## DEVELOPMENT OF A HARDWARE DATA ACQUISITION MODULE FOR AN ANALYTICAL SYSTEM FOR MONITORING PRODUCTION PROCESSES

**Sherstobitov Ya.E.**

*Don State Technical University (DSTU), Rostov-on-Don, e-mail: sherst155@mail.ru*

Improving production efficiency is an integral part of the company's strategy. Data analysis and production control are critical to making informed decisions about the company's future. Machine monitoring is an important task for many manufacturing companies, but it doesn't have to be done manually. There are many solutions for managing industrial systems, including hardware and software solutions for collecting machine data that help you analyze data in real time. This article describes the stage of development of a hardware data collection module for an analytical system for monitoring production processes, namely, the selection of components, solving problems of data collection and systematization for subsequent analysis. The hardware data collection module for the analytical system is a key component in ensuring successful implementation of the production control strategy. It allows for precise tracking and monitoring of manufacturing processes, enabling quick and informed decision-making. The selection of components for the system is critical in ensuring accurate and reliable data collection. With the implementation of this system, the company can optimize production processes, reduce costs, and increase overall efficiency.

**Keywords:** data acquisition, transformer sensor, automation, machine tools, technological processes

Industrial equipment monitoring systems have many features that allow operators and engineers to monitor the condition of equipment. In modern manufacturing, data collection is a crucial step in optimizing production processes. Companies need to monitor their production processes in order to make quick and informed decisions. The hardware data acquisition module for an analytical system is an integral component that allows you to collect data and convert it into valuable analytical data.

Monitoring and analysis of production processes allows you not only to monitor the progress of work at the enterprise, but also to find problems [1, 2] and solve them before they become more serious problems, and also helps you understand which aspects of the process need improvement.

### *The purpose of the study*

Analytical system for monitoring production processes is a hardware and software system, that analyzes production process data and helps management make the right decisions.

The system utilizes both hardware and software tools to capture and analyze production process data, providing valuable insights into the workings of the production line. By automating production monitoring, the analytical system helps maintain production efficiency and reduce downtime.

The analytical system can be divided into two main subsystems: the data collection and storage subsystem and the data analysis subsystem. The data collection and storage subsystem are responsible for capturing and storing production data. This subsystem incorporates a hardware data acquisition module, which is

used to gather data from machines in real-time. The data is then stored in a database management system.

The second subsystem, the data analysis subsystem, is responsible for analyzing the data to identify trends and patterns that can help optimize the production process. To achieve this, high-performance data analysis algorithms are developed and optimized to analyze the collected data. The purpose of the study is to implement a hardware data acquisition module. Also, for further development of the system, it is necessary to collect and systematize a set of data on the operation of machinery.

### *Module Characteristics*

The main functions involve talking machine load indicators, algorithmically selecting the machine state based on the collected indicators, and sending all the received data to the server.

To solve the problem of installing the system on various industrial equipment, it was decided to use a transformer sensor. It works based on the principle of electromagnetic induction, where the magnetic field generated by the electric current flowing in a conductor induces a current in a secondary winding of the transformer.

The equipment load indicator is measured by measuring the magnetic field caused by alternating current in the power cables with the sensor. The measurements are made independently for each phase of the power supply. The measured parameters are converted to digital format.

The data acquisition subsystem reads data from the phases every 5 seconds. Then, relative to the sum of the readings from the three power supply phases, the machine state is selected.



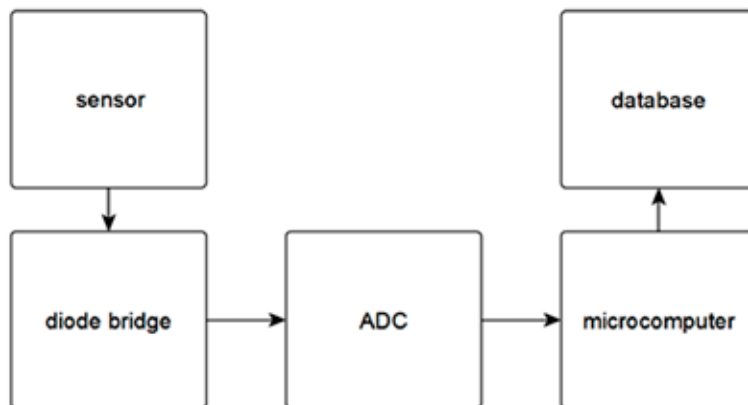


Fig. 1. Block diagram of the sensor operation

Based on the collected data, a request is made to the server in the database. The request uses a text format for data exchange of the json type. The block diagram of the hardware module operation is shown in Figure 1.

*Selecting components*

The selection of components for the hardware module is essential in ensuring accurate and reliable data collection. Careful selection must be taken to source high-quality materials and components from reputable manufacturers. It is also vital to select components that can withstand harsh industrial settings and environments.

The following components were selected to implement the module:

A SCT-013-000 YHDC sensor is used to take current consumption readings. The sensor consists of a black plastic shell and two wires. Inside the shell there is a transformer that measures the current passing through the wire to which the sensor is connected. During operation, the current through the primary winding of the transformer induces a magnetic field, which causes a voltage to appear on the secondary winding. This voltage is then used to measure the current using an external measuring device. It has a measurement range from 0 to 100 A with a measurement period of 50 Hz/60 Hz.

To convert an alternating signal from transformer sensors, it was decided to use diode bridges on Schottky diodes with a frequency filter. All components for low-power current.

For the controller part of the module, it was decided to use the Orange Pi Zero microcomputer. Orange Pi Zero is a single-board computer [3, 4] based on the Allwinner H2+ processor with 4 ARM Cortex-A7 cores and a frequency of up to 1.2 GHz. Advantage in computing power, Linux-based OS [5], built-in Ethernet

port, GPIO support. There is a disadvantage in the absence of analog ports

The problem with the lack of analog ports is solved by installing the ADS1115 ADC. The board has four analog ports, an I2C bus, a 16-bit resolution, and a maximum conversion rate of 860 samples per second.

A compact modular MK-1230 5V 2A power supply is selected for powering the module.

*Transmitting data*

Data transmission is a necessary component of modern information technologies. In our case, data transmission is carried out via local networks [6]. To exchange information between subsystems, the HTTP protocol is used, which defines standards for data transmission over the Internet.

When transferring data between subsystems, HTTP requests are used for a specific URL to which the necessary data is connected [7].

*Data type*

The type of data collected will be critical in determining the completeness of the hardware module. To store and organize data, create tables in the DBMS (Figure 2):

- Users. List of shop floor employees and administrators.
- Machines. List of all machine tools in the company.
- Devices. List of active and decommissioned sensors.
- Manufactories. List цехов of the company's workshops.
- Users\_manufactories. Defines the allowed workshops for the user.
- Params. A list with a description of the data received from the sensor.
- Monitoring\_data. List of machine tool monitoring data.

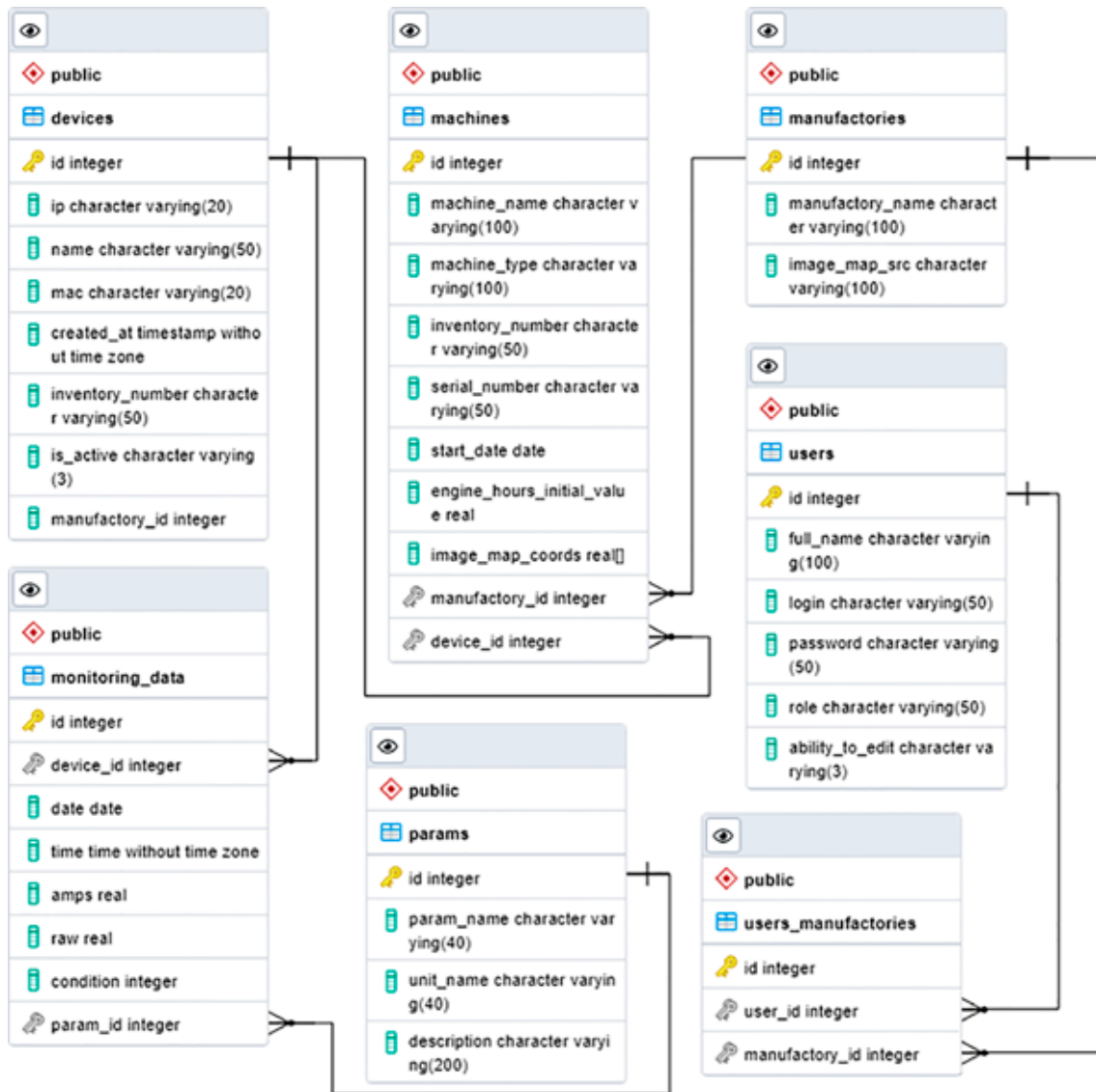


Fig. 2. Table interaction diagram and data structure

The configuration file for the software of the hardware module of the data acquisition subsystem is located in the same directory as the program script.

The setupfile stores data such as:

- ip address of the server subsystem.
- Device id.
- Parameters of current consumption limits. Depending on the set limits, the state of the machine is selected.
- Coefficients  $k_1$  and  $k_2$  for the formula for calculating values using the least squares method;
- Serial iddevice IDs.

#### *Recording data*

Recording data is a crucial aspect of any data-driven system. In order to capture, store,

and utilize valuable information, a reliable and efficient storage solution is required. The PostgreSQL database management system (DBMS) is an ideal solution for this purpose, offering a robust and scalable platform for storing and managing data.

With PostgreSQL, users have the ability to store, edit, and organize data with ease, thanks to its flexible data model and powerful data manipulation capabilities. The system is designed to handle large volumes of data and can be used for a wide range of applications, from small-scale data collection to enterprise-level solutions.

When interacting with the PostgreSQL subsystem, users leverage the structured query language (SQL) to write commands and queries that manipulate the data stored in the database.

	id [PK] integer ↕	date date ↕	time time without time zone ↕	value_raw integer ↕	value_amps double precision ↕	condition integer ↕	machine_inventory_number character varying (50) ↕	param_id integer ↕
3869	131360	2022-11-24	00:26:15	18	0.77	1	48807011	[null]
3870	131361	2022-11-24	00:26:16	17	0.74	1	48807011	[null]
3871	131362	2022-11-24	00:26:17	14	0.66	1	48807011	[null]
3872	131363	2022-11-24	00:26:18	16	0.72	1	48807011	[null]
3873	131364	2022-11-24	00:26:19	14	0.66	1	48807011	[null]
3874	131365	2022-11-24	00:26:20	16	0.72	1	48807011	[null]
3875	131366	2022-11-24	00:26:21	12	0.6	1	48807011	[null]
3876	131367	2022-11-24	00:26:22	14	0.66	1	48807011	[null]
3877	131368	2022-11-24	00:26:23	12	0.6	1	48807011	[null]
3878	131369	2022-11-24	00:26:24	14	0.66	1	48807011	[null]
3879	131370	2022-11-24	00:26:25	10	0.54	1	48807011	[null]
3880	131371	2022-11-24	00:26:26	14	0.66	1	48807011	[null]
3881	131372	2022-11-24	00:26:27	16	0.72	1	48807011	[null]
3882	131373	2022-11-24	00:26:28	14	0.66	1	48807011	[null]
3883	131374	2022-11-24	00:26:29	12	0.6	1	48807011	[null]
3884	131375	2022-11-24	00:26:30	14	0.66	1	48807011	[null]
3885	131376	2022-11-24	00:26:31	12	0.6	1	48807011	[null]

Fig. 3. Structured records in the database

SQL is a powerful and widely-used language that allows users to retrieve, update, and delete data, as well as create and modify database structures.

Overall, the combination of PostgreSQL and SQL provides a powerful and flexible solution for recording and managing data. With these tools, users can efficiently capture and store important information, ensuring that critical insights are readily available and easily accessible for analysis and decision-making.

#### *Test on industrial equipment*

After assembling the hardware module, we install it on a Haas MiniMill industrial milling machine. We check whether messages can be sent to the server, then run the data collection script and check the database (Figure 3).

During the testing process, we also monitor the performance of the hardware module using specialized software tools, ensuring that it meets the necessary technical specifications for reliable and accurate data collection. Additionally, we run stress tests on the industrial equipment to validate the hardware module's robustness and resilience in challenging operating environments. Finally, we thoroughly document the testing and validation results, providing clear and concise reports for future reference and troubleshooting purposes. By following these rigorous testing and validation procedures, we ensure of a high-quality, reliable, and cost-effective hardware module that meets the needs.

#### **Conclusion**

At this stage, a data collection subsystem has been successfully implemented, which includes a hardware data collection module and a data transmission algorithm. This means that we can capture the data generated by the production equipment and transfer it to the server for further processing.

The module was tested on the machine and we made sure that it works correctly and reliably, collecting all the necessary data. This step is extremely important because the reliability and accuracy of data collection is very important for subsequent analytics.

A data storage system was also chosen, namely the PostgreSQL database. It is a powerful and flexible system that can handle large amounts of data.

Specialized analytical software tools will be used to interpret and extract valuable insights from the collected data. The data will be analyzed to identify patterns, trends, and anomalies in the production process, providing operators with valuable information about the performance of individual machines and the overall efficiency of the production line.

To ensure the accuracy and reliability of the analytical results, it will be necessary to develop and fine-tune algorithms that are customized to the specific production environment and system requirements. These algorithms will leverage sophisticated statistical

and mathematical models to analyze the data and provide operators with actionable insights and recommendations for optimizing the production process.

The ultimate goal of this stage is to develop a comprehensive analytical system that can provide real-time monitoring and analysis of production processes, enabling operators to proactively identify and resolve issues before they become major problems. With this system in place, production efficiency can be maximized, downtime can be minimized, and overall profitability can be improved, ensuring the continued success of the product

### References

1. Collacott R. Mechanical Fault Diagnosis and condition monitoring. Springer Science & Business Media, 2012. 496 p.
2. Amiya R. Mohanty, Machinery Condition Monitoring: Principles and Practices. CRC Press, Inc., 2014. 282 p.
3. Simon Monk. Programming the Raspberry Pi: Getting Started with Python. M.: McGraw-Hill, 2013. 174 c.
4. Petin Viktor Aleksandrovich. Arduino and Raspberry Pi in Internet of Things projects. Guide. M.: BHV-Petersburg, 2017. 684 c.
5. Kunel Samba. Integration of Linux/Unix computers in the Windows network. M.: Mn: New Knowledge, 2020. 399 p.
6. Kolbin R.V. Global and local networks: creation, configuration and use. Elective course. Textbook (+ CD-ROM). M.: Binom. Laboratory of Knowledge, 2017. 903 p.
7. Wikipedia HTTP [web resource]. link: <http://ru.wikipedia.org/wiki/HTTP> (data of the application: 20.01.2023).

## СТАТЬЯ

УДК 616.155.194.8-06:616.8:616-053.6

**ВЕГЕТАТИВНАЯ ДИСФУНКЦИЯ  
У ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА  
С ЖЕЛЕЗОДЕФИЦИТНОЙ АНЕМИЕЙ****Полыгалова Н.Л., Ярошенко А.А., Гуляева И.Л.***ФГБОУ ВО «ПГМУ им. Академика Е.А. Вагнера» Минздрава России, Пермь,  
e-mail: nataaashenka@mail.ru*

Онтонез человека включает в себя несколько периодов развития, в каждом из которых ученые выделяют особые критические периоды: новорожденность, 1 год, 3 года, 7 лет и период пубертата. Наибольшее внимания требует последний период в связи с тем, что именно в данном возрасте происходит окончательное формирование систем организма. Помимо изменений, касающихся внешнего облика подростка, происходит созревание нервной системы, с помощью которой происходит регуляция остальных систем организма. Благодаря взаимодействию вегетативной нервной системы с эндокринной и соматической нервными системами формируется адаптация организма к изменяющимся условиям внутренней и внешней среды. Повреждение и раздражение структур вегетативной нервной системы в различных органах или системах приводит к возникновению морфологических изменений, которые в свою очередь, усугубляют вегетативный дисбаланс и провоцируют развитие в организме биохимических и иммунных сдвигов, касающихся гомеостаза. Риск развития железодефицитной анемии у симпатотоников в несколько раз выше по сравнению с людьми, у которых преобладает парасимпатический отдел вегетативной нервной системы, так как симпатотоникам необходимо большее количество кислорода, наиболее высокие уровни гемоглобина и эритроцитов, а также микроэлементы, витамины группы В и фолиевая кислота. В связи с этим было проведено исследование, которое включало в себя сбор анамнеза жизни и заболевания, проведение анализа маркеров железодефицитной анемии, оценку дермографизма и дыхательно-сердечного рефлекса Геринга, расчет индекса Кердо, проведение ортостатической пробы. Проведенные исследования выявили у детей с хронической железодефицитной анемией наличие вегетативной дисфункции с преобладанием тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы, что указывает на необходимость их диспансерного наблюдения врачами кардиологом и неврологом.

**Ключевые слова:** вегетативная нервная система, железодефицитная анемия, вегетативная дисфункция, симпатотоники, подростки

**AUTONOMIC DYSFUNCTION IN HIGH SCHOOL-AGE CHILDREN  
WITH IRON DEFICIENCY ANEMIA****Polygalova N.L., Yaroshenko A.A., Gulyaeva I.L.***Academician E.A. Vagner Perm State Medical University» of the Ministry of Healthcare  
of the Russian Federation, Perm, e-mail: nataaashenka@mail.ru*

Human ontogenesis includes several periods of development, in each of which scientists distinguish special critical periods: newborn, 1 year, 3 years, 7 years and pubertal period. The last period requires the most attention due to the fact that it is at this age when the final formation of the body systems takes place. In addition to changes in the appearance of the teenager, the nervous system is maturing which is used to regulate the rest of the body's systems. Through the interaction of the autonomic nervous system with the endocrine and somatic nervous systems the body's adaptation to the changing conditions of the internal and external environment forms. Damage and irritation of autonomic nervous system structures in various organs or systems lead to morphological changes which in turn aggravate the autonomic imbalance and provoke the development of biochemical and immune shifts in the body regarding homeostasis. The risk of iron deficiency anemia is several times higher in sympathotronics compared to people with a predominant parasympathetic vegetative nervous system because sympathotronics need more oxygen, the highest levels of hemoglobin and red blood cells, as well as trace elements, B vitamins and folic acid. In this regard a study was conducted which included collection of life and disease history, analysis of iron deficiency anemia markers, assessment of dermographism and Gering's respiratory-cardiac reflex, calculation of the Kerdo index, and orthostatic test. These studies revealed the presence of autonomic dysfunction in children with chronic iron deficiency anemia with a predominant tone of the sympathetic department of the autonomic nervous system indicating the need for their dispensary observation by a cardiologist and neurologist.

**Keywords:** autonomic nervous system, iron deficiency anemia, autonomic dysfunction, sympathotronics, teenagers

Онтонез человека включает в себя несколько периодов развития, в каждом из которых ученые выделяют особые критические периоды: новорожденность, 1 год, 3 года, 7 лет и период пубертата. Период новорожденности характеризуется физиологической потерей массы тела, мастопатией новорожденного, наличием себорейного дерматита и нестабильностью терморегуля-

ции. Нервная система новорожденного ребенка структурно сформирована, но морфологически и функционально незрелая. В возрасте одного года происходят важнейшие изменения в нервно-психическом развитии детей в результате расширения условно-рефлекторных связей, становления второй сигнальной системы. В три года возникает первая гормональная перестройка-

ка организма, отмечается рассогласование нейроэндокринной и сосудистой регуляции. Критический период 7-летнего ребенка связан с развитием сложных психических процессов, берущих начало еще в периоде раннего детства. В школьном периоде еще продолжается анатомо-физиологическая перестройка организма, качественные и структурные изменения головного мозга. Однако наибольшего внимания требует период пубертата в связи с тем, что именно в данном возрасте происходит окончательное формирование систем организма. Основными клиническими проявлениями данного периода являются скачок роста, завершение процессов окостенения, прогрессирование вторичных половых признаков, развитие гонад и изменения в пропорциях тела (отношение высоты головы к росту, средняя точка тела). Эти особенности приводят к увеличению силы и выносливости [1].

Помимо изменений, касающихся внешнего облика подростка, происходит созревание нервной системы (НС), с помощью которой происходит регуляция остальных систем организма. Обнаруживаются изменения в активности мозга: лобные доли увеличивают свой объем и активность [1]. Нервная система с физиологической точки зрения подразделяется на анимальную (соматическую), регулирующую функции произвольного движения, и вегетативную (автономную) НС, в структуру которой входят симпатический и парасимпатический отделы. Симпатический отдел вегетативной нервной системы (ВНС) включается во время активной работы, требующей больших затрат энергии. Парасимпатический отдел ВНС, напротив, способствует восстановлению запасов энергии во время сна и отдыха. Вегетативная часть НС состоит из двух звеньев – центрального и периферического. Центральное звено представлено вегетативными ядрами спинного и головного мозга и гипоталамической областью, периферическое – вегетативными узлами (ганглиями), стволами, сплетениями и окончаниями. Благодаря взаимодействию ВНС с эндокринной системой осуществляется гомеостаз и адаптация организма к изменяющимся условиям внутренней и внешней среды. ВНС осуществляет регуляцию сосудистого тонуса, обеспечивает иннервацию желез внутренней секреции, трофическую иннервацию скелетной мускулатуры и рецепторов, стабильное существование всей НС. Также ВНС участвует в реализации адаптационно-трофических влияний, различных форм физической и психической деятельности [2].

В связи со множеством перестроек, происходящих в организме подростка, возникает дисбаланс симпатической нервной системы (СНС) и парасимпатической нервной системы (ПНС). Активность ПНС быстро возрастает сразу после рождения, выравнивается в среднем детстве и снижается в конце подросткового возраста. СНС, напротив, демонстрирует монотонное снижение во всех возрастных группах [3]. Данный дисбаланс, как переходное состояние между нормой и болезнью у подростков, является самостоятельным фактором риска развития заболеваний.

Повреждение и раздражение структур ВНС в различных органах или системах приводит к возникновению морфологических изменений (спазмы сосудов, дистрофия), связанных с выделением медиаторов (норадреналина, серотонина, ацетилхолина), гормонов коры надпочечников, ряда биологически активных веществ (полипептидов, простагландинов). Эти гуморальные изменения, в свою очередь, усугубляют вегетативный дисбаланс и провоцируют развитие в организме биохимических и иммунных сдвигов [4], касающихся гомеостаза.

Известно, что медиаторами СНС являются катехоламины (андреналин и норадреналин), которые участвуют в процессах возбуждения. Кроме того, СНС имеет большую по сравнению с ПНС протяженность и более широкое распространение в организме, охватывая все ткани. В связи с этим, людям с преобладающим симпатическим отделом ВНС необходимо большее количество кислорода во избежание возможного оксидативного стресса [5]. Следовательно, им требуются наиболее высокие уровни гемоглобина (Hb) и эритроцитов (RBC), что также связано с активным распадом Hb и изнашиванием самого эритроцита. С целью поддержания данных уровней организм постоянно находится в напряжении, в красном костном мозге идут активные процессы эритропоэза. Кроме того, для постоянного синтеза Hb и RBC необходимы микроэлементы (железо, медь), а также витамины группы В и фолиевая кислота. Таким образом, риск развития железодефицитной анемии (ЖДА) у симпатотоников в несколько раз выше по сравнению с людьми, у которых преобладает парасимпатический отдел ВНС.

Распространенность анемии, по оценкам, составляет от 45 до 65% у детей, половина из которых вызвана как раз таки дефицитом железа, которое играет важную роль в переносе кислорода и электронов, в синтезе ДНК и в образовании различных клеточных белков [6]. Дефицит железа в организме, с одной стороны, приводит

к замедлению синтеза гема, в результате чего происходит торможение образования гемоглобина, с другой стороны – к нарушению синтеза железосодержащих соединений (ферментов, миоглобина), что в свою очередь приводит к снижению активности антиоксидантных факторов и возникновению интенсификации перекисного окисления липидов (ПОЛ). Клиническая картина ЖДА включается в себя два основных синдрома: сидеропенический и циркуляторно-гипоксический. Сидеропенический синдром характеризуется извращением вкуса, пристрастием к запахам, сухостью и снижением тургора кожи, ломкостью ногтей и волос, ранним поседением, койлонихиями, ангулярным стоматитом (заедами), глосситом и атрофией слизистой полости рта, атрофическим гастритом, эзофагитом, дизурией и недержанием мочи. В основе циркуляторно-гипоксического синдрома лежат нарушения функционирования ВНС, которые проявляются головной болью, утомляемостью, мышечной слабостью, сердцебиением в покое, нарушениями ритма сердца, одышкой и обморочными состояниями [6]. Критериями лабораторной диагностики ЖДА в общем анализе крови являются снижение концентрации гемоглобина и небольшое снижение количества эритроцитов, снижение цветового показателя, сниженное или нормальное количество ретикулоцитов. В общем анализе крови, выполненном на автоматическом гематологическом анализаторе, изменяются указанные выше показатели и ряд эритроцитарных индексов. Снижаются средний объем эритроцита, среднее содержание гемоглобина в эритроците и средняя концентрации гемоглобина в эритроците, повышается степень анизозитоза эритроцитов. Таким образом, ЖДА характеризуется как микроцитарная, гипохромная, нормо- или реже гипорегенераторная. В биохимическом анализе крови ориентируются на снижение концентрации сывороточного железа, повышение общей железосвязывающей способности сыворотки, снижение коэффициента насыщения трансферрина железом и концентрации сывороточного ферритина. В последние годы появилась возможность определения растворимых трансферриновых рецепторов, концентрация которых в условиях дефицита железа увеличивается [7].

Цель исследования: изучить вегетативную реактивность у детей старшего школьного возраста с железodefицитной анемией.

#### Материалы и методы исследования

В исследовании участвовало 14 пациентов ГБУЗ ПК «Краевая детская клиническая

больница» отделения гематологии в возрасте от 13 до 17 лет включительно, среди которых 9 человек женского пола и 5 человек мужского пола. Данные подростки проходили лечение по поводу ЖДА со средней степенью тяжести – 7 человек, с тяжелой – 6 человек, с латентным дефицитом – 1 человек. Также известно, что данная исследуемая группа имела в анамнезе неоднократные обращения в медицинские учреждения по поводу ЖДА. Сбор материала для исследования продолжался в период с октября 2021 года по май 2022 года. При поступлении у каждого ребенка была исключена глистная инвазия. На момент исследования пациенты находились в состоянии полного физического покоя, что являлось одним из основных критериев для получения достоверных сведений во время оценки ВНС.

Исследование включало в себя беседу с пациентом, в результате которой собирался анамнез жизни, учитывающий гинекологический анамнез у лиц женского пола (возраст наступления менархе, регулярность, продолжительность и объем менструаций), наличие глистной инвазии и заболеваний крови в семье, акушерский и гинекологический анамнез матери. При анализе анамнеза заболевания особое внимание уделялось количеству эпизодов ЖДА, их степеней тяжести, жалоб на настоящий момент госпитализации. Также был проведен анализ показателей общего анализа крови (ОАК): гемоглобин (Hb), эритроциты (RBC), гематокрит (Ht), среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH), средняя концентрация гемоглобина в эритроците (MCHC), ретикулоциты (Ret), средний объем эритроцита (MCV), относительная ширина распределения эритроцитов (RDW), а также биохимического анализа крови (БАК): железо сыворотки (ЖС), общая железосвязывающая способность сыворотки (ОЖСС), ферритин и трансферрин сыворотки. Оценка лабораторных показателей крови проводилась согласно нормам, представленным исследующей лабораторией.

Оценка статуса ВНС заключалась в исследовании дермографизма. Появление следовой реакции в виде розовой полосы через 2-3 секунды свидетельствовало о нормальном тоне обоих отделов ВНС, длительное сохранение белой полосы – о преобладании СНС, появление ярко-красной полосы – о преобладании ПНС.

Для оценки тонуса блуждающего нерва исследовался дыхательно-сердечный рефлекс Геринга ( $\Delta ЧСС_1$ ). Замедление ЧСС на 4-7 ударов в минуту свидетельствовало о нормальном функционировании ПНС, на 8 и более ударов в минуту – о повыше-

нии тонуса ПНС, замедление ЧСС менее чем на 4 удара в минуту – о понижении тонуса ПНС.

С целью оценки степени влияния ВНС на сердечно-сосудистую систему (ССС) был рассчитан индекс Кердо:

$$(1-(ДД/ЧСС))*100,$$

где ДД – диастолическое давление, мм рт.ст.; ЧСС – частота сердечных сокращений, уд/мин. О парасимпатикотонии свидетельствовали отрицательные значения, о симпатикотонии – положительные значения.

Для определения преобладающего типа ВНС проводилась ортостатическая проба, суть которой заключалась в изменении ЧСС при переходе из горизонтального положения в вертикальное ( $\Delta ЧСС_2$ ). Расчет выполнялся по формуле:

$$((ЧСС_2-ЧСС_1)/ЧСС_1)*100\%,$$

где  $ЧСС_1$  – значение в покое;  $ЧСС_2$  – значение после смены положения. Физиологическое учащение ЧСС соответствует диапазону 18-27%; учащение ЧСС менее чем на 17% отражает пониженную реактивность симпатического отдела ВНС; учащение ЧСС более чем на 28% – повышенную реактивность.

При статистической обработке данных оценивали среднюю величину (М) и стандартное отклонение (SD).

#### Результаты исследования и их обсуждение

В ходе беседы с пациентами выявлено, что средний возраст наступления менархе – 12 лет; менструации регулярные, первые 3 дня – обильные, затем – умеренные. Заболеваний крови в семьях не выявлено. Также установлено, что беременности матерей протекали на фоне ЖДА легкой и средней степеней тяжести. Из анамнеза заболевания известно, что ЖДА носит хронический характер с частыми рецидивами. На момент поступления пациенты предъявляли жалобы на бледность кожных покровов, повышенную утомляемость, сонливость, головокружение, сердцебиение и одышку при физической нагрузке.

Анализируя ОАК у пациентов, участвующих в исследовании, выделены изменения, касающиеся красной крови (таблица 1). Средний уровень гемоглобина соответствует анемии средней степени тяжести, также отмечается снижение количества эритроцитов и гематокрита. Снижение показателей МСН и МСНС отражает гипохромию эритроцитов. По регенераторной способности костного мозга анемия у всех пациентов характеризуется

как гипорегенераторная. Согласно среднему объему эритроциты характеризуются как микроцитарные. RDW-CV, отражающий относительную ширину распределения эритроцитов по объему, имеет значения выше нормы. При микроскопическом исследовании мазка отмечается пойкилоцитоз (овалоциты, шизоциты, дакриоциты) и анизоцитоз. Таким образом, полученные данные, а именно снижение уровня Hb и гематокрита, эритроцитопения, гипохромия, гипорегенераторная реакция красного костного мозга, пойкило- и анизоцитоз, свидетельствуют в пользу дизэритропоэтической железодефицитной анемии.

Таблица 1

Показатели общего анализа крови у детей старшего школьного возраста с ЖДА

Показатели	Референсные значения	Пациенты с ЖДА (n=14)
		M±SD
Hb, г/л	120-150 (д) 130-160 (м)	74,86±16,11
RBC, 10 <sup>12</sup> /л	4,5-5,2	4,11±0,72
Ht, %	37-54	26,78±3,54
МСН, пг	27-33	18,59±4,41
МСНС, г/л	320-360	286,57±23,54
Ret, %	0,5-2%	1,44±1,21
MCV, фл	80-100	64,09±10,22
RDW-CV, %	11-16	19,18±2,05

При оценке биохимических показателей крови получены данные, подтверждающие наличие у обследуемой группы пациентов ЖДА (таблица 2). В пользу данного диагноза свидетельствуют снижение сывороточного железа, ферритина и трансферрина сыворотки, а также повышение общей железосвязывающей способности сыворотки.

Таблица 2

Показатели биохимического анализа крови у детей старшего школьного возраста с ЖДА

Показатели	Референсные значения	Пациенты с ЖДА (n=14)
		M±SD
ЖС, мкмоль/л	10,6-28,3	3,68±2,97
ОЖСС, мкмоль/л	45-76	86,99±4,98
Ферритин сыворотки, мг/л	30-140	15,56±15,48
Трансферрин сыворотки, г/л	1,7-3,4	3,97±1,64



Первым этапом исследования ВНС являлась оценка дермографизма. Установлено, что у 79% обследуемых детей преобладает стойкий белый дермографизм, а у 21% – умеренный розовый. Средний показатель индекса Кердо соответствует интервалу положительных значений, т.е. свидетельствует о симпатикотонии. Дыхательно-сердечный рефлекс Геринга показал замедление пульса менее чем на 4 уд/мин., что говорит о понижении тонуса ПНС. При анализе данных, полученных во время проведения ортостатической пробы, выявлена повышенная реактивность симпатического отдела ВНС (таблица 3).

**Таблица 3**

Показатели функции ВНС у детей старшего школьного возраста с ЖДА

Показатели	Пациенты с ЖДА (n=14)
	M±SD
Индекс Кердо	25,01±16,64
ΔЧСС <sub>1</sub> , уд/мин	2,93±2,76
ΔЧСС <sub>2</sub> , %	30,33±33,71

Примечания: ΔЧСС<sub>1</sub> – дыхательно-сердечный рефлекс Геринга; ΔЧСС<sub>2</sub> – изменение ЧСС при переходе из горизонтального положения в вертикальное (ортостатическая проба).

**Заключение**

Проведенные исследования выявили у детей с хронической железодефицитной анемией наличие вегетативной дисфунк-

ции с преобладанием тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы, что указывает на необходимость их диспансерного наблюдения врачами кардиологом и неврологом.

**Список литературы**

1. Lucaccioni L., Trevisani V., Marrozzini L., Bertocelli N., Predieri B., Lugli L., Berardi A., Lughetti L. Endocrine-disrupting chemicals and their effects during female puberty: a review of current evidence // *International journal of molecular sciences*. 2020. Vol. 21. No. 6. P. 1-12. DOI: 10.3390/ijms21062078.
2. Реутов В.П., Черток В.М. Новые представления о роли вегетативной нервной системы и систем генерации оксида азота в сосудах мозга // *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2016. № 2. С. 10-20.
3. Harteveld L.M., Nederend I., Ten Harkel A.D.J., Schutte N.M., de Rooij S.R., Vrijkotte T.G.M., Oldenhof H., Popma A., Jansen L.M.C., Suurland J., Swaab H., de Geus E.J.C.; FemNAT-CD collaborators. Maturation of the Cardiac Autonomic Nervous System Activity in Children and Adolescents // *Journal of the American Heart Association*. 2021. Vol. 10. No. 4. P. 1-17. DOI: 10.1161/JAHA.120.017405.
4. Тимофеева Е.П., Рябиченко Т.И., Скосырева Г.А., Карцева Т.В. Состояние вегетативной нервной системы у детей и подростков 15-17 лет // *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2016. № 4. С. 82-87.
5. Реутов В.П. Симпатическая нервная система и антирадикальная защита клеток // *Новые информационные технологии в медицине, биологии, фармакологии и экологии: материалы Международной конференции (Москва, 1-12 июня 2015 г.)*. М.: Издательство ООО «Институт правовых информационных технологий», 2015. С. 144-159.
6. Hamed S.A., Elhadad A.F., Abdel-aal R.F., Hamed E.A. Cardiac Autonomic Function with Iron Deficiency Anemia // *Journal of Neurology and Experimental Neuroscience*. 2020. Vol. 6. No. 2. P. 51-57. DOI: 10.17756/jnen.2020-075.
7. Румянцев А.Г., Масчан А.А. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению железодефицитной анемии. М., 2014. 16 с.

УДК 616.36-004

**НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ЭТИОЛОГИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПЕЧЕНИ****Титова С.А., Круглова М.П.***ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет),  
Москва, e-mail: honey.liebe@mail.ru*

Заболевания печени и, как следствие, развивающийся на их фоне цирроз – одна из самых распространенных причин высокого уровня смертности по всему миру. Этиология данной патологии гетерогенна и включает в себя инфекционные и неинфекционные формы происхождения. Традиционно наибольшая роль в развитии тяжелых поражений печени была отведена вирусам гепатита В и С. Однако, успехи превентивной медицины и, в частности, широкое распространение вакцинопрофилактики оказали существенное влияние на снижение заболеваемости. Тем не менее, распространенность цирроза с течением времени только возрастает по ряду иных причин (вирусы, привычно не ассоциированные с гепатитом, ожирение, возрастающее злоупотребление алкоголем). Патогенез поражений печени представлен широким спектром механизмов и принципиальное различие между ними заключается в скорости течения заболеваний и включает в себя острый массивный некроз гепатоцитов и/или инициацию хронического воспалительного ответа с последующим ремоделированием паренхимы печени и сосудов. Таким образом, современные реалии постулируют необходимость более детального изучения происхождения и механизмов развития цепи патологических процессов, обуславливающих развитие и прогрессирование поражения печени, а также переход от обратимого стеатоза печени к циррозу.

**Ключевые слова:** цирроз печени, гепатит, алкогольная болезнь печени, стеатогепатит, гепатотоксичность

**NEW TRENDS IN THE ETIOLOGY OF LIVER DISEASES****Titova S.A., Kruglova M.P.***I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow,  
e-mail: honey.liebe@mail.ru*

Liver diseases and, as a result, cirrhosis that develops against their background, is one of the most common causes of high mortality worldwide. The etiology of this pathology is heterogeneous and includes infectious and non-infectious forms of origin. Traditionally, the greatest role in the development of severe liver damage has been assigned to hepatitis B and C viruses. However, the success of preventive medicine and, in particular, the widespread using of vaccines made a significant impact on reducing the incidence. However, the prevalence of cirrhosis only increases over time for a number of other reasons (viruses not habitually associated with hepatitis, obesity, increasing alcohol abuse). The pathogenesis of liver damage is represented by a wide range of mechanisms, and the fundamental difference between them lies in the rate of disease progression and includes acute massive necrosis of hepatocytes and/or the initiation of a chronic inflammatory response, followed by remodeling of the liver parenchyma and blood vessels. Thus, modern realities postulate the need for a more detailed study of the origin and development mechanisms of the chain of pathological processes that determine the development and progression of liver damage, as well as the transition from reversible liver steatosis to cirrhosis.

**Keywords:** liver cirrhosis, hepatitis, alcoholic liver disease, steatosis, hepatotoxicity

По данным мировой статистики в структуре смертности на различные заболевания печени приходится около 2 миллионов летальных исходов в год, среди которых около 1 миллиона связано с осложнениями цирроза печени. По наблюдениям Sumeet K Asrani et al., осуществивших анализ статистических данных, цирроз и первичный рак печени занимают 11 и 16 места соответственно среди наиболее распространенных причин смерти [1]. Согласно информации, представленной ВОЗ, свыше 57% случаев цирроза возникают на фоне хронического вирусного поражения печени. По подсчетам ученых, более двух миллиардов человек инфицированы вирусами гепатита В и С, и в совокупности смерть от ассоциированных с ними осложнений уже сейчас достигает 100000 в год, и будет лишь возрастать в ближайшие двадцать лет [2,3]. Однако систематический анализ

за период с 1998 по 2010 годы демонстрирует выраженную гетерогенность динамики. Наилучшие показатели наблюдаются в странах Западной Европы. В частности, до 50-60% снизилась смертность от цирроза печени во Франции и Италии. Противоположные тенденции демонстрируют страны Центральной Азии и Южной Африки, где смертность увеличилась почти на 30% [3]. В настоящее время среди основных причин развития цирроза печени выделяют вирусное поражение, алкогольную болезнь печени, а также ожирение и действие ятрогенных факторов [4, с.946-951].

Цель данного исследования – обозначить современные тенденции ключевых этиологических факторов развития заболеваний печени.

В первую очередь необходимо рассмотреть аспект инфекционной этиологии забо-

леваний печени. Структура заболеваемости во многом зависит от возрастной категории пациентов, анамнестических данных и изучаемого географического ареала. В частности, многие исследователи отмечают, что у детей (особенно новорожденных), а также иммунокомпрометированных пациентов гепатит может развиваться на фоне заболеваний неассоциированных с преимущественным поражением печени. Так, в недавних наблюдениях Mellinger J.L. et.al. было обращено особое внимание на роль вируса Эпштейна-Барр в качестве потенциального индуктора гепатита и других острых поражений печени. В процессе исследования были обследованы пациенты со средним возрастом 30 лет, среди которых лишь 25 % имели иммунодефицит в анамнезе. У них наблюдались различные патологические процессы, начиная с холестаза и заканчивая субмассивным некрозом. Также были сделаны выводы, что вклад инфицирования вирусом Эпштейна-Барр в структуре заболеваемости острыми поражениями печени составляет менее 1%, однако показатель смертности является высоким [5]. Тем не менее, наиболее существенная роль принадлежит вирусам гепатита, среди которых клинически значимые поражения печени вызывают вирусы гепатита В (ВГБ) и С (ВГС), приводящие к формированию хронического воспалительного процесса и высокому уровню риска перехода в цирротическую стадию или рак [4, с.959-964] в 57-78% случаев соответственно [2].

Патогенетические механизмы ВГБ-ассоциированного поражения печени связаны со специфическими особенностями его генома. Он включает в себя участки, кодирующие транскрипцию сердцевинного белка HBcAg, ответственного за сборку полноценного вириона в клетках паренхимы печени, и детерминирующий так называемый антиген «е» (HBeAg), выделяемый в кровяное русло. Путем обратной транскрипции происходит синтез специфического белка HBx. Существует предположение, что он может стимулировать процессы транскрипции генов, в связи с чем и ассоциируют его канцерогенное влияние. Поверхностные гликопротеины (HBsAg) не обладают инфекционной активностью, однако они чрезвычайно склонны к мутациям, что по оценкам специалистов ограничивает возможность профилактических мероприятий и этиотропной терапии [6]. Возможные исходы инфицирования вирусом гепатита В включают как острый воспалительный процесс с дальнейшей элиминацией патогена или вирусоносительство, так

и развитие жизнеугрожающих осложнений, в числе которых массивный и субмассивный некроз, а также цирроз и гепатоцеллюлярная карцинома. Многие исследователи отмечают, что разрешение заболевания трудно поддается прогнозированию, и связывают это с возможностью вторичного поражения гепатоцитов [4, с.959-962].

Возвращаясь к вопросу особенностей течения и прогноза гепатита вирусной природы у детей и иммунокомпрометированных пациентов, необходимо обратить внимание на перспективные для дальнейшего разрешения вопросы, поставленные Akbulut U.E. et.al. и Yurtsever S.G. В частности, Akbulut U.E. et.al. обращают внимание как на перспективу снижения заболеваемости лиц детского возраста, так и на более благоприятный прогноз в отношении уже существующей хронической инфекции у данной группы пациентов [7]. Проблематика терапии иммунокомпрометированных лиц с хроническим вирусным гепатитом была рассмотрена Yurtsever S. G. на примере пациентов, страдающих онкологическими заболеваниями. По результатам наблюдений, исследователи отметили повышенный риск реактивации вируса на почве проведения химиотерапии, что в значительной степени ухудшает прогноз для пациентов данной категории [8]. В частности, ретроспективное исследование Bayrak S. et.al. продемонстрировало статистически значимую связь реактивации ВГБ на фоне рака желудка и пищевода (5,67%) и рака прямой кишки (5,6%), что в совокупности выявляет проблему ограниченных возможностей терапии обеих групп заболеваний при отягощенном анамнезе [9].

Рассмотрение этиологии заболеваний печени требует упоминания роли вируса гепатита С. Его участие в патогенезе поражений печени также имеет ряд особенностей. В частности, следует отметить, что его репликация происходит в цитоплазме гепатоцитов [10,11]. Геном вируса кодирует множество белков, большинство из которых вносит свой вклад в развитие заболевания, однако предметом специального изучения является роль корового белка. Доказано, что он способен оказывать влияние на процессы апоптоза (путем влияния на транскрипционную активность онкосупрессора p53) [10,12] и увеличивать уровень оксидативного стресса [10,13], а также усиливать процесс депонирования липидов в печени с последующим формированием стеатоза [10,14,15]. Другой белок (NS3) предположительно может ингибировать иммунный ответ (преимущественно за счет нарушения синтеза интерферона) [10,16] и таким обра-

зом формировать более благоприятную среду для последующей репликации вируса.

На данный момент возникла принципиально новая проблема, касающаяся поражений печени вирусной этиологии. В литературе начал освещаться вопрос о влиянии COVID-19 на развитие гепатобилиарной патологии. Опубликованное Wong S.H. et.al. исследование демонстрирует следующие данные: частота встречаемости повышения показателей АСТ/ АЛТ до 3 раз от верхней границы нормы варьирует от 14.8 до 53% случаев, при летальном исходе – 78%. Среди возможных причин авторы исследования приводят прямое цитотоксическое воздействие вируса, сепсис и осложнения фармакотерапии [17,18].

Таким образом, глубокое понимание проблемы инфицирования вирусами гепатита В и С привело к развитию соответствующих профилактических мероприятий. Успешно внедренная к концу 2020 в 190 странах мира вакцинопрофилактика (глобальный охват до 83%) несомненно привела к выраженному снижению смертности от осложнений вирусного гепатита [3,19]. В частности, по заявлениям экспертов, трехдозовая вакцинация от гепатита В обеспечивает эффективность до 95% [4,20]. Однако не смотря на обнадеживающие заключения ВОЗ, Ren W. et.al. приводит данные о выраженном снижении уровня положительной серопротекции с 85,9% (через 1 месяц после третьей вакцинации) до 58,3% через 8 лет, что побуждает предположение о необходимости уделить большее внимание ревакцинации [21]. Вопрос о возможностях разработки вакцины от вируса гепатита С остается открытым [22,23]. Однако значительные успехи в терапии посредством применения противовирусных препаратов, а также в информировании о путях передаче и диагностике бессимптомных форм стали основанием для прогнозов о перспективе элиминации вируса к 2030 году [22,23]. Тем не менее, известно, что вклад других причин в структуру заболеваемости стал значительно более существенным [1, 24].

Но, тем не менее, проблема заболеваний печени остается актуальной по ряду и иных причин. По данным ВОЗ, представленным в 2018 году, на фоне потребления алкоголя развивается свыше 200 заболеваний, среди которых 40 достоверно связаны с употреблением этанола. Согласно статистике на 2016 год, алкоголь является причиной свыше 3 миллионов смертей по всему миру [25-27]. Было отмечено, что переход алкогольного стеатоза к циррозу печени напрямую связан с количеством употре-

бления этанола [24,26], а также продолжительностью приема [4, с.975]. В литературе есть указания на значительное изменение в группе потребителей алкогольной продукции. Исследователи привлекают внимание к тому, что среди них наблюдается увеличение лиц женского пола, а также молодежи обоих полов. Данное явление можно расценивать как прогностически неблагоприятное ввиду того, что эстроген-зависимый метаболизм эндотоксинов приводит к увеличению синтеза медиаторов воспаления, оказывающих повреждающее действие на гепатоциты [4,25].

У лиц, злоупотребляющих алкоголем, существует ряд особенностей клинического течения заболевания. В частности, наблюдаются системные поражения желудочно-кишечного тракта, что обуславливает наличие характерной для хронического панкреатита симптоматики. Среди морфологических особенностей стоит отметить преобладание перивенулярного фиброза. Также, как правило, развивается гепаторенальный синдром первого типа, которому свойственна быстрая декомпенсация и высокая летальность. Вместе с тем, активная алкогольная зависимость и сопутствующие ей тяжелые нарушения психики и функционирования сердечно-сосудистой системы являются непосредственным противопоказанием к трансплантации печени – варианту коррекции состояния, дающего наилучшие прогнозы при циррозе [28,29]. Нельзя не упомянуть и установленную коморбидность злоупотребления алкоголя и избыточной массы тела вплоть до ожирения. При этом, Mahli A. et.al. обращают внимание на то, что у пациентов с индексом массы тела (ИМТ) свыше 35 кг/м<sup>2</sup> уровень гепатотоксичности алкоголя фактически удваивается, а смертность от ассоциированных с алкогольными поражениями печени заболеваний увеличивается примерно в 2,5 раза [30,31].

Действительно, принципиально новый по масштабам вклад в этиологию заболеваний печени внесло изменение эпидемиологии ожирения. По статистике ВОЗ на 2016 год, более 1,9 миллиарда взрослых (в том числе 650 миллионов с ИМТ свыше 35 кг/м<sup>2</sup>), что составляет около 39% населения старше 18 лет. По данным ретроспективного анализа, за период с 1975 по 2016 год число людей с этим диагнозом увеличилось приблизительно на 200%. Схожая динамика была выявлена и при оценке сдвига популяционного ИМТ среди детей. За этот же период относительное количество детей в возрастном диапазоне от 5 до 19 лет, страдающих ожирением, выросло с 1%

до 6 и 8% (суммарно около 124 миллионов) для девочек и мальчиков соответственно [32]. Ожирение распространено повсеместно, за исключением ряда африканских и азиатских регионов. Среди стран Европы наиболее благоприятная тенденция видна в Швейцарии и Норвегии – менее 10% населения имеют данный диагноз. Наибольшая заболеваемость на данный момент наблюдается в Великобритании – свыше 25%. Исследователи выдвинули предположение о наличии корреляции между эпидемическим характером распространенности ожирения и смертности от заболеваний печени неалкогольного генеза [33].

Для неалкогольного стеатогепатита характерна стертая клиническая картина, мелко- и крупнокапельная жировая дистрофия гепатоцитов и длительное повышение уровня ферментов печени [4, с.977-978]. Представленный Aleksandrova, K. et.al. анализ выявил связь между ИМТ, соответствующим ожирению, и повышенным риском гепатоцеллюлярной карциномы. Среди потенциальных патогенетических агентов авторы исследования перечисляют инсулинорезистентность, хроническое асептическое воспаление вследствие ремоделирования адипоцитов и изменение микробиоты кишечника [34].

В литературе, посвященной заболеваниям печени, значительное место отводится гепатотоксическим эффектам лекарственных средств. Традиционно упоминаются нестероидные противовоспалительные препараты, антибиотики и ряд других медикаментов [4, с.972-973]. Сложность ведения гепатита ятрогенной этиологии обусловлена тем, что клиническое проявление значительно отсрочено, а морфологические и гистологические признаки сходны с гепатитами иного генеза. [4,35] Вместе с тем, во многих случаях гепатотоксичность возникает на почве идиосинкразии [4, с.972].

Особую группу риска составляют пациенты, страдающие сахарным диабетом 2 типа [33,34]. Помимо влияния метаболического синдрома, повышают вероятность поражений печени гипогликемические препараты – ингибиторы дипептидилпептидазы-4. В частности, Bunchorntavakul C. et.al. обращают внимание на зарегистрированные случаи развития гепатобилиарной патологии на фоне приема вилдаглиптина [35,36] (в большинстве случаев), а также алоглиптина [35,37] и, в меньшей степени, линаглиптина [35,36,38]. Кроме того, у данной группы пациентов широко распространена патология сердечно-сосудистой системы, что стоит учесть при подборе методов фармакотерапии. Настороженности в отноше-

нии гепатотоксичности требуют ривароксабан (поражения печени наблюдаются в 3,7% случаев) и дабигатран (1,7%). Сочетание с другими препаратами, в частности, со статинами и ацетаминофеном приводит к повышению частоты встречаемости острых поражений печени до 42% с летальностью до 51% случаев [35,39]. Вместе с тем, монотерапия ацетаминофеном по-прежнему связана с высокими рисками. Несмотря на тщательную изученность препарата, а также активное распространение информации о возможных осложнениях его избыточного применения, ацетаминофен является причиной примерно 50% трансплантации печени в США и одной из основных причин развития острой печеночной недостаточности в европейских странах [4,40,41]. Интересные наблюдения были представлены и Achterbergh R. et.al. В рандомизированном перекрестном исследовании ученые рассмотрели вопрос влияния гиперкалорийного питания с высоким содержанием жиров на метаболизм ацетаминофена. Оценив изменения кривой концентрации ацетаминофена и его метаболитов – время, исследователи пришли к заключению, что такая диета может значительно увеличивать риск развития гепатотоксических явлений, что снова возвращает нас к вопросу учета мультифакторности этиологии заболеваний печени [42].

Патогенез развития поражения печени представлен достаточно широким спектром механизмов. Однако, есть существенная разница между острым поражением печени, сопровождающимся массивным или субмассивным некрозом и развитием острого воспалительного ответа и острой печеночной недостаточности, и хроническим поражением печени, которое сопровождается более латентно протекающим хроническим воспалительным ответом. Другой вопрос в том, что острая форма поражения может переходить в хроническую, а на фоне хронической печеночной недостаточности может развиваться острая, и на этом моменте два принципиально разных механизма могут пересекаться. При хроническом воспалительном ответе преобладают пролиферативные процессы, которые сопровождаются депонированием коллагена I и III типов в пространствах Диссе, в результате чего образуются фиброзные септы. Это явление сопровождается нарушением микроциркуляции между гепатоцитами и капиллярами. Ситуацию усугубляет прогрессирующее разрастание соединительной ткани, в следствие которого происходит образование новых сосудов, шунтирующих кровь с нарастающим обкрадывани-

ем паренхимы. Звездчатые клетки печени, под влиянием аутоstimуляции, прямого воздействия токсических агентов, продуктов перекисного окисления липидов, а также провоспалительных цитокинов, активно синтезированных в ходе хронического воспаления клетками Купфера и лимфоцитами, трансформируются в миофибробласты. Как следствие, активированные звездчатые клетки пролиферируют, синтезируют физиологически активные вещества, тем самым еще больше нарушая трофику паренхимы печени. Гепатоциты начинают образовывать сферические узлы, морфологически идентифицируемые как ложные дольки. В итоге развиваются такие патологические состояния как: сниженное кровоснабжение клеток печени; обструкция желчевыводящих путей; метаболическая перегрузка печени [4, с.946-950]. Таким образом, возможные варианты течения поражения печени подразделяются на острое, с массивной гибелью гепатоцитов (возникающее чаще на фоне приема лекарственных средств) и хроническое, патогенез которых принципиально отличается [4, с.946-978].

На основании данных научной литературы, а также приведенных статистических данных и результатов многочисленных исследований, можно сделать вывод, что распространенность заболеваний печени неуклонно растет во всем мире. Однако некогда наиболее частая причина развития заболеваний, а именно вирусной этиологии, благодаря успешному проведению профилактических мероприятий, постепенно теряет свою актуальность. Вместе с тем, вклад в структуру заболеваемости таких предотвратимых факторов как ожирение и злоупотребление алкоголем, стремительно увеличивается. Множество неразрешенных проблем связано с поражениями печени как с формой нежелательной реакции на фармакотерапию. В частности, все чаще упоминается явление идиосинкразии, на данный момент трудно прогнозируемое. Таким образом, этиология цирроза печени приобретает принципиально новые тенденции, требующие внимания со стороны медицинского сообщества.

### Список литературы

- Asrani S.K., Devarbhavi H., Eaton J., Kamath P.S. Burden of liver diseases in the world // *J. Hepatol.* 2019. Vol. 70. No. 1. P. 151-171. DOI: 10.1016/j.jhep.2018.09.014.
- Вирусный гепатит. Информационный бюллетень ВОЗ. Женева: ВОЗ. 28 июля 2013 г. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0005/195332/Viral-Hepatitis-pres-Rus.pdf](https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/195332/Viral-Hepatitis-pres-Rus.pdf) (дата обращения: 29.12.2022).
- Mokdad A.A., Lopez A.D., Shahraz S., Lozano R., Mokdad A.H., Stanaway J., Murray C.J.L., Naghavi M. Liver cirrhosis mortality in 187 countries between 1980 and 2010: A systematic analysis // *BMC Medicine.* 2014. Vol. 12. No. 145. URL: <https://bmcmedicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12916-014-0145-y> (дата обращения: 25.12.2022). DOI: 10.1186/s12916-014-0145-y.
- Кумар В., Аббас А.К., Фаусто Н., Астер Д.К. Основы патологии заболеваний по Роббинсу и Котрану. Т. 2. Г. 11–20 / пер. с англ. под ред. Е.А. Коган, Р.А. Серова, Е.А. Дубовой, К.А. Павлова. М.: Логосфера, 2016. 616 с.
- Mellinger J.L., Rossaro L., Naugler W.E., Nadig S.N., Appelman H., Lee W.M., Fontana R.J. Epstein-Barr Virus (EBV) Related Acute Liver Failure: A Case Series from the US Acute Liver Failure Study Group // *Digestive Diseases and Sciences.* 2014. Vol. 59. No. 7. P. 1630–1637. DOI: 10.1007/s10620-014-3029-2.
- Block T.M., Guo H., Guo J.T. Molecular virology of hepatitis B virus for clinicians // *Clin Liver Dis.* 2007. Vol. 11. No. 4. P. 685-706. DOI: 10.1016/j.cld.2007.08.002.
- Akbulut U.E., Çakir M. Long-term prognosis of chronic hepatitis B virus infection in the childhood // *Turk Pediatri Arsivi.* 2014. Vol. 49. No. 2. P. 117-123. DOI: 10.5152/tpa.2014.1559.
- Yurtsever S.G., Küçükzeybek Y., Kaya S., Arkalı T., Müderris T., Günaydın P. Hepatitis b seroprevalence in medical oncology patients // *Nobel Medicus.* 2020. Vol. 16. No. 3. P. 29-34.
- Bayrak S., Güneş M.E., Tekeşin K., Akar E., Tural D. Viral hepatitis prevalence and reactivation rates in gastrointestinal cancers // *Medical Journal of Bakirkoy.* 2018. Vol. 14. No. 4. P. 394-397. DOI: 10.4274/BTDMJB.20171206061205.
- Рахманова А.Г., Яковлев А.А., Каченко В.А., Шаройко В.В. Хронический вирусный гепатит С и цирроз печени: руководство для врачей. СПб.: СпецЛит, 2016. 380 с.
- Михайлов М.И. Вирусы гепатита // *Клиническая гепатология.* 2009. № 1. С. 15-24.
- Shiu T.Y., Huang S.M., Shih Y.L., Chu H.C., Chang W.K., Hsieh T.Y. Hepatitis C virus core protein down-regulates p21 (Waf1/Cip1) and inhibits curcumin-induced apoptosis through microRNA-345 targeting in human hepatoma cells // *PLoS One.* 2013. Vol. 8. No. 4. P. 1089. DOI: 10.1371/journal.pone.0061089.
- Tsutsumi T., Matsuda M., Aizaki H., Moriya K., Miyoshi H., Fujie H., Shintani Y., Yotsuyanagi H., Miyamura T., Suzuki T., Koike K. Proteomics analysis of mitochondrial proteins reveals overexpression of a mitochondrial protein chaperon, prohibitin, in cells expressing hepatitis C virus core protein // *Hepatology.* 2009. Vol. 50. No. 2. P. 378-386. DOI: 10.1002/hep.22998.
- Roingard P., Hourieux C. Hepatitis C virus core protein, lipid droplets and steatosis // *J Viral Hepat.* 2008. Vol. 15. No. 3. P. 157-164. DOI: 10.1111/j.1365-2893.2007.00953.x.
- Piodi A., Chouteau P., Lerat H., Hézode C., Pawlotsky J.M. Morphological changes in intracellular lipid droplets induced by different hepatitis C virus genotype core sequences and relationship with steatosis // *Hepatology.* 2008. Vol. 48. No. 1. P. 16-27. DOI: 10.1002/hep.22288.
- Meylan E., Curran J., Hofmann K., Moradpour D., Binder M., Bartenschlager R., Tschopp J. Cardif is an adaptor protein in the RIG-I antiviral pathway and is targeted by hepatitis C virus // *Nature.* 2005. Vol. 437. No. 7062. P. 1167-1172. DOI: 10.1038/nature04193.
- Wong S.H., Lui R. N.S., Sung J.J.Y. Covid-19 and the digestive system // *J. Gastroenterol. Hepatol.* 2020. Vol. 35. No. 5. P. 744-748. DOI: 10.1111/jgh.15047.
- Hu X., Sun L., Guo Z., Wu C., Yu X., Li J. Management of COVID-19 patients with chronic liver diseases and liver transplants // *Annals of Hepatology.* 2022. Vol. 27. No. 1. P. 100653. DOI: 10.1016/j.aohp.2021.100653.
- Охват иммунизацией. Информационный бюллетень ВОЗ. // Женева: ВОЗ. 22 апреля 2022 г.; [Электронный ресурс]. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/immunization-coverage> (дата обращения: 29.12.2022).
- Гепатит В в Европейском регионе ВОЗ. Информационный бюллетень ВОЗ. Женева: ВОЗ. Июль 2019 г. URL: [https://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/377252/](https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/377252/)

- Fact-Sheet-Hepatitis-B\_RUS\_2019-1.pdf (дата обращения: 29.12.2022).
21. Ren W., Ren J., Wu Z., Shen L., Shan H., Dai X., Li J., Liu Y., Qiu Y., Yao J., Li L. Long-term persistence of anti-HBs after hepatitis B vaccination among adults: 8-year results // *Hum Vaccin Immunother.* 2020. Vol. 16. No. 3. P. 687-692. DOI: 10.1080/21645515.2019.1666612.
22. Cox A.L. Challenges and Promise of a Hepatitis C Virus Vaccine // *Cold Spring Harb Perspect Med.* 2020. Vol. 10. No. 2. P. a036947. DOI: 10.1101/cshperspect.a036947.
23. Гепатит С в Европейском регионе ВОЗ. Информационный бюллетень ВОЗ. // Женева: ВОЗ. Июль 2022 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.who.int/europe/ru/publications/m/item/hepatitis-c-in-the-who-european-region-factsheet-july-2022> (дата обращения: 29.12.2022).
24. Moon A., Singal A., Tapper E.B. Contemporary Epidemiology of Chronic Liver Disease and Cirrhosis. *Clin Gastroenterol Hepatol.* 2020. Vol. 18. No. 12. P. 2650-2666. DOI: 10.1016/j.cgh.2019.07.060.
25. Global status report on alcohol and health 2018// Geneva: World Health Organization. 2018 [Электронный ресурс]. URL: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/274603/9789241565639-eng.pdf> (дата обращения: 12.01.2023).
26. Rehm J., Gmel G.E., Gmel G., Hasan O.S., Intiaz S., Popova S., Probst C., Roerecke M., Room R., Samokhvalov A.V., Shield K.D., Shuper P.A. The relationship between different dimensions of alcohol use and the burden of disease: an update // *Addiction.* 2017. Vol. 112. No. 6. P. 968-1001. DOI: 10.1111/add.13757.
27. GBD 2016 Risk Factors Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016 // *Lancet.* 2017. Vol. 390. No. 10100. P. 1345–1422. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32366-8.
28. Ивашкин В.Т., Маевская М.В., Павлов Ч.С., Федосина Е.А., Бессонова Е.Н., Пирогова И.Ю., Гарбузенко Д.В. Клинические рекомендации Российского общества по изучению печени и Российской гастроэнтерологической ассоциации по лечению осложненных циррозов печени // *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии.* 2016. Т. 26. № 4. С. 71-102. DOI: 10.22416/1382-4376-2016-26-4-71-102.
29. Бакиров А.Б., Калимуллина Д.Х., Аллабердина Д.У., Бакиров Б.А., Нартайлаков М.А., Ахметзянова Э.Х., Мингазетдинова Л.Н., Сафуанова Г.Ш., Фаизова Л.П., Гимаева З.Ф., Гайнитдинова В.В., Латыпова Г.А., Гусманова Г.Т. Циррозы печени: уч. пособие. Уфа: Вагант, 2016. 83 с.
30. Mahli A., Hellerbrand C. Alcohol and Obesity: A Dangerous Association for Fatty Liver Disease // *Dig Dis.* 2016. Vol. 34. No. 1. P. 32-39. DOI: 10.1159/000447279.
31. Suter P.M., Tremblay A. Is alcohol consumption a risk factor for weight gain and obesity? // *Crit Rev Clin Lab Sci.* 2005. Vol. 42. No. 3. P. 197-227. DOI: 10.1080/10408360590913542.
32. Ожирение и избыточный вес. Информационный бюллетень. Женева: ВОЗ. 9 июня 2021 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (дата обращения: 13.01.2023).
33. Pimpin L., Cortez-Pinto H., Negro F., Corbould E., Lazarus J.V., Webber L., Sheron N. Burden of liver disease in Europe: Epidemiology and analysis of risk factors to identify prevention policies // *Journal of Hepatology.* 2018. Vol. 69. No. 3. P. 718–735. DOI: 10.1016/j.jhep.2018.05.011.
34. Aleksandrova K., Stelmach-Mardas M., Schlesinger S. Obesity and Liver Cancer // *Recent Results in Cancer Research.* 2016. Vol. 208. P. 177–198. DOI: 10.1007/978-3-319-42542-9\_10 10.1007/978-3-319-42542-9\_10.
35. Bunchorntavakul C., Reddy K.R. Drug Hepatotoxicity // *Clinics in Liver Disease.* 2017. Vol. 21. No. 1. P. 115–134. DOI:10.1016/j.cld.2016.08.009.
36. Kurita N., Ito T., Shimizu S., Hirata T., Uchihara H. Idiosyncratic liver injury induced by vildagliptin with successful switch to linagliptin in a hemodialyzed diabetic patient // *Diabetes Care.* 2014. Vol. 37. No. 9. P. 198–199. DOI: 10.2337/dc14-1252.
37. Barbehenn E., Almashat S., Carome M., Wolfe S. Hepatotoxicity of alogliptin // *Clin Pharmacokinet.* 2014. Vol. 53. No. 11. P. 1055–1056. DOI: 10.1007/s40262-014-0199-1.
38. Kutoh E. Probable linagliptin-induced liver toxicity: a case report // *Diabetes Metab.* 2014. Vol. 40. No. 1. P. 82–84. DOI:10.1016/j.diabet.2013.09.009.
39. Raschi E., Poluzzi E., Koci A., Salvo F., Pariente A., Biselli M., Moretti U., Moore N., De Ponti F. Liver injury with novel oral anticoagulants: assessing post-marketing reports in the US Food and Drug Administration adverse event reporting system // *British Journal of Clinical Pharmacology.* 2015. Vol. 80. No. 2. P. 285–293. DOI:10.1111/bcp.12611.
40. Tittarelli R., Pellegrini M., Scarpellini M.G., Marinelli E., Bruti V., di Luca N.M., Busardò F.P., Zaami S. Hepatotoxicity of paracetamol and related fatalities // *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2017. Vol. 21. No. 1. P. 95-101.
41. Chalasani N., Bonkovsky H.L., Fontana R., Lee W., Stolz A., Talwalkar J., Reddy K.R., Watkins P.B., Navarro V., Barnhart H., Gu J., Serrano J. Features and outcomes of 899 patients with drug-induced liver injury: the DILIN Prospective Study // *Gastroenterology.* 2015. Vol. 148. No. 7. P. 1340–1352.e7. DOI: 10.1053/j.gastro.2015.03.006.
42. Achterbergh R., Lammers L.A., Klümpen H.J., Mathôt R.A.A., Romijn J.A. Short-Term High-Fat Diet Alters Acetaminophen Metabolism in Healthy Individuals // *Ther Drug Monit.* 2022. Vol. 44. No. 6. P. 797-804. DOI: 10.1097/FTD.0000000000000993.

## СТАТЬИ

УДК 159.9.075

## ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР НА УСПЕШНОСТЬ УСВОЕНИЯ УЧЕБНЫХ ПРОГРАММ В СТУДЕНЧЕСКОЙ СРЕДЕ

<sup>1</sup>Журавлев А.К., <sup>1</sup>Игнатов К.Е., <sup>1</sup>Резник Е.В., <sup>2</sup>Нечушкин Ю.В.

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО Российский национальный исследовательский медицинский университет  
имени Н. И. Пирогова, Москва, e-mail: al.zhuravleff@mail.ru;

<sup>2</sup>Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана,  
Москва, e-mail: nuvbmstu@bk.ru

В современном мире все большую популярность обретают компьютерные игры. На сегодняшний день насчитывается порядка 3,036 миллиарда людей, увлеченных компьютерными играми (играми на смартфонах, персональных компьютерах, ноутбуках, планшетах, консолях). В России доля геймеров среди людей старше 18 лет составляет около 60% населения. Активнее всего в игровой процесс вовлечены люди в возрасте от 18 до 34 лет, проходящие обучение в высших учебных заведениях. Студенты естественно-научного профиля (медицинские, биологические, химические специальности), предпочитают игры-симуляторы, что способствует повышению качества обучения в связи с возможностью лучше усваивать теоретическую часть программы, отработывая практические навыки в виртуальном мире. Обучающиеся по техническим (математические, технические, физические) и гуманитарным (исторические, филологические, педагогические, юридические) специальностям предпочитают играть в стратегии, шутеры и симуляторы и отмечают положительный психологический эффект после игры, но только если она длилась не более 3 часов. Игровая сессия, длящаяся от 3 часов и более, способна вызвать ухудшение эмоционального (появление агрессии, чувства усталости, понижение работоспособности) и физиологического (нарушения в работе опорно-двигательного и зрительного аппаратов) состояний.

**Ключевые слова:** компьютерные игры, студенты, обучение, симуляторы, успеваемость, молодежь, видеонгры, психофизиология, пользователи мобильных игр

## ASSESSMENT OF THE IMPACT OF COMPUTER GAMES ON THE SUCCESS OF LEARNING CURRICULA IN THE STUDENT ENVIRONMENT

<sup>1</sup>Zhuravlev A.K., <sup>1</sup>Ignatov K.E., <sup>1</sup>Reznik E.V., <sup>2</sup>Nechushkin Yu.V.

<sup>1</sup>Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, e-mail: al.zhuravleff@mail.ru;

<sup>2</sup>Moscow State Technical University named after N.E. Bauman, Moscow, e-mail: nuvbmstu@bk.ru

Computer games are becoming increasingly popular in the modern world. Today there are about 3.036 billion people who are passionate about computer games (as well as games on smartphones, personal computers, laptops, tablets, consoles). In Russia, the share of gamers among people over the age of 18 is about 60% of the population. The most actively involved in the gameplay are people aged 18 to 34 many of whom are studying at higher educational institutions. Students of natural sciences (medical, biological, chemical specialties) prefer simulation games, which contributes to improving the quality of education due to the opportunity to better assimilate the theoretical part of the program, mastering practical skills in the virtual world. Students in technical (engineering, computer science) and humanitarian (historical, philological, pedagogical, legal) specialties prefer to play strategies, shooters and simulators and note a positive psychological effect after the game, but only if it lasted no more than 3 hours. A game session lasting from 3 hours or more can cause deterioration of emotional (the appearance of aggression, fatigue, decreased performance) and physiological (disorders in the work of the musculoskeletal and visual apparatus) states.

**Keywords:** computer games, students, training, simulators, academic performance, youth, video games, psychophysiology

Согласно недавнему новостному отчёту, к середине 2020 года насчитывалось порядка 3,036 миллиарда людей по всему миру, играющих в компьютерные игры, что составляет около 40% населения планеты. По результатам исследования Аналитического центра НАФИ, в России 60% людей в возрасте 18 лет и старше играют в видеонгры – регулярно или эпизодически (примерно 88 миллионов человек). По сравнению с данными 2018 года, доля геймеров в России в 2022 году увеличилась более чем в 3 раза.

При этом больше всего времени на игровой процесс в мире тратила группа людей в возрасте от 18 до 34 лет. Данная возрастная категория в особенности соответствует термину “студенческая молодежь”, но до сих пор оставалось неясным, как компьютерные игры влияют на процесс обучения в высших учебных заведениях и каковы жанровые предпочтения среди студентов различных специальностей, а также какие положительные и отрицательные стороны присутствуют при увлечении компьютерными играми.



Цели исследования – оценить влияние компьютерных игр на процесс обучения студентов, выявить положительные и отрицательные аспекты в зависимости от профиля получаемого образования.

#### Материалы и методы исследования

Была создана оригинальная анкета для опроса студентов по данной теме, включающая 17 вопросов. Вопросы касались выбранной специальности, жанровых предпочтений игры, длительности одной игровой сессии, состояния здоровья и субъективной оценки его изменений после игрового процесса. Проведено анкетирование 380 студентов, обучающихся по программам специалитета и бакалавриата в высших учебных заведениях России и Ближнего Зарубежья, выполнен анализ ответов.

#### Результаты исследования и их обсуждение

В настоящем исследовании авторы принимают собирательное значение выражения «компьютерные игры», под которым подразумевают компьютерную программу, служащую для организации игрового процесса, связи с партнёрами по игре, или саму выступающую в качестве партнёра, а также программу, моделирующую действия в реальном мире. Выражение объединяет игры для смартфона или планшета, игры для персонального компьютера или ноутбука, игры для консоли. Среди всех опрошенных оказалось, что 311 (81,8%) играют в компьютерные игры, тогда как 69 (18,2%) не играют (рисунок 1)

В анкете предлагалось выбрать наиболее предпочтительный для игрока жанр компьютерной игры:

1. Стратегические – жанр компьютерной игры, в котором игроку для победы необхо-

димо применить стратегическое мышление. В этом жанре игроку чаще всего предлагается играть не за конкретного персонажа, а за условные массы персонажей, к примеру, руководить строительством города или командовать целыми армиями в военных кампаниях.

Пример: «My Lands», «OGame», «Сфера Судьбы», «Война племён».

2. Шутеры – жанр компьютерной игры, название которого происходит от слова «shooter» (в переводе с англ. – «стрелок»). В России и других странах постсоветского пространства жанр изначально был назван как «стрелялка».

Пример: «Wolfenstein 3D», «Doom», «System Shock».

3. MMORPG («Массовая многопользовательская ролевая онлайн-игра») – компьютерная игра, в которой жанр ролевых игр совмещается с жанром массовых онлайн-игр. Отличаются от однопользовательских онлайн-игр не только количеством игроков, но и постоянно существующим миром, независящим от выхода из него игрока.

Пример: «MapleStory», «Rohan: Blood Feud и Atlantica Online».

5. Квесты – жанр компьютерной игры, представляющий собой интерактивную историю с главным героем, управляемым игроком. Важнейшими элементами игры в жанре квеста являются собственно повествование и исследование мира, а ключевую роль в игровом процессе играет решение головоломок и задач, требующих от игрока умственного напряжения.

Пример: «Monkey Island», «Space Quest».

6. Симуляторы – жанр компьютерных игр, где основой процесса является наиболее подробная имитация какого-либо действия, в том числе профессионального.

Пример: «SimCity», «Симулятор операционной».

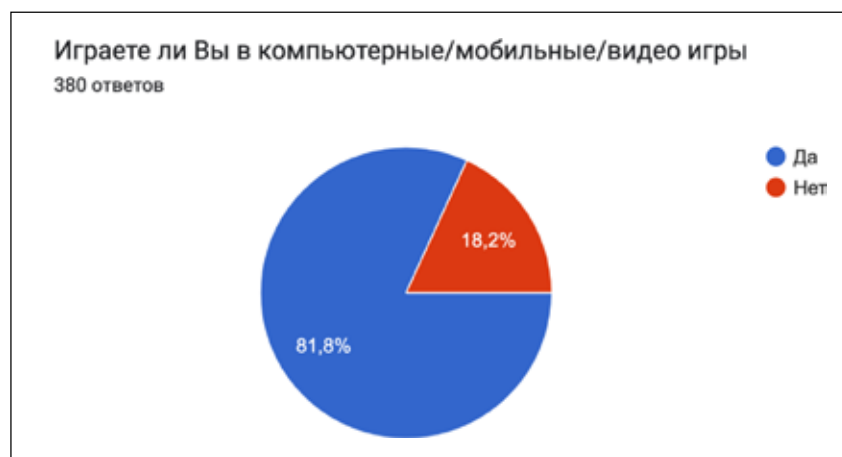


Рис. 1. Количество анкетированных, играющих в компьютерные игры

7. Файтинги – жанр компьютерной игры, название которого происходит от слова «fighting» (в переводе с англ. – «драка»). Игра имитирует рукопашный бой малого числа персонажей в пределах ограниченно-го пространства.

Пример: «Street Fighter», «The King of Fighters».

8. Азартные игры – игры, нацеленные на выигрыш денег или других материальных ценностей: реальных или виртуальных.

Пример: «Дурак онлайн», «Покер».

9. Аркады – жанр компьютерных игр, характеризующийся коротким, но интенсивным игровым процессом.

Пример: «Pac-Man», «Donkey Kong».

10. Экшн – жанр компьютерных игр, название которого происходит от слова «action» (в переводе с англ. – «действие»). В игре ставится упор на эксплуатацию физических возможностей вымышленного персонажа.

Пример: «Hitman», «Thief», «Splinter Cell».

11. МОБА – («многопользовательская онлайн-боевая арена»), жанр компьютерных игр, где две команды игроков сражаются друг с другом на карте определённого тематического вида.

Пример: «League of Legends», «Heroes of Newerth».

Наиболее популярными жанрами игр среди студентов оказались: стратегические – 188 человек (58,9%), симуляторы – 154 человека (48,3%) и шутеры – 134 человека (42%). Распределение жанровых предпочтений среди студентов представлено на рисунке 2.

Студентам также предлагался вопрос о частоте обращения к игровой практи-

ке. Большинство опрошенных отмечало, что играет в зависимости от недельной нагрузки – 183 человека (56,8%), каждый день играет 79 человек (24,5%), по выходным – 39 (12,1%), остальные 21 человек (6,5%) – раз в два дня.

В настоящем исследовании результаты разнесены в две категории относительно влияния компьютерных игр на процесс обучения, а именно когнитивные и физиологические результаты. Большинство анкетированных студентов – 184 человека (57,7%) отмечали положительные когнитивные эффекты, к которым относятся “уменьшение агрессии”, “усиление концентрации во время обучения”, “повышение работоспособности и мотивации”. Взаимосвязь между психологическим эффектом и проведенным за игрой времени рассматривается ниже. Изменения в психологическом состоянии после игры представлены на рисунке 3 в виде диаграммы.

Задания, оформленные в виде игровых симуляций, оказались эффективным методом обучения, в таких областях как медицинское и биологическое образование. В данной категории 52% учащихся отмечали симуляторы одним из предпочтительных жанров и указывали на их положительный психологический эффект. Это в свою очередь, подтверждают результаты предыдущих публикаций [1], в частности одно из недавних исследований, проведенное среди студентов-медиков показало, что интерактивные игры, предназначенные для обучения, разработанные, с помощью программных технологий, способствуют повышению мотивации и успеваемости обучающихся.

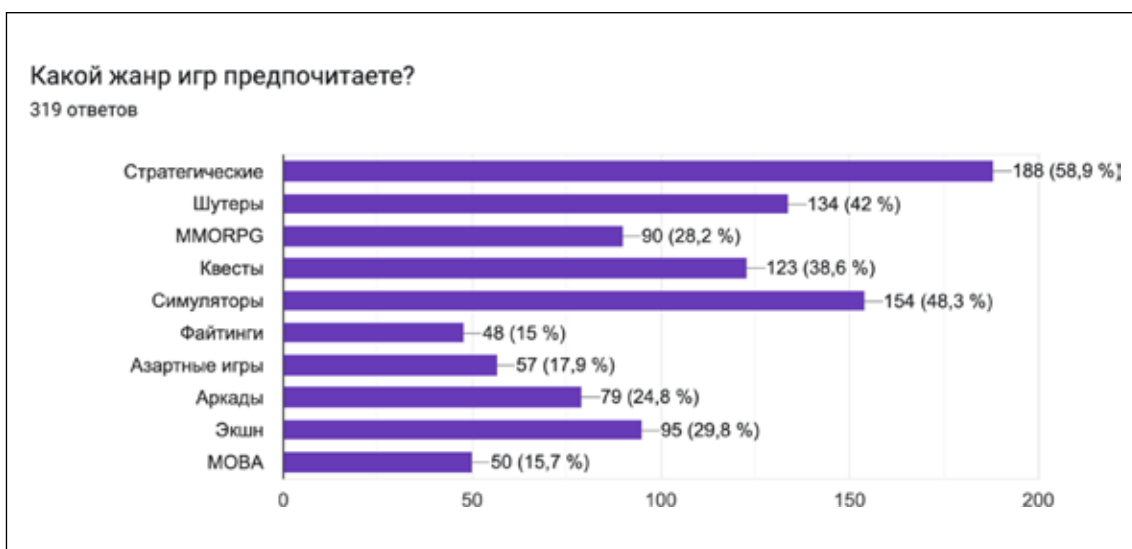


Рис. 2. Жанровые предпочтения студентов, играющих в компьютерные игры



Рис. 3. Изменения в психологическом состоянии после игры у студентов



Рис. 4. Изменения в работе зрительного аппарата после игры

Это связано с тем, что игры-симуляторы являются образовательными элементами, которые создают благоприятную среду, в которой учащиеся могут приобретать знания по выбранным предметам и дисциплинам. Студенты имеют возможность лучше понять теоретические концепции при условии, что игры используются в качестве дополнения к традиционным лекционным курсам. Кроме того, симуляторы часто воспринимаются как психологически приятные инструменты обучения, которые требуют активного участия и способствуют улучшению критического и метакогнитивного мышлений. Моделирование дает учащимся возможность наблюдать за результатами своих действий, способствует развитию социальных, эмоциональных навыков и навыков сотрудничества, помогая учащимся укреплять отношения со сверстниками, давая им возможность более эффективно работать в группах, становиться организо-

ванными, адаптироваться к новым задачам и решать возникающие проблемы [2].

Необходимо отметить, что положительный эффект связан исключительно с играми-симуляторами, тогда как в целом, видеоигры ухудшают успеваемость, а также и качество сна у студентов медицинских вузов [3]. Студенты гуманитарных и технических специальностей предпочитали играть в стратегии, шутеры и симуляторы. Однако есть четкая корреляция между количеством времени, проведенном за игрой и отмеченным психологическим эффектом: те студенты, которые играли от 1 до 3 часов, указывали на улучшение сна и настроения, а те, кто более 3 часов – наоборот, отмечали чувство усталости и стресса. Полученные данные согласуются с выводами, сделанными иракскими учеными: у студентов, играющих в компьютерные игры более 3 часов в день отмечается снижение успеваемости вследствие эмоционального напряжения [4].



Рис. 5. Изменения в работе опорно-двигательного аппарата после игры

Подобные результаты показало предыдущее исследование с участием 2217 подростков, где было обнаружено, что игровая сессия длительностью около 3 часов в день, повышает когнитивные навыки у детей, а именно, включает тормозные реакции, развивает память и лежащие в ее основе корковые пути [5].

Среди основных физиологических эффектов большинство – 164 человека (50,6%) – указывало на нарушения в работе зрительного (сухость глаз, боль, жжение). Данные об изменении состоянии зрительного аппарата представлены на рисунке 4.

Также отмечались нарушения опорно-двигательного аппарата (онемение ног, боль в спине, спазм мышц) – 191 человек (60,1%). Данные об изменении состоянии зрительного аппарата представлены на рисунке 5.

Полученные результаты соответствуют выводам, сделанными российскими исследователями. Отмечалось, что студенты, подверженные высокой компьютерной нагрузке (более 5 часов), жаловались на усталость, жжение в глазах, снижение зрения, периодически возникающие или частые боли в различных отделах позвоночника, мышц и суставов [6].

### Заключение

Впервые изучены жанровые предпочтения студенческой молодежи в компьютерных играх и описаны различные когнитивные и физиологические эффекты в зависимости от выбранной игровой категории и проведенного за игрой времени. Для естественно-научного направления симуляторы оказались наиболее оптимальным вариантом для улучшения когнитивных

функций и качества обучения. У студентов технических и гуманитарных специальностей предпочтительными жанрами оказались стратегии, шутеры и симуляторы, они оказались способными проявлять положительный психологический эффект, но только, если одна игровая сессия длилась не более 3 часов, в противном случае к описанным негативным эмоциональным воздействиям могли добавляться и нарушения целого ряда физиологических функций организма. Полученные результаты показывают, что необходимо дальнейшее изучение проблемы и проведение новых исследований. Настоящая работа создает необходимую основу для будущего анализа влияния конкретных жанров компьютерных игр на процесс обучения студентов по различным специальностям.

### Список литературы

1. Ihsen Zairi, Mohamed Ben Dhiab, Khadija Mzoughi, Imtine Ben Mrad. The Effect of Serious Games on Medical Students' Motivation, Flow and Learning // Sage Journals. 2022. Vol. 53, No. 6.
2. Vlachopoulos D., Makri A. The effect of games and simulations on higher education: a systematic literature review // Int J Educ Technol High Educ. 2017. Vol. 14, No. 22.
3. Babu P., Ravindra P.N., Mudabasappagol C.D. Impact of video-games on academic performance and sleep duration in medical students // Indian J Clin Anat Physiol. 2019. Vol. 6(4). P. 396-400.
4. Wakil Karzan, Omer Shano, Omer Bayan. Impact of Computer Games on Students GPA // European Journal of Education Studies. 2017. Vol. 3. P. 262-272.
5. Chaarani B., Ortigara J., Yuan D., Loso H., Potter A., Garavan HP. Association of Video Gaming With Cognitive Performance Among Children // JAMA Netw Open. 2022. Vol. 5(10). P. e2235721.
6. Эверт Л.С., Потупчик Т.В., Бахшиева С.А. Социально-гигиенические и клинко-функциональные аспекты компьютерных нагрузок у студентов // Российский медицинский журнал. 2015. № 21(4).

УДК 159.9.072.42

## ОСОБЕННОСТИ ЗАВИСИМОГО ПОВЕДЕНИЯ У СОТРУДНИКОВ СИЛ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА МОРСКОМ ТРАНСПОРТЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Лаврешина Г.В., Гуремина Н.В.

ФГБОУ ВО «Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского», Владивосток,  
e-mail: journal@pkiro.ru

Исследование посвящено изучению особенностей зависимого поведения у сотрудников сил обеспечения транспортной безопасности на морском транспорте в зависимости от вида трудовой деятельности. Теоретическим объектом исследования является зависимое поведение как психологический феномен, предметом исследования – особенности зависимого поведения сил обеспечения транспортной безопасности на морском транспорте в зависимости от вида деятельности. В задачи исследования входило: подбор диагностического инструментария для изучения зависимого (аддиктивного) поведения, формирование выборки для исследования из разных категорий сотрудников, анализ результатов исследования. На первом этапе был проведен теоретический анализ понятия аддикции и зависимого поведения. На втором этапе исследования для выявления общей склонности к зависимости была выбрана методика «Тест на зависимость (аддикцию)» Г.В. Лозовой. Проведенный анализ показал, что у сотрудников с разными типами деятельности преобладают разные зависимости: у руководителей в большей степени сформирована трудовая зависимость, у сотрудников службы досмотра чаще встречается зависимость от курения, у сотрудников, работающих с техническими средствами, чаще всего высокий уровень компьютерной, игровой и любовной зависимости. Таким образом, аддиктивное поведение у сотрудников разных категорий сил обеспечения транспортной безопасности отличаются в зависимости от типа детальности, и поставленная гипотеза о том, что зависимости обусловлены типом деятельности, подтвердилась.

**Ключевые слова:** аддикция, зависимое поведение, силы обеспечения транспортной безопасности, трудовая деятельность

## DEPENDENT BEHAVIOR FEATURES OF THE TRANSPORT SECURITY EMPLOYEES FORCES IN MARITIME TRANSPORT DEPENDING ON THE TYPE OF WORK

Lavreshina G.V., Guremina N.V.

Maritime State University Named after Admiral G.I. Nevelskoy, Vladivostok,  
e-mail: journal@pkiro.ru

The study is devoted to the study of the features of dependent behavior among employees of the maritime transport security forces, depending on the type of work activity. The theoretical object of the study is dependent behavior as a psychological phenomenon, the subject of the study is the features of dependent behavior of transport security forces in maritime transport, depending on the type of activity. The objectives of the study included: the selection of diagnostic tools for the study of dependent (addictive) behavior, the formation of a sample for the study from different categories of employees, the analysis of the results of the study. At the first stage, a theoretical analysis of the concept of addiction and dependent behavior was carried out. At the second stage of the study, the method "Addiction test" by G.V. Lozova was chosen to identify the general propensity to addiction. The analysis showed that employees with different types of activities have different addictions: managers have a greater degree of labor dependence, employees of the inspection service are more likely to be addicted to smoking, employees working with technical means often have a high level of computer, gaming and love addiction. Thus, the addictive behavior of employees of different categories of transport security forces differs depending on the type of detail, and the hypothesis that dependencies are caused by the type of activity has been confirmed.

**Keywords:** addiction, dependent behavior, transport security forces, labor activity

Силы обеспечения транспортной безопасности (далее – силы ОТБ) – лица, ответственные за обеспечение транспортной безопасности в субъекте транспортной инфраструктуры, на объекте транспортной инфраструктуры, транспортном средстве.

На государственном уровне существуют разработанные требования к знаниям, умениям, навыкам сил обеспечения транспортной безопасности, а также личностных (психологических) качеств. Но и у них,

как и у любого человека могут существовать зависимые типы поведения.

Большинство исследователей зависимого поведения, основанного на чрезмерной привязанности к кому или чему-либо, отмечают распространенность этого явления в повседневной жизни. Зависимое поведение является разновидностью девиаций, которая проявляется как болезненная для личности привязанность к чему-либо, достаточно сильно выраженная и недо-

пустимая с точки зрения общественных норм, угрожающая здоровью или причиняющая психические страдания самому зависимому [1].

Основными видами зависимости являются зависимости от вещей, людей, секса, событий и явлений. Однако, список аддикций можно дополнить такими поведенческими зависимостями, как фанатизм, парасуицидальное поведение (патологическое увлечение экстремальными видами спорта), паранойя здоровья (спортивная аддикция) и другие, приводящие к социальной дезадаптации, но не вошедшие в классификацию зависимых расстройств [2].

По мнению Е.В. Змановской [3], условно можно говорить о нормальной и чрезмерной зависимости. Все люди испытывают «нормальную» зависимость от таких жизненно важных объектов, как воздух, вода, еда. В некоторых случаях наблюдаются нарушения нормальных отношений зависимости. Например, аутистические, шизоидные, антисоциальные расстройства личности возникают вследствие катастрофически недостаточной привязанности к другим людям. Склонность к чрезмерной зависимости, напротив, порождает проблемные симбиотические отношения, или зависимое поведение. Зависимое поведение, таким образом, оказывается тесно связанным как со злоупотреблением со стороны личности чем-то или кем-то, так и с нарушениями ее потребностей [4].

Б.Р. Мандель выделяет следующие формы аддикции: алкогольная, наркотические, токсикомания, лекарственные, табакокурение, игровые, трудовоголизм, компьютерные, сексуальные, пищевые, другие (например, шопоголизм, избегание, созависимость). В жизнедеятельности человека зависимость проявляется как утрата контроля за своими привычками, которые становятся незаменимыми [5].

Целью данного исследования послужило изучение особенностей аддиктивного поведения в зависимости от вида деятельности сотрудников сил обеспечения транспортной безопасности на морском транспорте.

Объект исследования: зависимое поведение как психологический феномен.

Предмет исследования: особенности зависимого поведения сил ОТБ в зависимости от вида деятельности.

Для достижения цели исследования был поставлен ряд задач:

1. Подобрать диагностический инструментарий для исследования зависимого (аддиктивного) поведения.

2. Сформировать выборку для исследования из разных категорий сил обеспечения транспортной безопасности.

3. Проанализировать результаты исследования, сделать выводы.

Гипотеза: аддиктивное поведение у сотрудников разных категорий сил обеспечения транспортной безопасности будут иметь отличия в зависимости от типа детальности.

### Материалы и методы исследования

Для исследования аддиктивного поведения была выбрана методика «Тест на зависимость (аддикцию)», автором которой является Г.В. Лозовая [6]. Данная методика направлена на исследование общей склонности к зависимости, а также 13 видов зависимости: алкогольную, интернет и компьютерную зависимость, любовную, наркотическую, игровую, никотиновую, пищевую, зависимость от межполовых отношений, трудовоголизм, телевизионную, религиозную, лекарственную, зависимость от здорового образа жизни. Аддиктивное (зависимое) поведение представляет собой попытку бегства от реальности при помощи изменения своего психического состояния, обеспечивающего мнимую безопасность и эмоциональный комфорт.

Выбранная методика состоит из 70 вопросов, на которые нужно дать ответ по 5-бальной шкале, где ответу «нет» соответствует 1 балл, а ответу «да» – 5 баллов. Каждому типу зависимости отводится 5 вопросов, минимальный балл по каждой шкале 5, максимальный – 25. В зависимости от количества баллов разделяют три выраженности аддиктивного поведения: низкая (5-11 баллов), умеренная (12-18 баллов), высокая (19-25 баллов).

### Результаты исследования и их обсуждение

Выборку решено было сформировать из 45 человек по трем категориям сил ОТБ (по 15 человек каждой категории):

Категория 3. Работники субъекта транспортной инфраструктуры или подразделения транспортной безопасности, руководящие выполнением работ, непосредственно связанных с обеспечением транспортной безопасности на объектах транспортной инфраструктуры или транспортных средствах.

Категория 5. Работники подразделения транспортной безопасности, осуществляющие досмотр, повторный досмотр в целях обеспечения транспортной безопасности.

Категория 7. Работники подразделения транспортной безопасности, управляющие техническими средствами обеспечения транспортной безопасности.

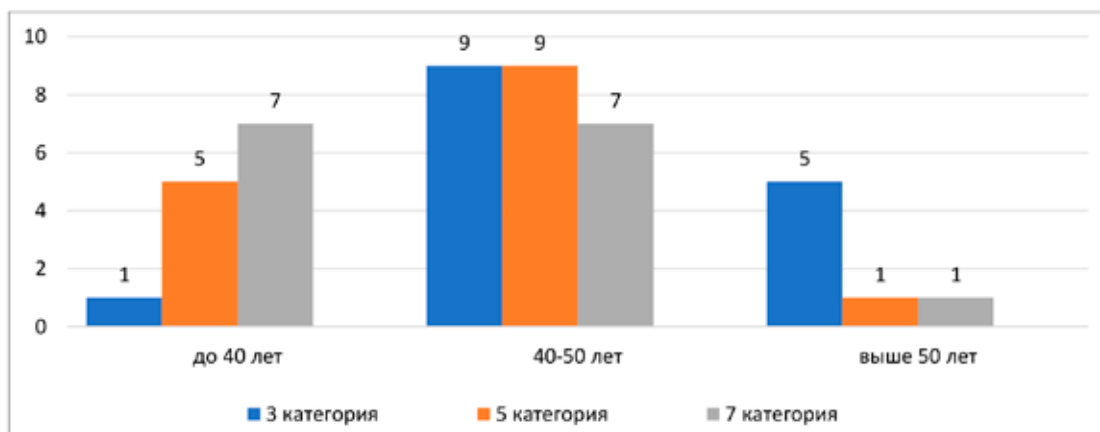


Рис. 1. Распределение по возрасту сотрудников разных категорий

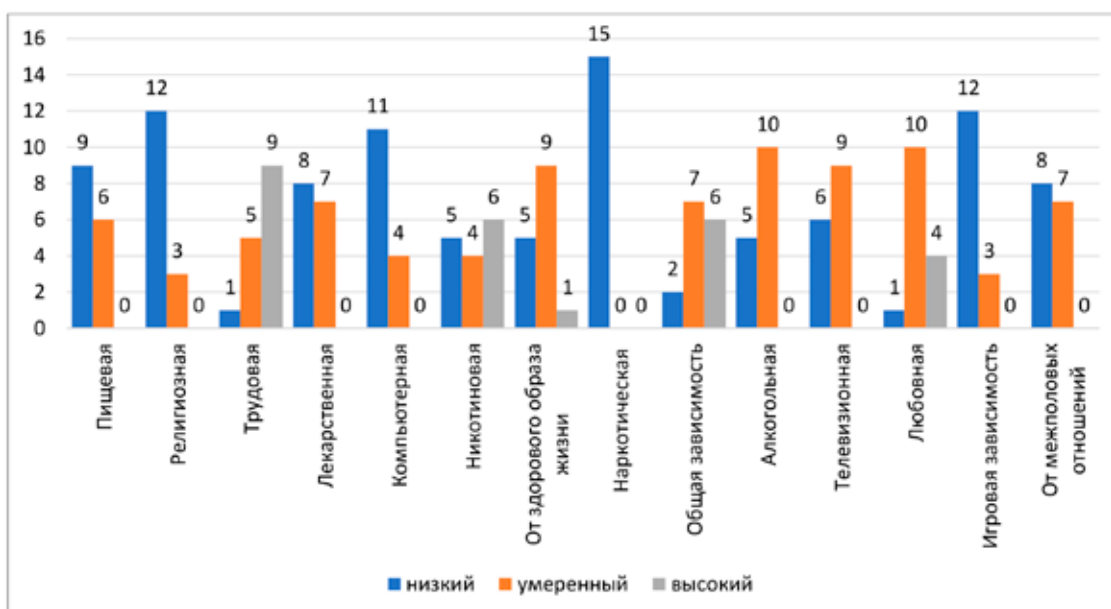


Рис. 2. Выраженность зависимости сотрудников 3 категории по уровням

Распределение респондентов по возрасту в зависимости от категории отражено на рисунке 1.

Выборку составили 45 мужчин в возрасте от 32 до 58 лет, распределение по возрасту в зависимости от категории следующее:

- Категория 3: 1 человек в возрасте до 40 лет, 9 человек в возрасте от 40 до 50 лет, 5 человек в возрасте выше 50 лет;
- Категория 5: 5 человек в возрасте до 40 лет, 9 человек в возрасте от 40 до 50 лет, 1 человек в возрасте выше 50 лет;
- Категория 7: 7 человек в возрасте до 40 лет, 7 человек в возрасте от 40 до 50 лет, 1 человек в возрасте выше 50 лет.

Как видно из рисунка 1, наиболее молодые сотрудники составляют категорию 7 (средний возраст 40,2 года), наиболее старшие по возрасту – сотрудники 3 категории (средний возраст 43,7 лет).

Респондентам, работающим по данным категориям сил ОТБ, предлагалось в добровольном порядке заполнить тест, после чего данные заносились в сводную таблицу по каждой категории.

Исследование зависимостей сил ОТБ категории 3 по уровням выраженности отражено на рисунке 2.

Как видно из рисунка 2, у большинства сотрудников категории 3 низкий и сред-

ний уровень по всем зависимостям, высокий уровень трудовой зависимости у 9 человек и высокий уровень зависимости от курения – у 6 человек. Никто

из опрошенных не подвержен наркотической зависимости.

Исследование зависимостей сотрудников категории 5 отражено на рисунке 3.

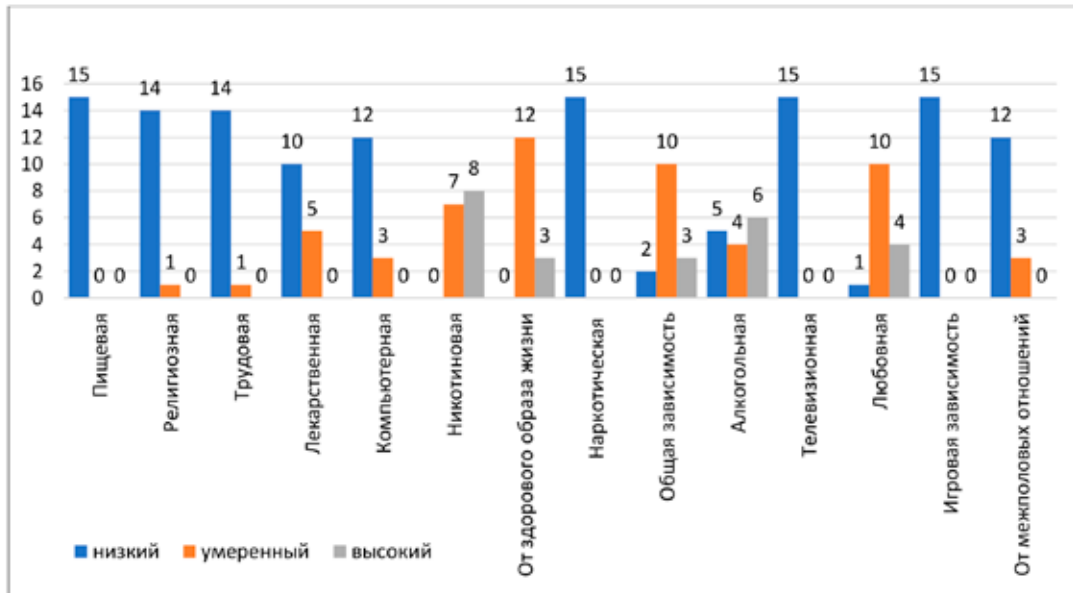


Рис. 3. Выраженность зависимости сотрудников 5 категории по уровням

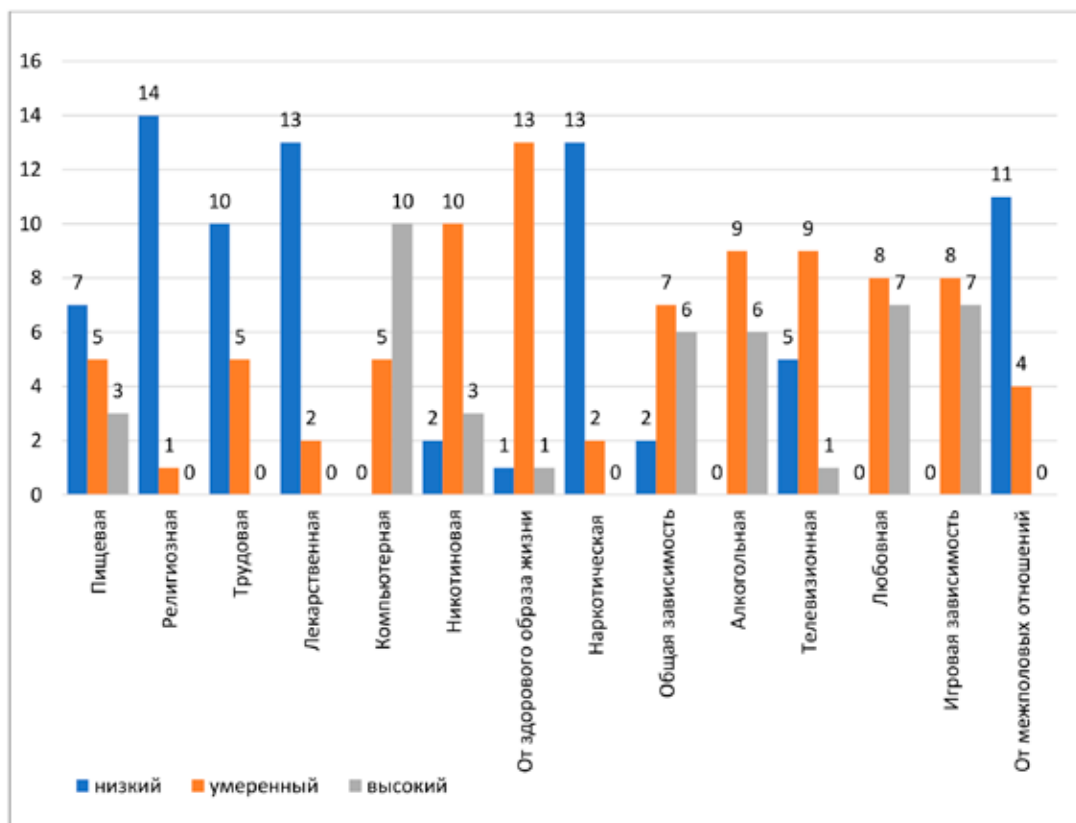


Рис. 4. Выраженность зависимости сотрудников категории 7 по уровням



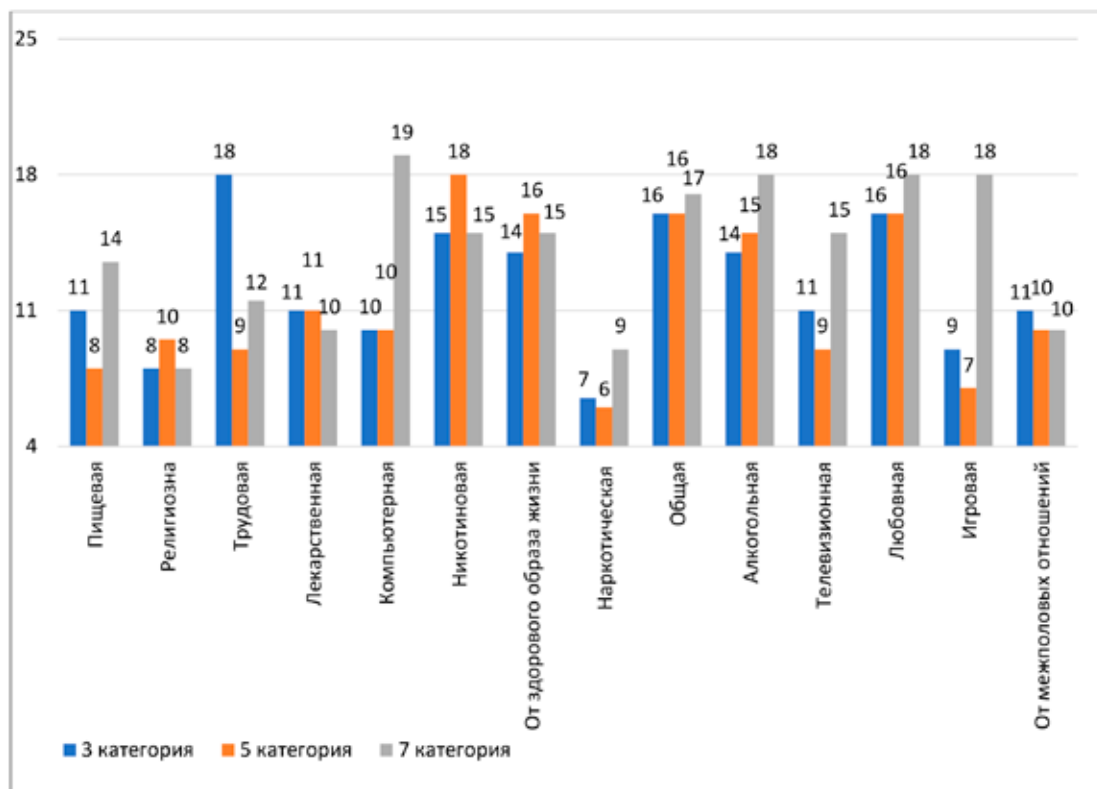


Рис. 5. Профиль выраженности зависимостей у сотрудников с разными категориями

Как видно по рисунку 3, по большинству зависимостей сотрудники категории 5 имеют низкий и средний уровень. Высокий уровень зависимости от курения у 8 человек, от здорового образа жизни – у 6 человек, от алкоголя – у 6 человек, от любви – у 4 человек, высокая общая зависимость – у 3 человек. Также среди сотрудников с 5 категорией больше тех, кто обладает высокой зависимостью по сравнению с сотрудниками 3 категории. Не было выявлено сотрудников с пищевой, наркотической и игровой зависимостью.

Исследование зависимостей сотрудников категории 7 по уровням выраженности отражено на рисунке 4.

Итак, сотрудники категории 7 имеют высокий уровень следующих зависимостей: пищевая (у 3 человек), компьютерная (у 10 человек), от курения (у 3 человек), от здорового образа жизни (у 1 человека), от алкоголя (у 6 человек), от телевизора (у 1 человека), от любви (у 7 человек), от игры (у 7 человек), общая зависимость высокого уровня – у 6 человек.

Проведенный анализ показал, что у сотрудников с разными типами деятельности преобладают разные зависимости: у руководителей в большей степени сформирована трудовая зависимость, у сотрудников

службы досмотра чаще встречается зависимость от курения, у сотрудников, работающих с техническими средствами, чаще всего высокий уровень компьютерной, игровой и любовной зависимости.

По результатам исследования был рассчитан средний балл для того, чтобы выделить отличия по видам зависимости у разных категорий сил ОТБ, и построены профили зависимостей (рис. 5).

Значения ниже 11 показывают низкий уровень выраженности зависимости, а от 18 и выше баллов показывают высокий уровень зависимости. Как видно по рисунку 5:

- у типичного представителя сотрудников 3 категории высокий уровень трудовой зависимости, низкий уровень религиозной, компьютерной, наркотической и игровой зависимости;

- у типичного представителя сотрудников 5 категории высокий уровень никотиновой зависимости, низкий уровень пищевой, религиозной, трудовой, лекарственной, компьютерной, наркотической, телевизионной, игровой зависимостями и зависимостью от межполовых отношений;

- у типичного представителя сотрудников 7 категории высокий уровень выраженности компьютерной и игровой зависимость,

низкий уровень религиозной, лекарственной, наркотической зависимостями и зависимостью от межполовых отношений.

Таким образом, у сотрудников с разным типом деятельности преобладают разные типы зависимости, то есть поставленная гипотеза подтвердилась: зависимости обусловлены типом деятельности.

#### Список литературы

1. Азарова Л.А. Психология девиантного поведения. Минск: ГИУСИ БГУ, 2019. 164 с.

2. Завалихина Р.С. Девиантное поведение как психологический феномен // Сибирский педагогический журнал. 2004. №3. С. 138-143.

3. Змановская Е.В. Девиантология: Психология отклоняющегося поведения: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2014. 288 с.

4. Клейберг Ю.А. Психология девиантного поведения: учебное пособие для вузов. М.: ТЦ Сфера при участии «Юрайт-М», 2013. 160 с.

5. Мандель Б.Р. Аддиктология: учебное пособие. М.: Директ-Медиа, 2014. 334 с.

6. Диагностический портфель для определения склонности к аддиктивному поведению / Под общ. ред. Иониной О.В. Тула: ГУ ТО «Развитие», 2019. 39 с.

УДК 159.9.075

**СВОЙСТВА ВНИМАНИЯ У УЧЕНИКОВ 6 КЛАССА  
С НАРУШЕНИЯМИ СЛУХА****Цыплакова А.О., Бойко А.В.***ФГБОУ ВО «Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского»,  
Владивосток, e-mail: alina.tsyplakova7119@gmail.com*

В статье представлены результаты исследования внимания, как важнейшего психического процесса, который является основой для возникновения и развития когнитивных функций человека: мышления, памяти и т.д. Внимание играет важную роль в структуре любой деятельности, обеспечивая сосредоточенность на ней психической активности, а также является основой для возникновения и развития когнитивных функций. Целью исследования стало изучение свойств внимания у детей с нарушениями слуха. В исследовании приняли участие 10 учеников 6 класса с нарушениями слуха, обучающиеся в специальной (коррекционной) общеобразовательной школе-интернате I вида г. Владивостока. Для исследования были выбраны две методики: корректурная проба «Кольца Э. Ландольта» и методика «Шифровка» (Д. Векслер). Исследование показало, что низкие результаты по уровню продуктивности и устойчивости внимания отмечены у 4 школьников, а у 6 человек из группы был выявлен средний результат. Также у 6 школьников с нарушениями слуха высокий уровень продуктивности и устойчивости внимания, у троих – средний уровень, у одного школьника – низкий. Практическая значимость работы состоит в возможности использования результатов исследования в практической деятельности со школьниками с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ).

**Ключевые слова:** нарушения слуха, свойства внимания, продуктивность внимания, устойчивость внимания

**PROPERTIES OF ATTENTION IN PUPILS  
OF THE 6TH CLASS WITH HEARING IMPAIRMENTS****Tsyplakova A.O., Boyko A.V.***Maritime State University named after adm. G.I. Nevelsky, Vladivostok,  
e-mail: alina.tsyplakova7119@gmail.com*

The article presents the results of a study of attention as the most important mental process, which is the basis for the emergence and development of human cognitive functions: thinking, memory, etc. Attention plays an important role in the structure of any activity, ensuring the focus of mental activity on it, and is also the basis for the emergence and development of cognitive functions. The aim of the study was to study the properties of attention in children with hearing impairments. The study involved 10 pupils of the 6th grade with hearing impairments studying in a special (correctional) boarding school of the 1st type in Vladivostok. For the study, two methods were chosen: the proofreading test «E. Landolt's Rings» and the «Encryption» method (D. Veksler). The study showed that low results in terms of productivity and stability of attention were noted in 4 schoolchildren, and 6 people from the group showed an average result. Also, 6 schoolchildren with hearing impairments have a high level of productivity and stability of attention, three have an average level, and one schoolchild has a low level. The practical significance of the work lies in the possibility of using the results of the study in practical activities with schoolchildren with disabilities (HIA).

**Keywords:** hearing impairment, attention properties, attention productivity, attention stability, research

Такой психический процесс, как внимание – основа возникновения и развития когнитивных функций. Оно играет важнейшую роль в структуре любой деятельности, а на ней обеспечивает сосредоточенность любой деятельности [1].

Поэтому, проблема изучения внимания детей с нарушениями слуха всегда была и остается актуальной в психологии, а именно в сурдопсихологии и сурдопедагогике. Внимание имеет большое значение в обогащении учащихся знаниями, умениями и навыками и в развитии их личности.

Важными особенностями протекания психических процессов являются избирательность и направленность, поэтому этот характер психической деятельности связывают с таким свойством нашей психики, как внимание. В отличие от других познавательных процессов (восприятие, память, мышление и т.п.) внимание не имеет осо-

бого содержания, а также неделимо от этих процессов, проявляясь как бы внутри их.

Внимание – это психофизиологический процесс, который характеризуется его динамическими особенностями. С помощью него обеспечивается избирательность, сознательный либо полусознательный отбор той информации, которая поступает через органы чувств [2]. Внимание помогает человеку вовремя реагировать на разные изменения не только в собственном организме, но и в окружающей среде, а также создает наилучшие условия для психической деятельности [3].

Внимание может быть произвольное, произвольное и слепроизвольное [4].

Непроизвольное внимание – вид, возникающий без каких-то усилий человека независимо от его сознательных намерений, который связан с общей направленностью личности. В основе произволь-

ного внимания лежит ориентировочный рефлекс на новый или неожиданно действующий раздражитель. С помощью этого вида обеспечивается быстрая и правильная ориентация человека в постоянно меняющихся условиях среды, позволяя выделять те ее объекты, которые имеют наибольший жизненный смысл в настоящее время.

Когда человек ставит перед собой задачу, сознательно вырабатывая программу действий для ее решения возникает произвольное внимание. Решение этой задачи требует определенных волевых усилий для «погружения» в работу и выполнения ее действий. Активное регулирование психических процессов – это основная функция произвольного внимания, благодаря ему человек активно, избирательно «извлекает» из памяти нужные сведения, выделяет главное, существенное и принимает правильные решения.

После произвольного внимания возникает послепроизвольное внимание, которое возникает, когда человека «затягивает» работа, а затем он выполняет ее без волевых усилий (например, конспектирование текста). С ним связывают наибольшую интенсивность и плодотворность учебной и трудовой деятельности, а также высокую сосредоточенность на каком-либо предмете.

Три вида внимания, рассмотренные выше, переплетаются между собой и опираются друг на друга.

Свойства внимания, характеризующиеся разными качественными проявлениями, имеют некую взаимосвязь, в которой индивидуальное внимание человека приобретает очень сложную функциональную структуру. Выделяют такие свойства, как

- устойчивость внимания – способность сохранять состояние внимания на каком-либо объекте, предмете, деятельности, не отвлекаясь и не ослабляя внимание в течение длительного времени. Определяться по отношению к какому-либо одному объекту это свойство внимания не может. Человек может переключаться между предметами или же видами деятельности, тем не менее общее направление и смысл должны оставаться постоянными. Если человек на протяжении определенного периода времени занимается одной или несколькими видами деятельности для достижения конкретной цели, то можно говорить о хорошей устойчивости его внимания.

- сосредоточенность внимания, (противоположное качество – рассеянность), проявляется в различиях, которые имеются в степени концентрированности внимания на одних объектах и его отвлечении от других. Сосредоточенность могут называть

концентрацией внимания, а эти понятия рассматривать как синонимы [5].

- переключаемость внимания – это переключение внимания с одного объекта (действия) на другой объект (действия), которое происходит сознательно и осмысленно. Переключение может определяться требованиями деятельности или необходимостью включения в новую работу, а может быть и в целях отдыха.

- распределение внимания – рассредоточение внимания в значительном пространстве, одновременное выполнение нескольких видов работы или совершение нескольких различных действий.

- объем внимания – это количество объектов, которое может быть отчетливо воспринято человеком в довольно короткий период времени. Объем внимания зависит от особенностей материала, который воспринимается кем-то, от умения субъекта его анализировать и систематизировать, устанавливать в нем логические связи. По мере дальнейшего развития таких умений, а также в процессе взросления объем внимания расширяется [4].

У детей с нарушениями слуха большое значение имеет зрительное восприятие, поскольку большая нагрузка при обучении ложится на зрительный анализатор. Особенности внимания детей с нарушениями слуха можно кратко охарактеризовать следующим образом [6].

- Сниженный объем внимания из-за восприятия в один момент меньшего количества элементов.

- Трудности переключения внимания из-за большого времени на «вработывание», что может привести к сниженной скорости выполняемой деятельности и, следовательно, увеличенному числу ошибок.

- Продуктивность внимания зависит от избирательной выразительности воспринимаемого материала, из-за чего дети усваивают информационные признаки, делают меньше ошибок.

- Меньшая устойчивость внимания, сочетающаяся с большой утомляемостью из-за восприятия информации через слуховой и зрительный анализаторы. У детей с нарушениями слуха при чтении и при объяснении материала не происходит «замена» анализаторов с ведущего зрительного на слуховой, поэтому у них постоянно задействованы оба анализатора.

- Трудности в распределении внимания, из-за сложностей в том, чтобы одновременно слушать и писать.

Целью исследования стало изучение свойств внимания у детей с нарушениями слуха.

Задачи исследования:

- Раскрыть внимание как психический процесс личности и его свойства.
- Выявить специфические особенности устойчивости и продуктивности внимания у школьников с нарушениями слуха.
- Провести исследование для определения уровня продуктивности и устойчивости внимания школьников с нарушениями слуха.
- Проинтерпретировать полученные результаты методик.
- Провести анализ и сделать вывод по результатам методик.

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

Методы исследования: теоретический обзор научной литературы по теме исследования, обобщение и сравнительный анализ результатов исследования, тестирование, метод интерпретации.

В исследовании приняли участие школьники 6 класса с нарушениями слуха в составе 10 человек: 7 мальчиков и 3 девочек в возрасте 13-16 лет, обучающиеся в специальной (коррекционной) общеобразовательной школе – интернат I вида г. Владивостока. Предварительно у родителей было получено согласие на участие их детей в исследовании.

Для реализации цели исследования были выбраны две методики: корректурная проба «Кольца Э. Ландольта» и методика «Шифровка» (Д. Векслер).

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

На основании результатов корректурной пробы «Кольца Э. Ландольта» мы получили следующие данные: низкие результаты по уровню продуктивности и устойчивости внимания отмечены у 4 школьников с нарушениями слуха. Это говорит о том, что темп выполнения работы был низкий, и ошибок, допущенных в работе было очень много. Можно предположить, что на этот процесс влияет истощаемость внимания, которая при изначально высокой сосредоточенности является прогрессирующим ослаблением интенсивности внимания в процессе выполнения какой-либо деятельности, из-за этого ребенок не погружается в работу, что, соответственно ведет к его низкой продуктивности. Также могла повлиять рассеянность внимания из-за неспособности удерживать внимание на одном виде деятельности.

У 6 человек из группы отмечен средний результат, который свидетельствует о средней продуктивности и устойчивости внимания. Это говорит о быстром темпе выполнения работы с наименьшим числом ошибок, или наоборот.

По результатам методики «Шифровка» (Д. Векслер) зафиксировано, что у 6 школьников с нарушениями слуха высокий уровень продуктивности и устойчивости внимания, у троих – средний уровень, у одного школьника – низкий.

Низкое и средние значения говорят о низкой зрительно-моторной координации. На это повлияло выполнение школьником задания «на скорость», а не «на качество», мешающее переключать внимание и концентрироваться на символах.

После обработки результатов группы мы изучили динамику результатов группы детей с нарушениями слуха по корректурной пробе «Кольца Э. Ландольта» и методике «Шифровка» (Д. Векслер). По рекомендациям психолога, первую в исследовании мы использовали корректурную пробу «Кольца Э. Ландольта», требующую высокой концентрации внимания. Общее время выполнения методики – 5 минут.

Между тестированиями у детей была возможность отдохнуть и восстановить свою работоспособность. После, они выполнили методику «Шифровка» (Д. Векслера). Общее время выполнения методики – 2 минуты.

Динамика результатов группы по двум методикам представлена в таблице.

Таким образом, мы отметили, что у 6 испытуемых результаты улучшились, у 3 не изменились, а у одного испытуемого ухудшились. Причины такой динамики могут быть разными, но одним из самых главных являются:

1. Визуальные отличия методик. Корректурная проба «Кольца Э. Ландольта» визуально выглядит сложнее, что может повлиять на эмоциональное состояние испытуемого. В бланке очень много колец маленького размера, близко расположенных друг к другу, что мешает выбирать кольца с определенным разрывом. Более того, испытуемые путали разрыв на 9 часов с разрывами на 9 и 10 часов. А в методике «Шифровка» (Д. Векслер) символы нужно вписывать строго под цифрами, что не путает тестируемого и не отвлекает его.

2. Время выполнения методик. Сложность корректурной пробы «Кольца Э. Ландольта» сочетается с довольно длительным временем выполнения, которое составляет 5 минут, в то время как в методике «Шифровка» (Д. Векслер) 2 минуты. За 5 минут испытуемые уставали, поэтому результат ухудшался с каждой минутой. В свою очередь методика «Шифровка» (Д. Векслер) визуально не сложная и времени на ее выполнение немного, то результаты у многих улучшились.

Динамика результатов группы по корректурной пробе «Кольца Э. Ландольта» и методике «Шифровка» (Д. Векслера)

Номера испытуемых	Уровень устойчивости и продуктивности внимания по результатам корректурной пробы «Кольца Э. Ландольта»	Уровень устойчивости и продуктивности внимания по результатам методики «Шифровка» (Д. Векслер)	Динамика результатов школьников с нарушениями слуха по двум методикам
1	Средний	Средний	Не изменился
2	Низкий	Высокий	Улучшился
3	Высокий	Высокий	Не изменился
4	Средний	Средний	Не изменился
5	Средний	Высокий	Улучшился
6	Средний	Высокий	Улучшился
7	Средний	Низкий	Ухудшился
8	Низкий	Средний	Улучшился
9	Низкий	Высокий	Улучшился
10	Низкий	Высокий	Улучшился

3. Вработывание испытуемых. При наблюдении за каждым ребенком из группы мы отметили, что после первой методики школьники смогли «включиться» в работу и лучше выполнить следующую.

#### Выводы

На основании полученных результатов исследования можно сделать следующие выводы:

- Высокий уровень продуктивности и устойчивости внимания может соответствовать протеканию мыслительных процессов с большей скоростью. Также эти особенности внимания будут способствовать успешной деятельности детей в будущих профессиональных сферах, где фактор скорости является решающим.

- Школьники со средними показателями устойчивости и продуктивности внимания с работой на скорость справляются хуже, что приводит к неуспеваемости в школе. Им необходим индивидуальный темп учебной деятельности.

- Испытуемые с низкими показателями продуктивности и устойчивости внимания могут проявить свои сильные стороны (способности, умения, навыки и др.) в сво-

ем нейрофизиологическом темпе, который соответствует особенностям детей с нарушениями слуха.

Практическая значимость работы состоит в возможности использования результатов исследования в практической деятельности со школьниками с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ).

#### Список литературы

- Кулигина Е.Д. Внимание как когнитивная функция // Национальный агрегатор открытых репозиторий. 2017. URL: <https://dspace.kpfu.ru/xmlui/handle/net/117760> (дата обращения: 29.12.2022).
- Шапарь В.Б. Новейший психологический словарь. Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. 806 с.
- Экгардт А.Н. Особенности развития внимания у младших школьников с задержкой психического развития // Молодой ученый. 2020 № 51. URL: <https://moluch.ru/archive/341/76667/> (дата обращения: 29.12.2022).
- Купцова А.М., Зиятдинова Н.И., Зарипова Р.И., Зефирова Т.Л. Физиологические основы внимания. Развитие внимания у детей и подростков: учебно-методическое пособие. Казань: КФУ, 2017. 35 с.
- Захарова И.Н. Уровень развития свойств внимания (объем, устойчивость, концентрация) у младших школьников // Молодой ученый. 2019 № 28. URL: <https://moluch.ru/archive/266/61482/> (дата обращения: 29.12.2022).
- Сорокун П.А. Общая психология. Псков: Изд-во ПГПИ, 2003. 312 с.

## СТАТЬИ

УДК 330.342.2

**ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ****Лунина Т.А., Пахомова Д.А.***ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения», Новосибирск,  
e-mail: lunina@stu.ru, zarudnevdasha7@gmail.com*

Стремительный рост инновационных технологий наблюдается во всех сферах деятельности, в том числе и на железнодорожном транспорте, который является одной из важнейших составляющих стабильного экономического развития экономики страны. Инновационное развитие на железнодорожном транспорте является сложно-реализуемым процессом, в котором задействованы работники всех смежных служб. В научной статье рассматривается определение инноваций на железнодорожном транспорте, а также инновационные технологии, внедряемые в рамках инвестиционной программы на железнодорожной станции. Обязательным фактором на пути к перспективному развитию железнодорожных перевозок являются прогрессивные технологии. Своевременное внедрение таких технологий позволяет обеспечить переработку возрастающих объемов перевозок в условиях развития экономики в целом по стране. В статье приведены изменения, влияющие на работу как отдельной станции, так и на перевозочный процесс железных дорог, рассмотрены уже внедренные проекты и результаты данных инноваций. Помимо уже внедренных технологий, в статье также описаны планы развития железнодорожных станций на среднесрочный и долгосрочный период, что является важной необходимостью для поддержания конкурентоспособности, повышения эффективности использования ресурсов отрасли и дальнейшего процветания.

**Ключевые слова:** инновации, техническое перевооружение, инфраструктура станции, эффективность инноваций**ECONOMIC SIGNIFICANCE OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES  
OF RAILWAY STATIONS****Lunina T.A., Pakhomova D.A.***Siberian State University of Railways, Novosibirsk,  
e-mail: lunina@stu.ru, zarudnevdasha7@gmail.com*

The rapid growth of innovative technologies is observed in all areas of activity, including railway transport, which is one of the most important components of the stable economic development of the country's economy. Innovative development in railway transport is a complex process that involves employees of all related services. The scientific article discusses the definition of innovation in railway transport, as well as innovative technologies introduced as part of the investment program at the railway station. Progressive technologies are an obligatory factor on the way to the future development of rail transportation. The timely introduction of such technologies makes it possible to ensure the processing of increasing traffic volumes in the context of the development of the economy as a whole in the country. The article presents the changes that affect the operation of both a separate station and the transportation process of railways, already implemented projects and the results of these innovations are considered. In addition to the technologies already implemented, the article also describes the plans for the development of railway stations for the medium and long term, which is an important need to maintain competitiveness, improve the efficiency of the industry's resource use and further prosperity.

**Keywords:** innovations, technical re-equipment, station infrastructure, efficiency of innovations

В условиях формирования современной экономики, во всех развивающихся странах, с каждым годом возрастает темп внедрения инновационных технологий, формируется инновационная политика, направленная на успешное функционирование всех сфер деятельности страны. Задачами, возложенными на руководителя любой развивающейся компании являются снижение производственных затрат, стимулирование новых потребностей компании, увеличение размера прибыли, поддержание и рост конкурентоспособности предприятия, а также освоение новых рынков и привлечение клиентов. В этом случае, инновации будут служить антикризисным фактором для развивающегося предприятия.

Железнодорожный транспорт неоспоримо оказывает одно из ключевых значений на экономику страны. Исследования, затрагивающие вопросы инновационного развития железнодорожного транспорта становятся наиболее важными для отрасли. В связи с этим становится актуальным вопрос об инновационных внедрениях на железнодорожном транспорте.

Инновационное развитие железнодорожного транспорта в целом и компании «ОАО РЖД» осуществляется во всех направлениях деятельности и направлено на повышение безопасности, конкурентоспособности и эффективности железнодорожных перевозок. Это уточнил в своей статье профессор Лапидус Б.М., определив

инновации на железнодорожном транспорте, как систему «прорывных улучшений в создании новых транспортных продуктов, железнодорожной техники и технологий, совершенствование процессов управления, направленных на открытие новых возможностей для роста эффективности железных дорог» [1].

Целью данного исследования является анализ внедряемых инновационных технологий и их влияние на экономическое развитие железнодорожного транспорта. Для достижения указанной цели в статье поставлены следующие задачи:

- исследовать влияние инновационных технологий на развитие железнодорожного транспорта;
- выявить основные преимущества внедрения инновационных проектов;
- рассмотреть планы развития железнодорожных станций на среднесрочный и долгосрочный период.

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

Методологической основой статьи выступали результаты научных изысканий отечественных и зарубежных ученых и фундаментальные положения общенаучной методологии. Для решения поставленных задач использовался метод системного анализа, метод сравнения, беседа с руководителями железнодорожной станции, а также метод изучения литературы, документов и результатов деятельности.

Основным стратегическим документом в области инновационной деятельности ОАО «РЖД» является Комплексная программа инновационного развития холдинга «РЖД» на период до 2025 года (КПИР-2025, утверждена советом директоров ОАО «РЖД» 26 февраля 2020 г.) [2].

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Железнодорожная станция является ведущим звеном в осуществлении перевозки. От устойчивой работы станции, особенно сортировочной, зависит не только работа дороги и транспортного коридора, но и развитие экономики страны.

Анализируемая станция по основному назначению и характеру работы является внеклассной двусторонней сортировочной станцией, работающей на пять направлений. Последнее масштабное техническое перевооружение станции было завершено в 2010 г.: на четной и нечетной сортировочных горках. Введена в эксплуатацию горочная автоматическая централизация с ведением накопления вагонов в сортировочных парках, горочным программно-задающим

устройством, устройствами управления прицельным торможением и вагонными замедлителями, системой контроля заполнения путей сортировочного парка. На данное техническое перевооружение за 10 лет было потрачено около 840 млн. руб.

Своевременное выполнение работ по развитию инфраструктуры станции позволило обеспечивать переработку возрастающих объемов вагонопотоков и высокий уровень эксплуатационной работы на участках железной дороги и позволило станции стать одной из самых современных и технологичных сортировочных станций на сети.

Опережающее перспективное развитие инфраструктуры железнодорожной станции является насущной необходимостью для обеспечения стабильной работы железной дороги. Это подтверждено многолетним положительным опытом работы. Станция очень часто становится одной из первоиспытателей инвестиционных проектов железных дорог.

Так в 2022 году в сортировочном парке «С» было установлено балочное ограждающее устройство «БЗУ ДУ», предназначенное для остановки и закрепления вагонов и отцепов с целью предупреждения их выхода за пределы полезной длины сортировочных путей.

Данное мероприятие позволило:

- исключить ручной труд персонала в опасной зоне;
- исключить риски выхода вагонов за пределы полезной длины пути;
- повысить обеспечение безопасности движения поездов за счет исключения использования охранных тормозных башмаков;
- сократить время на операции по маневровой работе в районе вытяжек формирования (формирование поездов, перестановка групп вагонов, подтягивание вагонов, подача вагонов на ремонтные позиции) за счет исключения операций по укладке/уборке охранных тормозных башмаков составителем поездов;
- сократить время на операции по закреплению до 30 мин.

В 2020 году началась опытная эксплуатация интерактивного горочного пульта (ПГИ) на четной сортировочной горке станции. Установка данного ПГИ является одним из модулей комплексного проекта «Цифровая сортировочная станция», реализуемого в рамках инвестиционной программы ОАО «РЖД». Пульт представляет собой комплекс, состоящий из нескольких промышленных компьютеров с сенсорным экраном.

Управление ПГИ осуществляется только одним дежурным по сортировочной горке



ке. Оптимальный режим контроля и управления роспуском на горке под управлением одного оператора возможен благодаря микропроцессорному горочному интерактивному пульту, который исключает возможность оставления стрелок и замедлителей в неавтоматизированном режиме. Совместно с интерактивным пультом внедрены модули автоматизации маневровых передвижений по горке и расширенный обмен с АСУ станции [3].

Преимущества интерактивного пульта:

- автоматический роспуск;
- управление маневрами;
- контроль перевода устройств в режим «автомат»;
- исключение ошибок, связанных с человеческим фактором;
- отсутствие потребности физической переработки пульта при реконфигурации горки.

Внедрение ПГИ позволило оптимизировать штат оперативных работников для перехода на управление роспуском вагонов в одно лицо.

В 2022 г. после прохождения успешной опытной эксплуатации уже внедрен интерактивный пульт и на нечетной сортировочной горке станции.

Ежегодно разрабатываются и внедряются инновационные проекты, результатами которых становится увеличение пропускной способности станций, улучшение показателей эксплуатационной работы, увеличение участковой скорости поездов, увеличение их веса и длины. При этом повышается качество планирования, оптимизируется штат работников и сокращаются эксплуатационные расходы, а также сокращаются расходы на ремонт и замену оборудования.

Уже сейчас существуют планы развития железнодорожных станций на среднесрочный и долгосрочный период.

В среднесрочном периоде планирование предусмотрено внедрение «Системы контроля и подготовки информации о перемещениях вагонов и локомотивов на станции в реальном времени» (СКПИ ПВЛ РВ). Программа разработана для реализации задачи ведения вагонной модели с информацией «от колеса». Внедрение системы СКПИ ПВЛ РВ позволит оптимизировать функции по вводу и передаче информации в автоматизированные системы и отчетные формы (ввод будет производиться в автоматическом режиме без участия оператора по обработке поездной информации):

- пономерной контроль движения подвижного состава в парках станции в реальном времени за счет ведения цифровой модели положения подвижного состава, со-

стояния напольных устройств и передачу информации в смежные автоматизированные системы;

- контроль начала/окончания технологических операций с подвижным составом;
- пономерной контроль подаваемого/убираемого подвижного состава на/с путей необщего пользования;

– формирование пономерного состава поезда для подготовки к отправлению (телеграммо-натурный лист грузового поезда).

Модуль планирования и контроля отправления поездов (ПиКОП) позволяет обеспечить:

- формирование предложений для принятия управленческих решений по перераспределению имеющихся ресурсов (изменение плана формирования поездов, выделение дополнительных ниток в варианном графике движения поездов);

– автоматическую подвязку локомотивов и локомотивных бригад к планируемому к отправлению поездам на уровне 100% с учетом установленных норм оборота локомотивов по станции и исключения непроизводительных потерь в работе локомотивных бригад;

- формирование очередности расформирования и плана поездообразования с учетом длительно простаивающих вагонов с целью выполнения нормативов простоя и сроков доставки.

Перспективной инвестицией в среднесрочном периоде является установка на подходах к станции «Интегрированного поста автоматизированного приема и диагностики подвижного состава на сортировочных станциях» (ППСС) и комплекса тепловой диагностики «ПАУК». Данное средство диагностики позволяет максимально автоматизировать технический и коммерческий осмотр, организовать сплошной контроль и выявление неисправных вагонов (контроль технического состояния узлов подвижного состава, мониторинг габаритов, геометрии и дефектов поверхности катания колес, контроль веса вагона, установление фактов смещения груза) [4].

Данное мероприятие позволит сократить время обработки составов в парках прибытия и приемо-отправочных парках, а также повысить производительность труда причастных работников. Также данное мероприятие позволит исключить технический и коммерческий осмотр в парках прибытия станций.

На долгосрочный период рассматривается мероприятие роботизации технологического процесса обработки подвижного состава, после внедрения автоматизированной системы закрепления составов, расцеп-

ки вагонов при расформировании состава, платформы для соединения/разъединения тормозных рукавов вагонов. Подобные изобретения позволяют повысить эффективность использования ресурсов отрасли, обеспечить снижение транспортных издержек и повышение качества обслуживания клиентов, сохранить конкурентоспособность и привлечь новых потребителей услуг ОАО «РЖД» [5].

В статье проанализированы инновационные технологии, внедряемые на железнодорожном транспорте, а также их влияние на экономическое развитие отрасли, выявлены основные преимущества внедрения технологий, а также рассмотрены планы развития железных дорог на среднесрочный и долгосрочный период. Своевременное внедрение таких технологий позволяет обеспечить переработку возрастающих объемов перевозок в условиях развития экономики в целом по стране.

#### Вывод

На основании проведенного анализа, можно сделать вывод о том, что внедрение инновационных технологий является настоящей мерой для поддержания существующей инфраструктуры и плодотворного развития железнодорожного транспорта. Инновационное развитие оказывает положительное влияние на условия труда работников, повышает исполнение норм охраны труда, что является важной, неотъемлемой составляющей работы железнодорожного транспорта – объекта повышенной опасно-

сти. Также необходимо отметить, что инновационные проекты, реализуемые на станции, как правило сокращают затраты труда и экономят фонд оплаты труда и отчисления на социальные нужды. Это обусловлено спецификой хозяйственной деятельности станции, которая на своем балансе не имеет основных фондов, не тратит материальных ресурсов на их обслуживание. Заработная плата с отчислениями составляет до 90% ее расходов. Однако переработка вагонов и пропуск поездов влияют на работу всех смежных хозяйств железнодорожного транспорта, поэтому основной эффект инноваций проявляется в результатах работы дирекции движения в целом, а также локомотивного и вагонного хозяйств, то есть влияют на эффективность работы всей компании.

#### Список литературы

1. Лapidус Б.М. Инновационное развитие железнодорожного транспорта // Экономика железных дорог. 2012. № 8. С. 12-18.
2. Российские железные дороги: официальный сайт. М., 2020. URL: <https://company.rzd.ru/ru/9990> (дата обращения: 15.12.2022).
3. Гудок: ежедневная транспортная газета / учредитель АО «Статус». М., 2020. № 67.
4. CNews: [<https://cnews.ru>] / учредитель ООО «Синьюс». М., 2020. URL: <https://cnews.ru/link/n512897> (дата обращения: 10.12.2022).
5. Мачерет Д.А. Измайкова А.В. Экономическое значение изобретений и инноваций для эффективного развития железнодорожного транспорта // Труды международной научно-практической конференции «Современные реалии, тренды и инновации в управлении бизнес-процессами на транспорте» 11 ноября 2014 г. М.: ООО «НИКЦК Восход-А», 2014. С. 206-209.

УДК 338.47

**АНАЛИЗ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ  
В ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ****Северова М.О., Кондакова И.Ю.***Сибирский государственный университет путей сообщения, Новосибирск,  
e-mail: ldingo@mail.ru*

Авторами в статье рассмотрен один из ключевых факторов по снижению расхода потребления топливно-энергетических ресурсов в ОАО «Российские железные дороги» – энергосбережение. Определены основные показатели результативности энергосбережения и требования, установленные к нему на законодательном уровне. Рассмотрена «Энергетическая стратегия ОАО «Российские железные дороги» на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года», выделены основные направления формирования мероприятий по развитию энергетического комплекса ОАО «Российские железные дороги» по итогам проведенного анализа. Проведена аналитическая работа с ежегодными отчетами реализации организационно-технических мероприятий по достижению целевых показателей энергосбережения и повышения энергетической эффективности в дирекции по энергообеспечению, сформированными в автоматизированной информационной системе «Энергоэффективность», разработанной для постоянного мониторинга за расходом топливно-энергетических ресурсов в ОАО «Российские железные дороги». По итогам проведенного анализа определены и рассмотрены два направления по снижению расходов топливно-энергетических ресурсов: повышение энергетической эффективности перевозочного процесса и повышение эффективности использования энергоресурсов в стационарной энергетике и на другие нетяговые нужды процесса. Определено процентное соотношение доли затрат для реализации мероприятий по повышению энергоэффективности и доля экономии топливно-энергетического ресурса от реализованного мероприятия.

**Ключевые слова:** энергосбережение, стратегия, ОАО «РЖД», дирекция по энергообеспечению, топливно-энергетический ресурсы

**ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION OF THE ENERGY EFFICIENCY  
STRATEGY IN A TRANSPORT COMPANY****Severova M.O., Kondakova I.Y.***Siberian State Transport University, Novosibirsk, e-mail: ldingo@mail.ru*

The authors in the article considers one of the key factors for reducing the consumption of fuel and energy resources in JSC “Russian Railways” – energy saving. The main performance indicators of energy saving and the requirements established for it at the legislative level are determined. The “Energy strategy of JSC Russian Railways” for the period up to 2030 and for the future up to 2035 was considered, the main directions for the formation of measures for the development of the energy complex of JSC Russian Railways were identified based on the results of the analysis. Analytical work was carried out with annual reports on the implementation of organizational and technical measures to achieve energy saving and energy efficiency targets in the energy supply directorate, generated in the automated information system “Energy Efficiency”, developed for continuous monitoring of the consumption of fuel and energy resources at Russian Railways “. Based on the results of the analysis and analysis of two areas of consumption of fuel and energy resources: increasing the efficiency of using energy resources in stationary energy and other non-traction needs in processes. A certain percentage ratio of the share of costs for the implementation of measures to improve energy efficiency and the share of savings in fuel and energy consumption from the implementation of the measure.

**Keywords:** energy saving, strategy, ОАО “Russian Railways”, directorate for energy supply, fuel and energy resources

Для повышения рентабельности ОАО «Российским железным дорогам» (далее ОАО «РЖД») необходимо применять энергосбережение, так как потребление топливно-энергетических ресурсов (далее ТЭР) железнодорожным транспортом для оказания услуг по перевозке грузов или пассажиров менее затратное, в сравнении с потреблением топливно-энергетических ресурсов при использовании автомобильного или авиационного транспорта.

На основании федерального закона №28-ФЗ «Об энергосбережении», основным показателем энергосбережения является снижение удельных расходов ТЭР на единицу продукции [1]. А если рассматривать само понятие ТЭР – это

совокупность всех природных или преобразованных видов топлива и энергии, используемых человеком [2].

Продукцией ОАО «РЖД» является перевозочный процесс пассажиров или грузов, а в удельном исчислении – это работа, которую совершает компания для перевозки одной тонны груза или одного пассажира на расстояние 1 километр.

Железнодорожный транспорт на тягу поездов расходует 40,7 млрд кВтч, что примерно составляет около 4% от общего объема производства электроэнергии в стране (1054, 8 млрд кВтч) [3].

На протяжении не одного десятилетия в ОАО «РЖД» разрабатываются и проводятся мероприятия по снижению расходов

ТЭР для сохранения лидирующих позиций в мире в области качества, эффективности и безопасности услуг инфраструктуры. Расходы ТЭР являются одной из основных статей затрат ОАО «РЖД», причём рост перевозочной работы в перспективе до 2035 г. может привести к увеличению доли энергоресурсов в структуре затрат компании. В связи с этим снижение энергоёмкости и расходов на ТЭР является не менее важным приоритетом компании [4], а энергетическая эффективность (далее ЭФ) позволит в современных условиях повысить конкурентоспособность ОАО «РЖД» не только внутри страны, но и на международном рынке транспортных услуг [5].

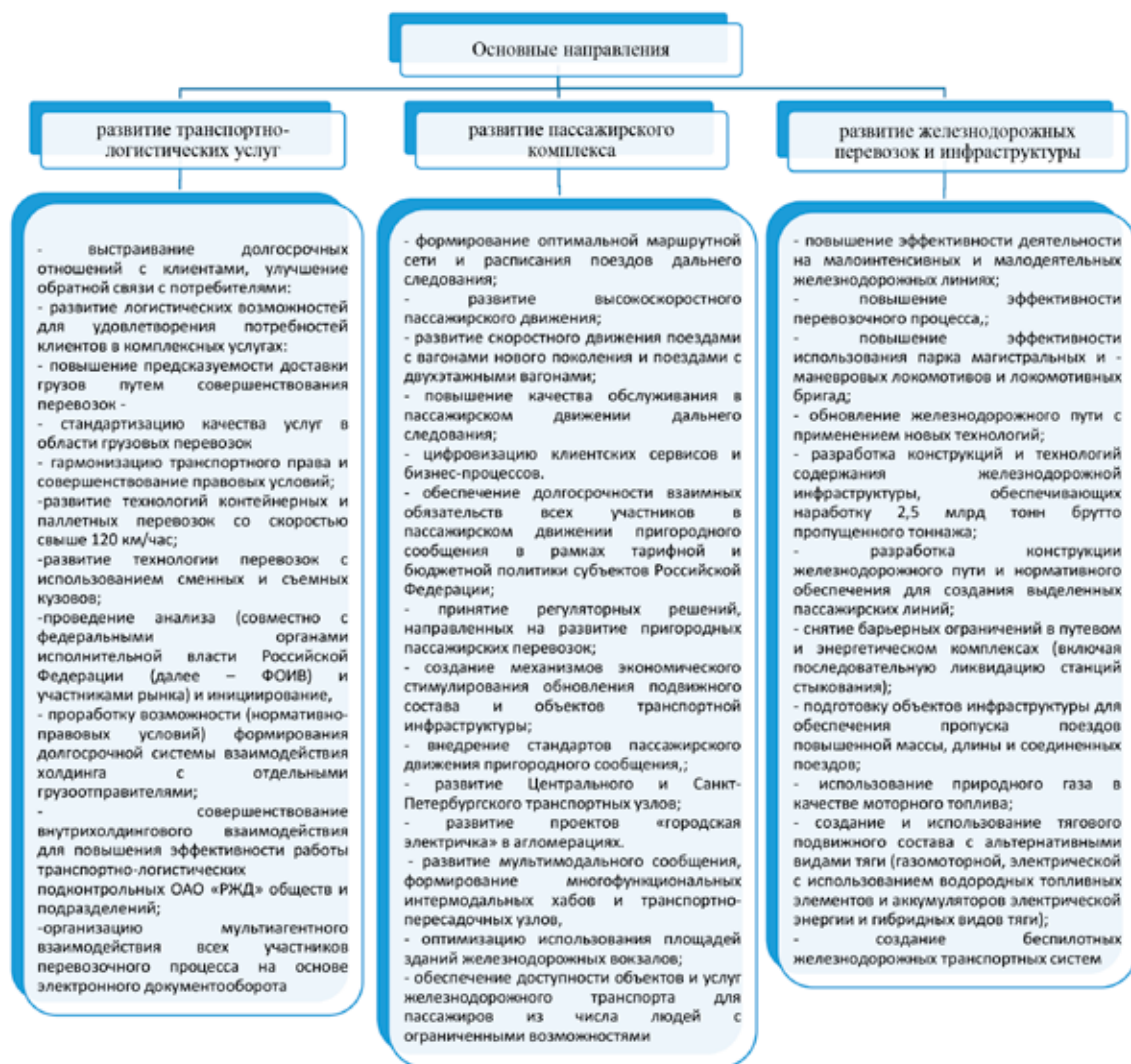
На рисунке представлены основные направления развития и стратегические инициативы ОАО «РЖД», оказывающие существенное влияние на уровень потребления и эффективности использования ТЭР.

В феврале 2023 г. состоялась встреча генерального директора – председателя правления ОАО «РЖД» Олега Валентиновича Белозерова с Президентом Российской Федерации Владимиром Владимировичем Путиным, в ходе которой были озвучены итоги работы в сфере грузовых и пассажирский перевозок за 2022 г. [6]:

- объем перевезенных грузов на Восток, впервые за историю экономики железных дорог, превысил объема перевезенных грузов на Запад и составил 80 миллионов.

- в дружественные страны объем перевозок вырос на 23%, в недружественные страны снизился почти на 40% (с 365 к 210 миллионов тонн), при этом наблюдается дальнейшая тенденция снижения перевозок;

- за счет увеличения тяжеловесного движения поездов в два раза (до 7100 тонн), компания произвела соединение контейнерных поездов, что позволило организовать движение по одной нитке графика.



Основные направления развития и стратегические инициативы ОАО «РЖД»

- внедрена и применяется на сети дорог перевозка соединенных тяжеловесных поездов, масса одного такого поезда – 14200 тн., длина поезда больше 2 км.;

- количество контейнеров в перевозке достигло рекордных значений – 5 800 000 единиц, при этом появились флекситанки, лайнербэги, контейнеры опентопы, была выполнена перевозка угля в контейнерах;

- инвестиционная поддержка Правительства Российской Федерации составила 467 миллиардов рублей (250 миллиардов рублей за счет средств ФНБ – прежде всего закупка пассажирских вагонов Восточного полигона, 217 миллиардов – снижение задолженности по кредитам). Объем инвестиций составил 883 миллиардов рублей;

- снизился процент импортных составляющих запчастей с 7 до 3 процентов.

- в 2023 г. ОАО «РЖД» планирует обновить подвижной состав по Восточному полигону, закончить ряд направлений по Центральному транспортному узлу, открыть рабочее движение в Мурманском транспортном узле – новый порт «Лавна».

Решение поставленных задач должно сопровождаться повышением операционной эффективности работы железнодорожного транспорта в целом и снижением энергоёмкости транспортных услуг в частности. В связи с этим в работе рассматриваются актуальные вопросы реализации программы энергоэффективности на примере функционального филиала компании.

Целью исследования является определение основных мероприятий по снижению расходов ТЭР в дирекции по энергообеспечению.

#### **Материал и методы исследования**

Главным документом, определяющим цели, задачи и основные направления по повышению энергетической эффективности стала «Энергетическая стратегия ОАО «РЖД» на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года» (далее ЭС-2035). В ней прогнозируется два сценария развития стратегии:

1. базовый – ориентирован на программу долгосрочного развития компании до 2025 г., а в дальнейшем, до окончания периода реализации ЭС-2035, и предусматривает, что развитие инфраструктуры, энергетического комплекса компании для удовлетворения спроса на услуги ОАО «РЖД» будет минимальным. Стоит отметить, что в базовом сценарии объём перевозок растёт сравнительно невысокими среднегодовыми темпами (около 0,8% в год), а так же предусмотрены факторы ри-

ска: ужесточение климатической политики, санкционные ограничения, кризисные явления в экономике России, изменение государственной тарифной и ценовой политики, технологические изменения;

2. оптимистичный – ориентирован на полное удовлетворение возросшего спроса на грузовые перевозки, динамичный рост пассажирских перевозок, в результате чего объём перевозок в период до 2035 г. увеличивается более высокими темпами (около 2,0% в год). Оптимистический сценарий предусматривает незначительную реализацию факторов рисков, указанных в разделе 9, и/или эффективную реализацию мероприятий по диверсификации рисков. Оптимистический сценарий предусматривает, что даже наиболее инновационные и/или капиталоемкие направления ЭС-2035 будут реализованы в первоначально определённые сроки.

В указанный срок планируется провести ряд процедур по развитию энергетического комплекса [4]:

- обновление, модернизация и электрификация действующей инфраструктуры, стоит отметить важность проведения электрификации, так как в последние годы вопрос климата играет важную роль, как в мировом, так и в российской сообществе (относительно низкий уровень углеродного выброса в окружающую среду от железнодорожного транспорта в сравнении с другими видами транспорта подтверждается научными исследованиями);

- внедрение передовых и инновационных технологий, в том числе развитие альтернативных видов тяги и возобновляемой энергетики;

- цифровизация, внедрение систем интеллектуального управления в сфере энергопотребления.

Для постоянного мониторинга за расходом ТЭР в ОАО «РЖД» была разработана и внедрена автоматизированная информационная система «Энергоэффективность». В данной программе содержится вся нормативно-правовая база, в нее заносятся все запланированные и реализованные мероприятия по снижению расходов ТЭР, сопутствующие к ним расчёты документы как по филиалу и инфраструктуре в целом, так и по структурным подразделениям.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Все мероприятия Трансэнерго по снижению расходов ТЭР в автоматизированной информационной системе «Энергоэффективность» разделены на два направления [7].

Эффективность и значимость расходов на реализацию мероприятий по энергоэффективности (нетяговые нужды)

Наименование подраздела раздела 2 мероприятий по снижению расходов ТЭР	Структура затрат, проц.	Структура экономии ТЭР, проц.
Повышение ЭФ объектов системы теплоснабжения, теплогенерации (повышение эффективности котельного оборудования и тепловых сетей, оптимизация работы теплогенерирующего оборудования, оптимизация режимов работы систем отопления зданий и сооружений)	1	3
Повышение ЭФ сооружений и зданий (утепление зданий, сооружений, замена входных групп, дверей, утепление крыш, окон и т.п.)	3	4
Повышение ЭФ автотракторной и специальной техники, специального подвижного состава (оптимизация режимов работы и обновление специального подвижного состава и автотракторной техники, модернизация автотранспорта)	1	16
Повышение ЭФ систем освещения (внедрение экономичных светильников систем внутреннего и наружного освещения, оптимизация уровня освещенности или режимов работы систем внутреннего или наружного освещения, внедрение светодиодных систем и высокомагнетных осветительных установок и т.д.)	95	4
Повышение ЭФ объектов инфраструктуры и технологических процессов (оптимизация режимов работы систем вентиляции и кондиционирования производственных, административных и бытовых помещений, технологического оборудования, обновление электрических сетей 0,4 кВ, увеличение сечения проводов и т.п.)	0	72
Повышение ЭФ по прочим мероприятиям (установка приборов учета тепловой энергии, реализация программ установки приборов учета и т.п.).	0	менее 1 %

1. Мероприятия, направленные на повышение в Трансэнерго энергоэффективности (далее ЭФ) перевозочного процесса):

- принятие мер по совершенствованию технологии управления движением, к данному мероприятию можно отнести: сокращение времени простоя на промежуточных станциях;

- улучшение показателей электрификации и тягового электроснабжения, которые оказывают влияние на ЭФ, к данным мероприятиям можно отнести: усиление контактной сети, замена стального несущего троса, замена изношенного контактного провода, установка дополнительных электрических соединителей на контактной сети.

2. Мероприятия, направленные на повышение качества и эффективности использования энергоресурсов на нетяговые нужды, в стационарной энергетике:

- для повышения ЭФ объектов системы теплоснабжения, теплогенерации (повышение эффективности котельного оборудования и тепловых сетей, оптимизация работы теплогенерирующего оборудования, оптимизация режимов работы систем отопления зданий и сооружений);

- для повышения ЭФ сооружений и зданий (утепление зданий, сооружений, замена

входных групп, дверей, утепление крыш, окон и т.п.);

- для повышения ЭФ автотракторной и специальной техники, специального подвижного состава (оптимизация режимов работы и обновление специального подвижного состава и автотракторной техники, модернизация автотранспорта);

- для повышения ЭФ систем освещения (внедрение экономичных светильников систем внутреннего и наружного освещения, оптимизация уровня освещенности или режимов работы систем внутреннего или наружного освещения, внедрение светодиодных систем и высокомагнетных осветительных установок и т.д.);

- для повышения ЭФ объектов инфраструктуры и технологических процессов (оптимизация режимов работы систем вентиляции и кондиционирования производственных, административных и бытовых помещений, технологического оборудования, обновление электрических сетей 0,4 кВ, увеличение сечения проводов и т.п.);

- прочие мероприятий (установка приборов учета тепловой энергии, реализация программ установки приборов учета и т.п.).

Следует отметить, что эффект от реализации мероприятий первого направления

конечно является с точки зрения абсолютной величины определяющим. Практически 90% всего расхода на топливно-энергетические нужды расходуется на обеспечение тяги поездов. Конечно, это направление является приоритетным. Для дирекции по энергообеспечению реализация мероприятий этого направления позволит обеспечить существенный эффект в смежных филиалах, прежде всего в дирекции тяги – основном потребителе ТЭР. Анализ реализации этого направления показал, что замена изношенного контактного провода на новый в 2021 г. сформировало в дирекции 68% затрат приходящихся на данное направление, а замена несущего троса на медный, усиление контактной сети, в том числе со сменой контактного провода на провод большего сечения и монтажом усиливающего провода, а также увеличением сечения ошиновки распределительных устройств тяговых подстанций по 14% соответственно. Оставшиеся расходы были связаны с установкой дополнительных электрических соединителей на контактной сети – 4%.

Второе направление реализуемых мероприятий является менее затратным, однако оно также является важным с точки зрения остальных филиалов, где ТЭР расходуются на нетяговые нужды. В состав этого направления включены мероприятия по повышению ЭФ систем освещения (95% расходов), мероприятия направленные на повышение ЭФ и зданий и сооружений – 3%; мероприятия направленные на повышение э ЭФ объектов теплогенерации, других объектов системы теплоснабжения – 1%; мероприятия направленные на повышение ЭФ специального подвижного состава, автотракторной техники – 1%.

Уровень значимости затрат и их эффективность представлены в таблице.

### Заключение

Мониторинг реализации мероприятий показывает, что экономия ТЭР в Трансэнерго достигнута благодаря реализации

мероприятий по повышению ЭФ объектов инфраструктуры компании, перевозочного процесса. Наибольшее снижение ТЭР получено за счет реализации мероприятий в дистанциях электроснабжения по оптимизации работы систем вентиляций, кондиционирования, режимов работы технологического оборудования, за счет увеличения сечения проводов воздушных линий, а так же обновление оборудования тяговых подстанций (кроме эффектов на тягу поездов) и внедрение элегазовых выключателей. Оценить экономический эффект от мероприятий ЭФ первого направления в рамках рассматриваемой дирекции не представляется возможным, но по оценке экспертов это существенная величина, которая отражается в затратах смежных филиалов.

Дальнейшая реализация программы ЭФ позволит сократить уровень энергоёмкости транспортной услуги, снизить издержки железнодорожного транспорта и возможно транспортного слагаемого в конечной цене перевозимых грузов.

### Список литературы

1. Федеральный закон РФ от 03.04.1996 г. № 28-ФЗ «Об энергосбережении».
2. Байтасов Р.Р. Основы энергосбережения. Конспект лекций. [Электронный ресурс]. URL: <https://libking.ru/books/sci-/science/680419-5-g-bajtasov-osnovy-energoberezeniya-konspekt-lekcij.html#book> (дата обращения: 22.11.2022).
3. Распоряжение ОАО «РЖД» от 31.03.2011 г. № 685р «Об утверждении документов по энергетическому обследованию объектов ОАО «РЖД»».
4. «Энергетическая стратегия «ОАО РЖД» на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года». М., 2022.
5. Гапанович В.А., Авилон В.Д., Аржанников Б.А. Энергосбережение на железнодорожном транспорте: учебник. М.: Изд. Дом МИСиС, 2012. 690 с.
6. Встреча Президента Российской Федерации В.В. Путина с главой РЖД О.В. Белозеровым. [Электронный ресурс]. URL: [kremlin.ru/catalog/persons/470/events/70453](http://kremlin.ru/catalog/persons/470/events/70453) (дата обращения: 07.02.2023).
7. Отчет о реализации плана организационно-технических мероприятий по достижению целевых показателей энергосбережения и повышения энергетической эффективности для «Трансэнерго» – филиала ОАО «РЖД» за 12 месяцев 2021 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://10.23.250.151:8080> (дата обращения: 24.11.2022).