

ISSN 2518-1467 (Online),  
ISSN 1991-3494 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Ш Ы С Ы

---

---

## ВЕСТНИК

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## THE BULLETIN

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С 1944 ГОДА  
PUBLISHED SINCE 1944

1

---

АЛМАТЫ  
АЛМАТЫ  
ALMATY

2017

ҚАҢТАР  
ЯНВАРЬ  
JANUARY

Б а с р е д а к т о р ы

х. ғ. д., проф., ҚР ҰҒА академигі

**М. Ж. Жұрынов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

**Абиев Р.Ш.** проф. (Ресей)  
**Абишев М.Е.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Аврамов К.В.** проф. (Украина)  
**Аппель Юрген** проф. (Германия)  
**Баймуқанов Д.А.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Байпақов К.М.** проф., академик (Қазақстан)  
**Байтулин И.О.** проф., академик (Қазақстан)  
**Банас Иозеф** проф. (Польша)  
**Берсимбаев Р.И.** проф., академик (Қазақстан)  
**Велихов Е.П.** проф., РҒА академигі (Ресей)  
**Гашимзаде Ф.** проф., академик (Әзірбайжан)  
**Гончарук В.В.** проф., академик (Украина)  
**Давлетов А.Е.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Джрбашян Р.Т.** проф., академик (Армения)  
**Қалимолдаев М.Н.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан), бас ред. орынбасары  
**Лаверов Н.П.** проф., академик РАН (Россия)  
**Лупашку Ф.** проф., корр.-мүшесі (Молдова)  
**Мохд Хасан Селамат** проф. (Малайзия)  
**Мырхалықов Ж.У.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Новак Изабелла** проф. (Польша)  
**Огарь Н.П.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Полещук О.Х.** проф. (Ресей)  
**Поняев А.И.** проф. (Ресей)  
**Сагиян А.С.** проф., академик (Армения)  
**Сатубалдин С.С.** проф., академик (Қазақстан)  
**Таткеева Г.Г.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Умбетаев И.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Хрипунов Г.С.** проф. (Украина)  
**Якубова М.М.** проф., академик (Тәжікстан)

**«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының Хабаршысы».**

**ISSN 2518-1467 (Online),**

**ISSN 1991-3494 (Print)**

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы»РҚБ (Алматы қ.)

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде  
01.06.2006 ж. берілген №5551-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 2000 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

---

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Главный редактор  
д. х. н., проф. академик НАН РК  
**М. Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

**Абиев Р.Ш.** проф. (Россия)  
**Абишев М.Е.** проф., член-корр. (Казахстан)  
**Аврамов К.В.** проф. (Украина)  
**Апель Юрген** проф. (Германия)  
**Баймуканов Д.А.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Байпаков К.М.** проф., академик (Казахстан)  
**Байтулин И.О.** проф., академик (Казахстан)  
**Банас Иозеф** проф. (Польша)  
**Берсимбаев Р.И.** проф., академик (Казахстан)  
**Велихов Е.П.** проф., академик РАН (Россия)  
**Гашимзаде Ф.** проф., академик (Азербайджан)  
**Гончарук В.В.** проф., академик (Украина)  
**Давлетов А.Е.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Джрбашян Р.Т.** проф., академик (Армения)  
**Калимолдаев М.Н.** проф., чл.-корр. (Казахстан), зам. гл. ред.  
**Лаверов Н.П.** проф., академик РАН (Россия)  
**Лупашку Ф.** проф., чл.-корр. (Молдова)  
**Моход Хасан Селамат** проф. (Малайзия)  
**Мырхалыков Ж.У.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Новак Изабелла** проф. (Польша)  
**Огарь Н.П.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Полещук О.Х.** проф. (Россия)  
**Поняев А.И.** проф. (Россия)  
**Сагьян А.С.** проф., академик (Армения)  
**Сатубалдин С.С.** проф., академик (Казахстан)  
**Таткеева Г.Г.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Умбетаев И.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Хрипунов Г.С.** проф. (Украина)  
**Якубова М.М.** проф., академик (Таджикистан)

«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан».

**ISSN 2518-1467 (Online),**  
**ISSN 1991-3494 (Print)**

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5551-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18.

www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

E d i t o r i n c h i e f

doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK

**M. Zh. Zhurinov**

E d i t o r i a l b o a r d:

**Abiyev R.Sh.** prof. (Russia)  
**Abishev M.Ye.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Avramov K.V.** prof. (Ukraine)  
**Appel Jurgen,** prof. (Germany)  
**Baimukanov D.A.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Baipakov K.M.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Baitullin I.O.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Joseph Banas,** prof. (Poland)  
**Bersimbayev R.I.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Velikhov Ye.P.** prof., academician of RAS (Russia)  
**Gashimzade F.** prof., academician ( Azerbaijan)  
**Goncharuk V.V.** prof., academician (Ukraine)  
**Davletov A.Ye.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Dzhrbashian R.T.** prof., academician (Armenia)  
**Kalimoldayev M.N.** prof., corr. member. (Kazakhstan), deputy editor in chief  
**Laverov N.P.** prof., academician of RAS (Russia)  
**Lupashku F.** prof., corr. member. (Moldova)  
**Mohd Hassan Selamat,** prof. (Malaysia)  
**Myrkhalykov Zh.U.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Nowak Isabella,** prof. (Poland)  
**Ogar N.P.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Poleshchuk O.Kh.** prof. (Russia)  
**Ponyaev A.I.** prof. (Russia)  
**Sagiyani A.S.** prof., academician (Armenia)  
**Satubaldin S.S.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Tatkeyeva G.G.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Umbetayev I.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Khripunov G.S.** prof. (Ukraine)  
**Yakubova M.M.** prof., academician (Tadjikistan)

**Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.**

**ISSN 2518-1467 (Online),**

**ISSN 1991-3494 (Print)**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5551-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/>, <http://bulletin-science.kz>

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty



**BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 1991-3494

Volume 1, Number 365 (2017), 5 – 13

UDC 502.53/57.087

**V. V. Sadomskiy<sup>1</sup>, E. G. Krupa<sup>2</sup>, I. M. Aminova<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>”SED” LLP, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>Republican State Enterprise "Institute of Zoology", Almaty, Kazakhstan,

<sup>3</sup>”Akjayik” State Nature Reserve, Atyrau, Kazakhstan.

E-mail: sadomsky@list.ru, elena\_krupa@mail.ru, agrimony92@mail.ru

### **EXPERIMENTAL SURVEYS OF SEISMIC-ACOUSTIC IMPACT ON THE NORTH CASPIAN AQUATIC ORGANISMS**

**Abstract.** Materials of experimental and field surveys of seismic-acoustic impact on the North Caspian zooplankton, zoobenthos and ichthyofauna in summer, 2012-2013 are provided in this article. The article also demonstrates that for assessment of seismic exploration impact, the following is of high indicator value: proportion of traumatized or dead specimens, the values of Shannon-Wiener diversity index and the value of an average individual mass of the specimen in hydrocoenoses. The highest proportion of the traumatized and/or dead specimens was recorded in plankton and benthic invertebrates populations in the course of experimental tests at a distance of 1 m and 5 m from the seismic SP. At the same period, a deviation of the Shannon-Wiener diversity index values and average individual mass of the specimen from background values was recorded in the both communities. Species composition of ichthyofauna was characterized by a high level of similarity throughout all stages of the surveys implemented. The lowest indicators of diversity (number of species, values of Shannon-Wiener diversity index) and fish numbers were recorded during seismic exploration. An increased average individual mass of a specimen in ichthyocoenoses together with the reduced numbers during seismic exploration may indicate the avoidance of unfavorable zone by younger fishes.

**Key words:** zooplankton, zoobenthos, fishes, seismic acoustics, air gun, seismic surveys.

An intense seismic exploration aimed at development of oil fields is causing the increased anthropogenic load on the entire Caspian Sea ecosystem [1]. Currently published data on assessment of seismic-acoustic impact do not present the level and scope of its effect on various groups of aquatic organisms constituting the relevance of this article [2-8].

Experimental study of seismic-acoustic effects on aquatic communities was implemented in two North Caspian areas (Figure 1) in June, 2012 and August, 2013. Three studies – before impact (background level, stage 1), during pneumatic source impact (experimental tests, stage 2) and after completion of seismic exploration impact (stage 3). To evaluate the impact of seismic acoustic effects on behavioral response of fish fauna, the composition and quantity of bento-pelagic fish communities were studied throughout all stages of seismic surveys.

Selection and processing of zooplankton, zoobenthos and fish fauna samples were performed using standard methods [1-5]. At all stages of the surveys, proportion of injured and/or dead specimens was studied in the populations of plankton and benthic invertebrates.

During experimental tests, cages with the fish and zooplankton samples caught in advance were placed at the depth of 3-4 m and at a distance of 1 m, 5 m and 10 m from the pneumatic source (Figure 2). In order to maintain the relative accuracy in the distance between the pneumatic source and cages setting

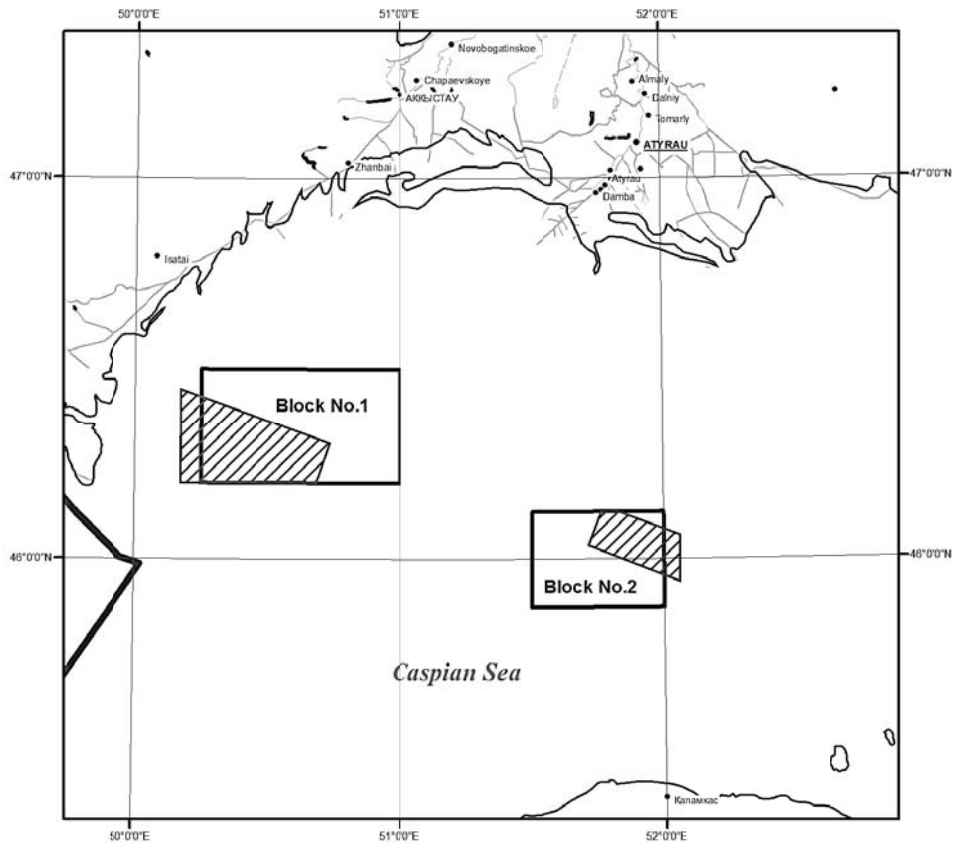


Figure 1 – Layout of test sites according to the assessment of the impact seismic survey on the North Caspian aquatic organisms



Figure 2. Scheme of the location of stations to study the impact of seismoacoustics on aquatic organisms

points, a seismic-acoustic excitation signal was performed by the pontoon device towed by shooter at the time of its passage through the reference buoy. Sediment samples with zoobenthos were collected on reference stations within 15 minutes after the pneumatic source seismic acoustic signals.

Hydrological and hydro-physical parameters were registered simultaneously with the experimental tests.

The experimental areas were characterized by shallow depths with similar hydrophysical and hydrochemical characteristics (Table 1). The sediments were presented by terrigenous sediments with sand fraction dominated (76.5-54.6%) (0.05-1.0 mm) [6].

Table 1 – Hydrological and hydrophysical indicators on experimental areas

Areas	Depth, m	Transparency, m	Temperature, °C	Water salinity, ‰	Turbidity, NTU	pH	Flow rate, m/sec
Area No.1, June 2012	6.5	1.0	26.6	5.1	9.06	7.7	9-11
Area No.2, August 2013	5.1	0.7	24.8	6.0	8.9	8.4	7-13

The diversity of zooplankton was ranged from 23 to 50 taxa. The background was typical of the Caspian Sea species: rotifers *Brachionus quadridentatus*, *B. plicatilis*, *Filinia longiseta*; cladocerans *Cornigerius maoticus hirsus*, *Podonevadne camptonyx*, *P. angusta*, *P. trigona*, *Cercopagis pengoi*; copepods *Acartia tonsa*, *Calanipeda aquedulcis*: larvae *Cirripedia*, *Bivalvia*, *Hediste diversicolor*; crab *Rhitropanopeus harrisi*. The composition of the background species preserved substantial similarity throughout all stages of the surveys.

The number of species of planktonic invertebrates and their total number in the background conditions and after impact were characterized by the same or similar values (Table 2). During the experimental tests, a low diversity and deviation of zooplankton abundance from the values obtained in stages 1 and 3 was according to the survey methodology – staying of experimental communities in isolated cages.

Table 2 – Structural indicators of the North Caspian zooplankton at various survey stages

Indicator	Background conditions	Experimental tests	After impact
<sup>1</sup> number of species	34	29	35
<sup>2</sup> number of species	19	10	18
<sup>1</sup> average abundance, thousand spec./m <sup>3</sup>	43.5	110.0	53.9
<sup>2</sup> average abundance, thousand spec./m <sup>3</sup>	95.6	31.0	71.7
<sup>1</sup> proportion of injured or dead specimens, %	0.5	10.8	0.7
<sup>1</sup> Shannon-Weaver index, bit/ spec.	2.12	1.84	2.14
<sup>2</sup> Shannon-Weaver index, bit/ spec.	1.94	2.36	1.86
<sup>1</sup> Shannon-Weaver index, bit/mg	1.88	2.32	2.05
<sup>2</sup> Shannon-Weaver index, bit/mg	0.74	0.44	1.27
<sup>1</sup> average individual masse, mg	0.0051	0.0045	0.0051
<sup>2</sup> average individual masse, mg	0.0540	0.0100	0.0470

*Note:* numerals indicate the corresponding areas.

Relative indicators have most indicator significance – the proportion of injured or dead specimens, the values of diversity index of Shannon-Weaver and average individual weight of specimen. The proportion of injured or dead specimens in the plankton populations of invertebrates at the background level, and after the impact was approximately the same, or lowers than at the time of impact seismoacoustics. The incidence of dead and/or injured specimens of copepod *Calanipeda aquedulcis* and *Acartia tonsa* at all stages of the surveys was close in value to the other species, except for *H. diversicolor* polychaete and *B. plicatilis* rotifers, incidence of dead and/or injured specimens was higher during impact.

Analysis of the spatial distribution showed that the proportion of injured and/or dead planktonic invertebrate species was highest at a distance from the pneumatic source from 1 to 5 m. At a distance of 10 meters, it decreased with varying intensity, but did not reach background values (Figure 3).

The dynamics of the Shannon-Weaver index at each area had its own characteristics (Figure 4). The values of the indicator, according to the number of types of proportion in the total population (bits/sp.), in the background period and after the impact of seismic operations on both areas did not differ. Thus, during the experimental tests, the index value recorded in the area No.1 has decreased, and in the area No.2, in contrast, has increased with respect to the other two stages.

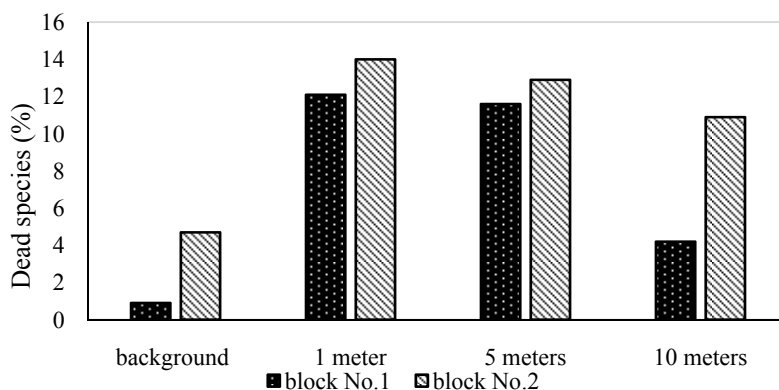


Figure 3 – Changes in proportion of injured and/or dead specimens in zooplankton at different distance from the pneumatic source

During the experimental tests, the dynamics of the second option of the index (bits/mg) was characterized by opposing trends: in the area No.1, it was positive, and in the area No.2, it was negative. At the same time, the indicator of relative background level was slightly higher than it was recorded after the impact completion.

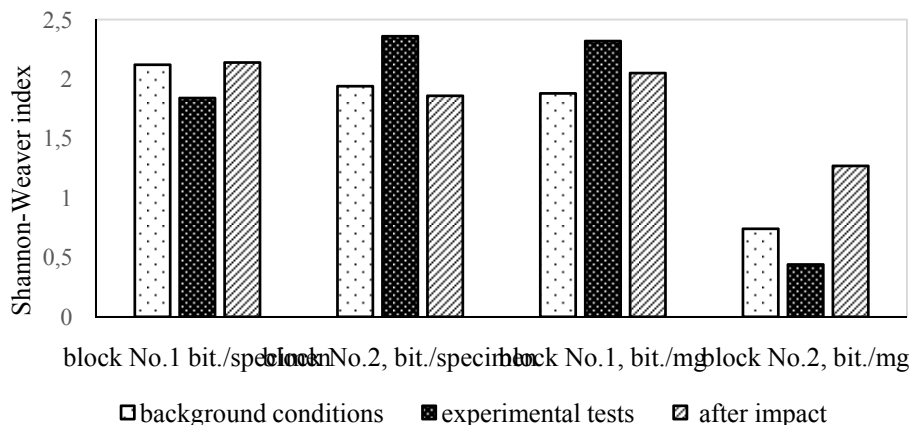


Figure 4 – The dynamics of the Shannon-Weaver index values at different stages of surveys of seismoacoustics impact on zooplankton

In both areas, the average mass of zooplankton decreased significantly in the period of impact and returned again to the background one or close to background values after completion.

The diversity of zoobenthos varied in the areas ranging from 16 to 26 species. The background was typical of the Caspian Sea species: worms *Hediste diversicolor*, *Oligochaeta gen. sp.*, molluscs *Abra ovata*, *Cerastoderma lamarcki*; crustaceans *Stenocuma gracilis*, *S. graciloides*, *Pontogammarus (Obesogammarus) obesus*, and insect larvae.

The diversity and abundance of zoobenthos at various stages of surveys changed irregularly (Table 3). It can be explained by aggregation of distribution of benthic organisms. Proportion in the total number of benthic cenosis of dead and/or injured specimens was higher during the experimental work, with close values of the index recorded in background conditions and after impact of seismic exploration.

The proportion of dead and/or injured specimens in the populations of benthic invertebrates was highest in close proximity to the pneumatic source (Figure 5). The value of index decreased with the increasing distance from the source of impact, and at the same time, at a distance of 10 m, it remained above background levels.

The value of average weight of individual specimens in cenosis was the highest during the experimental tests.

Table 3 – Structural indicators of the North Caspian zoobenthos at various survey stages

Indicator	Background conditions	Experimental tests	After impact
<sup>1</sup> number of species	20	14	13
<sup>2</sup> number of species	14	15	10
<sup>1</sup> average abundance, thousand spec./m <sup>2</sup>	1862	1810	1300
<sup>2</sup> average abundance, thousand spec./m <sup>2</sup>	887	961	1294
<sup>1</sup> proportion of injured or dead specimens, %	1.8	2.6	1.9
<sup>2</sup> proportion of injured or dead specimens, %	0.5	1.5	0.8
<sup>1</sup> Shannon-Weaver index, bit/spec.	1.51	0.66	0.80
<sup>2</sup> Shannon-Weaver index, bit/spec.	0.96	1.09	1.02
<sup>1</sup> Shannon-Weaver index, bit/mg	1.17	0.60	0.88
<sup>2</sup> Shannon-Weaver index, bit/mg	0.74	0.73	0.62
<sup>1</sup> average individual masse, mg	7.75	12.8	8.90
<sup>2</sup> average individual masse, mg	15.5	17.2	13.7

*Note:* numerals indicate the corresponding areas.

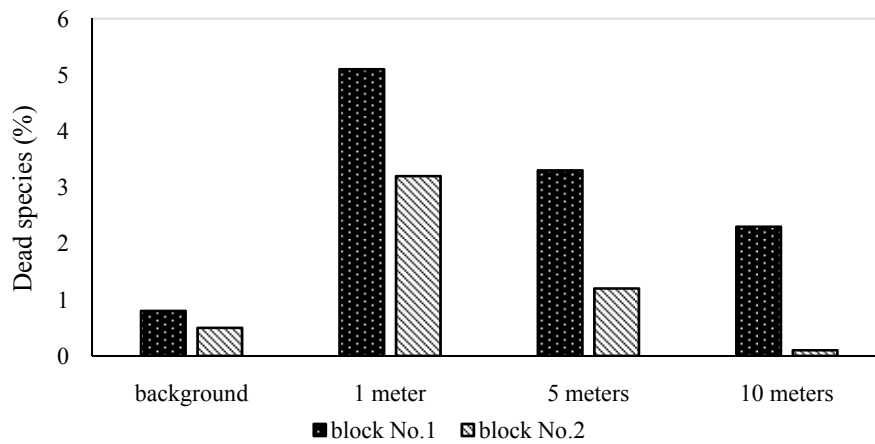


Figure 5 – Change in proportion of dead and/or injured specimens in the populations of benthic invertebrates at different distances from the pneumatic source

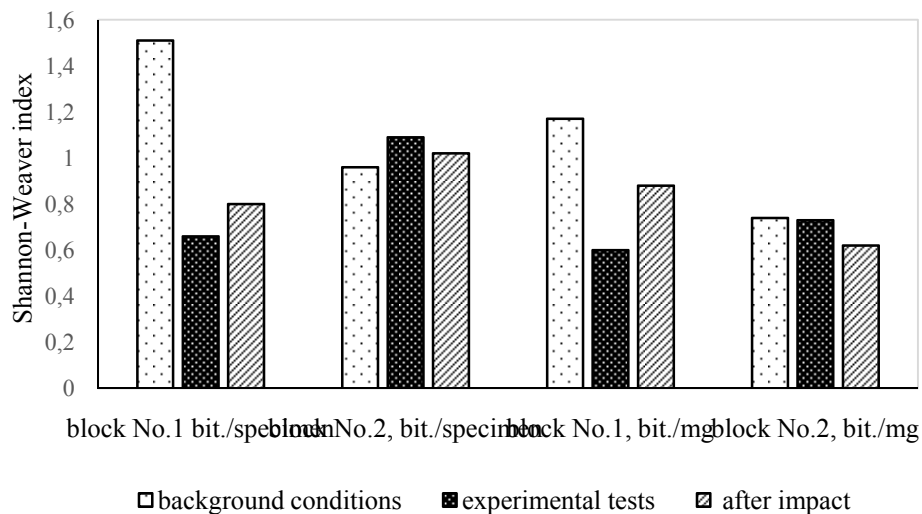
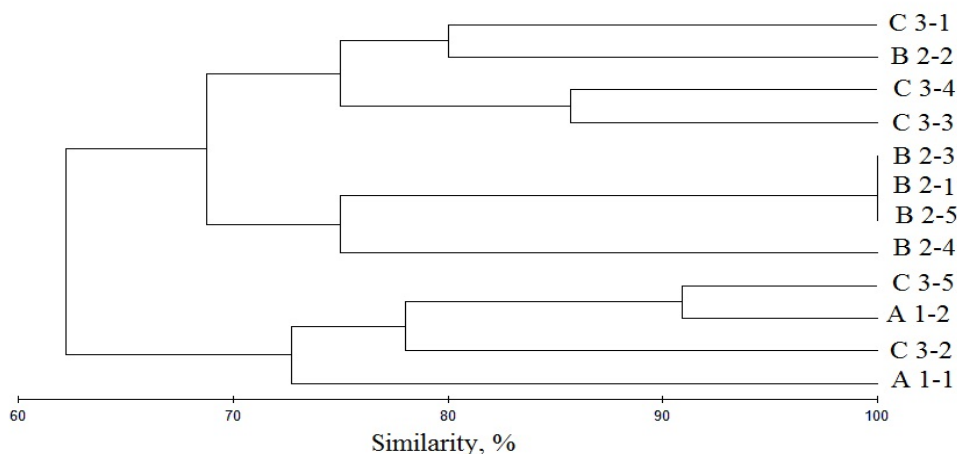


Figure 6 – The dynamics of the Shannon-Weaver index values at different stages of the surveys of the impact of seismic acoustic zoobenthos

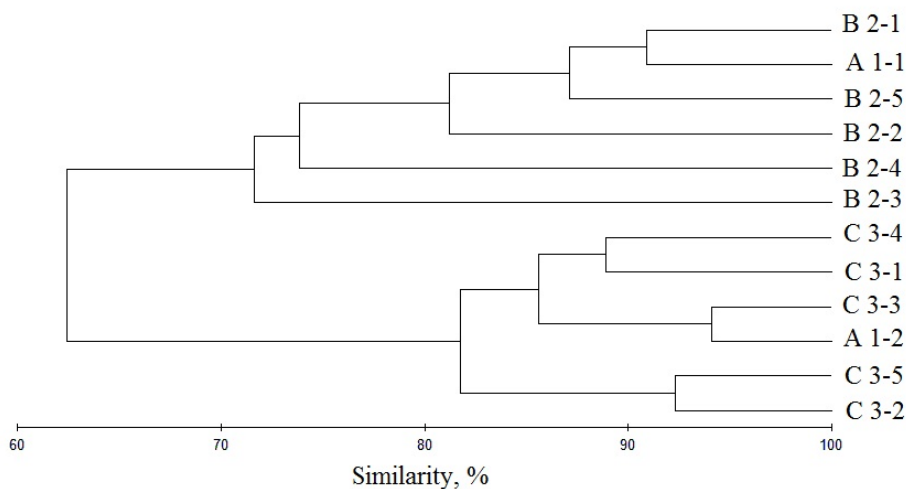
The dynamics of Shannon-Weaver index values across the sites varied irregularly, but in all cases, a deviation of indicator from the background value and from the values obtained during the period after the end of impact was recorded (Figure 6).

Fish fauna was presented by 11-13 bento-pelagic species. The composition of background species include dried fish (*Rutilus rutilus*), sprat (*Clupeonella cultriventris*), silverside (*Atherina boyeri caspia*), steers – *Neogobius melanostomus*, *Mesogobius gymnotrachelus macrophth*, *Neogobius caspius*. At the same time, species composition of fish fauna had a high degree of similarity throughout all stages of surveys (Figures 7, 8).



A – before impact, B – during impact, C – after impact

Figure 7 – Dendrogram of similarity in species composition of the fish fauna in area No.1



A – before impact, B – during impact, C – after impact

Figure 8 – Dendrogram of similarity in species composition of the fish fauna in area No.2

The number and variety indicators of bento-pelagic ichthyocenosis during the seismic operations at both areas were lower compared to background levels and stages after impact (Table 4). Changes of ichthyocenosis structure during the seismic survey were accompanied by a relative increase of average weight of individual specimen.

The Shannon-Weaver index recorded during seismic surveys was minimal relative to other stages of the surveys (Figure 9).

At the stage of experimental tests, in the populations of bento-pelagic fish species the proportion of traumatized specimens decreased with distance from the pneumatic source (Table 5, Figure 10). On the area No.1, the value of this indicator for all experimental stations was higher by more than 1.5 times, compared to the area No.2.

Table 4 – The structural indicators of fish fauna (bento-pelagic communities) of the Northern Caspian Sea at various surveys stages

Indicator	Background conditions	Experimental tests	After impact
<sup>1</sup> number of species	13	8	10
<sup>2</sup> number of species	8	6	9
<sup>1</sup> average abundance, spec./effort	355	70	312
<sup>2</sup> average abundance, spec./effort	213	112	121
<sup>1</sup> Shannon-Weaver index, bit/spec.	1.8	1.2	1.6
<sup>2</sup> Shannon-Weaver index, bit/spec.	1.45	1.12	1.51
<sup>1</sup> Shannon-Weaver index, bit/mg	1.45	1.13	1.29
<sup>2</sup> Shannon-Weaver index, bit/mg	1.40	0.98	1.41
<sup>1</sup> average individual masse, mg	6.1	6.9	5.6
<sup>2</sup> average individual masse, mg	6.3	7.3	6.9

Note: numerals indicate corresponding areas.

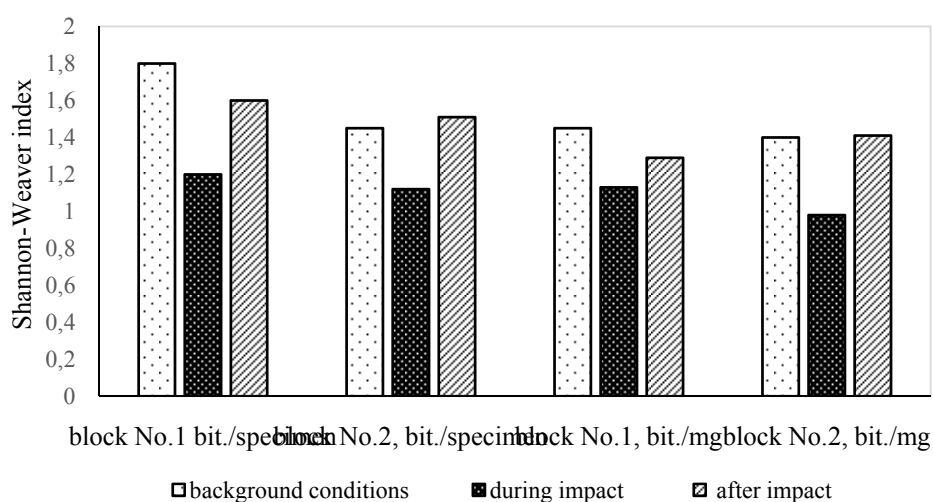


Figure 9 – Dynamics of Shannon-Weaver index values at different stages of surveys on the effects of seismic operations on the fish fauna

Table 5 – Average fish fauna injury during experimental tests

Indicator	Distance from pneumatic source		
	1 meter	5 meters	10 meters
<sup>1</sup> proportion of injured or dead specimens, %	33.3	13.3	0.0
<sup>2</sup> proportion of injured or dead specimens, %	68.4	39.2	10.5

Note: numerals indicate the corresponding areas.

Thus, our experimental and field studies have shown that, for assessing the impact of seismic operations, the relative indicators – the proportion of injured and/or dead specimens, the values of diversity index of Shannon-Weaver and the size of the average individual weight of specimens in hydrocenoses have the greatest significance to the indicator. The maximum proportion of injured and/or dead specimens in the populations of plankton and benthic invertebrates, as well as the deviation of the values of diversity index of Shannon-Weaver and average individual weight in both communities from background values were recorded during the experimental tests in close proximity to the pneumatic source.

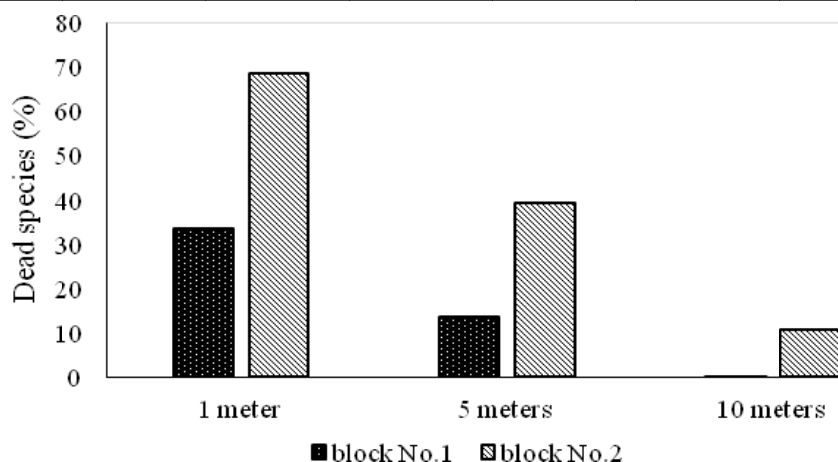


Figure 10 – Change in the proportion of dead specimens in zoobenthos populations at different distance from the pneumatic source

In the absence of differences in the species composition of fish fauna in various stages of surveys, the minimum diversity and abundance of fish have been observed during the seismic survey. The increase in the average weight of specimens in ichthyocenosis, along with a reduction in numbers during the seismic survey may indicate avoidance of unfavorable zone by younger fishes. This group of aquatic organisms is the most mobile and during the entire seismic surveys can quickly leave the water area with irritating physical influences (noise, vibration, etc.), which is confirmed by the dynamics of structural indicators of ichthyocenoses. Also important the fact that larger specimens that are less susceptible to the effects of seismic acoustic stay in the area of the seismic operations. Similar examples in the behavioral response of fish observed in materials of other experimental studies on assessment of the impact of seismic sources on aquatic organisms [7-9].

Our results enable us to conclude that in conducting seismic surveys, the representatives of benthopelagic ichthyocenosis are subject to an insignificant impact, which is not reflected in terms of their natural life. Planktonic and benthic invertebrates with relatively low levels of mobility are at a significant risk of injury directly in the area affected by pneumatic source.

#### REFERENCES

- [1] Guidelines on the methods of hydrobiological analysis of surface water and bottom sediments. L.: Gidrometeoizdat, 1983. 240 p.
- [2] Pravdin I. Guidelines for fish study. M.: Food industry, 1966. 377 p.
- [3] Instructions for gathering and primary processing of the Caspian Sea basin aquatic resources and their habitat. Astrakhan: FGUP, CaspNIRKH, 2011. 233 p.
- [4] Atlas of Invertebrates of the Caspian Sea. M.: Food industry, 1968. 417 p.
- [5] Kazanchev E. Fishes of the Caspian Sea (guide). M.: Light and Food industry, 1981. 168 p.
- [6] Kachinsky N. Mechanical and Micro-Aggregative Composition of Soil, Methods of Study. M.: USSR Academy of Science, 1958. 192 p.
- [7] Vekilov E., Kriksunov E., Polonsky Y. Impact of elastic waves from seismic sources on aquatic organisms for marine geophysical exploration // Information and reference text-book. M.: Moscow State University named after M. Lomonosov, 1995. 64 p.
- [8] Vedenev A. Analysis of offshore coastal seismic exploration and well drilling impact on migration of salmon at the Sakhalin island. M.: WWF, 2009. 20 p.
- [9] Makarevich P. Impact of offshore oil and gas facilities development on pelagic phytocenoses of the Barents Sea // Herald of MSTU. 2013. Vol. 16, N 3. P. 482.



**В. В. Садомский<sup>1</sup>, Е. Г. Крупа<sup>2</sup>, И. М. Аминова<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>"SED" ЖШС, Алматы, Қазақстан,

<sup>2</sup>ҚР БҒМ "Зоология институты" РММ, Алматы, Қазақстан,

<sup>3</sup>"Ақжайық" мемлекеттік табиғи резерваты, Атырау, Қазақстан

### **СОЛТҮСТІК КАСПИЙ АКВАТОРИЯСЫНДАҒЫ ГИДРОБИОНТТАРДЫҢ СЕЙСМОАКУСТИКАЛЫҚ ӘСЕРІН ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУЛЕР**

**Аннотация.** Мақалада 2012–2013 жылдардың жазғы кезеңінде Солтүстік Каспийдің зоопланктонына, макрозообентосына және ихтиофаунасына сейсмоакустикалық әсер етудің эксперименталдық және табиғи зерттеулерінің материалдары ұсынылған. Сейсmobарлау жұмыстарының әсер етуін бағалау үшін жарақат алған немесе өлген дарақтар үлесінің, Шеннон-Уивердің әртүрлілік индексі мәнінің және дарақтың гидроценоздардағы орташа жеке массасының шамасының ең көп индикаторлық маңыздылығы бар екендігі көрсетілген.

Жарақат алған немесе өлген дарақтардың планктонды және сутүбі омыртқасыздар популяцияларындағы максималды үлесі пневмокөзден 1 және 5 м арақашықтықта тәжірибелі сынақтарды жүргізу кезеңінде тіркелген болатын. Бұл кезеңде екі топтануда фондық шамалардан Шеннон-Уивердің әртүрлілік индексі шамаларының және дарақтың орташа жеке массасының ауытқуы байқалды.

Ихтиофаунаның түрлік құрамында зерттеулерді жүргізудің барлық кезеңдерінде жоғары дәрежесі бар болды. Әртүрліліктің минималды көрсеткіштері (түрлердің саны, Шеннон-Уивер индексінің мәні) және балықтардың саны сейсmobарлау жұмыстарын жүргізу кезінде байқалған болатын. Дарақтардың ихтиоценоздардағы орташа жеке массасының көбеюі, сейсmobарлау жұмыстарын жүргізу кезінде санның азаюымен қатар, кіші жастағы балықтардың қолайсыз аймақтардан аулақ болуын куәландыруы мүмкін.

**Түйін сөздер:** зоопланктон, зообентос, балықтар, пневматикалық соққы көздері, сейсмикалық барлау жұмыстары.

**В. В. Садомский<sup>1</sup>, Е. Г. Крупа<sup>2</sup>, И. М. Аминова<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ТОО «SED», Алматы, Қазақстан,

<sup>2</sup>РГП на ПХВ «Институт зоологии» КН МОН РК, Алматы, Қазақстан,

<sup>3</sup>Государственный природный резерват «Ақжайық», Атырау, Қазақстан

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГИДРОБИОНТОВ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ**

**Аннотация.** Представлены материалы экспериментальных и натуральных исследований сейсмоакустического воздействия на зоопланктон, зообентос и ихтиофауну Северного Каспия в летний период 2012–2013 гг. Показано, что для оценки влияния сейсморазведочных работ наибольшую индикаторную значимость имеют доля травмированных или мертвых особей, значения индекса разнообразия Шеннона-Уивера и величины средней индивидуальной массы особи в гидроценозах. Максимальная доля травмированных и/или мертвых особей в популяциях планктонных и донных беспозвоночных была зафиксирована в период проведения опытных испытаний на расстоянии 1 и 5 м от пневмоисточника. В этот же период наблюдалось отклонение значений индекса разнообразия Шеннона-Уивера и средней индивидуальной массы особи в обоих сообществах от фоновых значений. Видовой состав ихтиофауны имел высокую степень сходства на всех этапах проведения исследований. Минимальные показатели разнообразия (число видов, значения индекса Шеннона-Уивера) и численности рыб были отмечены во время проведения сейсморазведочных работ. Увеличение средней индивидуальной массы особи в ихтиоценозах, наряду со снижением численности во время проведения сейсморазведочных работ, может свидетельствовать об избегании рыбами младших возрастов неблагоприятной зоны.

**Ключевые слова:** зоопланктон, зообентос, ихтиофауна, пневмоисточник, сейсморазведочные работы.

#### **Сведения об авторах:**

Садомский Владислав Владимирович – ведущий специалист, магистр, ТОО «SED», лаборатория экологических исследований, vsadomsky@sed.kz

Крупа Елена Григорьевна – главный научный сотрудник, доктор биологических наук, РГП Институт Зоологии КН МОН РК, отдел энтомологии, elena\_krupa@mail.ru

Аминова Ирина Менежановна – научный сотрудник-гидробиолог, магистр, Государственный природный резерват «Ақжайық», agrimony92@mail.ru

**A. A. Genbach, N. O. Jamankulova**

Almaty University of Power Engineering & Telecommunications, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: dnellya@mail.ru

## **STUDY OF HEAT AND MASS TRANSFER IN CAPILLARY-POROUS COOLING SYSTEMS OF A NEW CLASS OF ENERGY THERMAL INSTALLATIONS**

**Abstract.** In this paper a capillary-porous cooling system of the new class for heat removing has been developed and investigated. It allows to control the heat transfer by separating energy processes, and also due to excess of fluid, creating the underheating and flow rate by changing the internal (thermal-hydraulic) characteristics of the boiling process. An algorithm is presented for the study of the influence of various factors on the process of heat and mass transfer (type and circulation of heat (cold) carrier; system design; housing material; the type of system; supply and type of energy; system orientation). A list of applying porous systems to various power installations is presented in order to increase their reliability, efficiency and the maneuverability in view of ecology and, the scheme of location to capillary porous structure and performance of the clamping perforated plates was designed. A critical heat flux, depending on the thermophysical properties of the fluid, the distance between the steam conglomerates, the type of porous structure and its orientation was obtained on the basis of hydrodynamic crisis.

**Key words:** capillary-porous systems; heat and mass transfer processes; critical heat flux; energy thermal installations.

**1. Introduction.** In the offered and investigated capillary-porous systems, the management of a heat transfer is organized that allows allocating them a new class of heat-removing systems.

For management of power processes it is offered to divide the general energy into two components: the energy of the heat wave of steam germ emerging explosively and the energy of the compressed steam flow that it is also important to modernize and analogy of the boiling processes in the structure pores (coating) [1]. Increase in a forcing of the cooling system and intensification of processes promotes use of joint action of the mass and capillary forces creating excess of liquid in structure with underheating by the compelled speed of a stream [2-4]. At the same time there is a management of integrated and internal characteristics of the boiling process [3, 4]. For the boiling crisis the limit and ultraboundary condition of a heating surface and a coating it the porous structure is investigated [3, 5-7].

Studies of heat transfer processes are used in thermal power installations: in the combustion chambers and supersonic nozzles [3], in elliptical dust-gas traps [5], in porous geoscreens [8], in the steam coolers of boilers [9], oil coolers of turbines [10], in steam and gas turbines [11-14].

**2. Methodology.** In the developed capillary-porous systems deserves attention is the study of the dynamics of non-homogeneous (heterogeneous) multi-phase media. They contain macroscopic inhomogeneities (inclusions) whereas in homogeneous environments components are mixed on a molecular scale. Among heterogeneous systems the disperse mixtures consisting of two phases one of which – bubbles, drops, firm particles [2, 3, 5] are of interest. For heterogeneous mixtures do two main assumptions: the extent of not uniformity (inclusions) in mixtures, for example, the size of a bubble or wavelength, is many times more molecular – kinetic sizes, and at the same time the extent of no uniformity there are many times less than distances at which average (macroscopic) parameters of mixture or phases change significantly. These assumptions allow to use the equations of mechanics of continuous single-phase environments for the description of processes in or about separate inclusions (microprocesses) and

to describe macroprocesses in the environment, such as a current of the environment in porous structure, distribution in them of waves, characterizing processes by integrated (average or macroscopic) parameters. However there is no analytical decision for the boiling streams. Therefore the carried-out studying of processes by optical methods about wick space and in capillary-porous structure, and also in the field of steam bubbles is necessary for closure of the average equations of the movement of disperse environments. Therefore we defined values of thermal streams, coefficients of a heat-exchange and permeability of porous structures, emission of liquid from structure [3, 6, 10, 14].

A number of the effects proceeding with small concentration of a disperse phase can be quantitatively described by formulas for two-phase streams. Processes of a steam generation, dust trapping, destruction of materials the twirled streams of gas-suspensions refers to such effects [5].

In environments with phase transitions it is possible to count porous elliptic systems when passing strong waves with pressure (1-100) hPa in the metals, minerals, polymers concentrated in the second focus of an elliptic toroid (in a target). Thus new substances, their modifications and phases are formed, metals are strengthened, and synthesis processes are realized. In one device at the same time it is possible to receive pressure sharply different from each other: in gas mixture – to 10 MPa, and in liquid or solid substance –  $10^5$  MPa and more than [1].

The multiphase character of streams, especially in the presence of capillary - porous coatings, fully reflected in the fields of mass and vibration forces and manifested most fully in the propagation of waves of tension and compression that can be managed in the developed porous elliptic systems. The analytical solution of distribution of waves in two-phase vapor-liquid mixtures where features of the movement of waves in gas mixes with drops or particles are considered, this is important for elliptic porous multiphase gas and dust traps and heat exchangers offered by us [1,5].

The main areas of practical application capillary –porous systems are protected by us patents and copyright certificates for the invention [3, 5, 8, 9, 11, 13].

Introduction of the equipment and technological processes in engineering has to be made, first of all, from ecological-and-economic positions. The offered development of capillary and porous systems will promote carrying out processes, significantly improving and keeping environment.

Capillary – porous systems allow to reach economy of fuel, raw materials, air, water, is warm, to increase reliability of cooling and explosion fire safety of work of the equipment, and to promote highly effective destruction of rocks, concrete, metals, to reduce low-temperature corrosion of surfaces, to reduce pollution of the biosphere poisonous gases, dust, heat, to accelerate the solution of problems of a food program, to gain big economic and social effects in the field of ecology and labor protection [13].

The main advantages of capillary – porous systems are high intensity, big heat-transmitting ability, reliability, compactness, simplicity in production and operation; they improve regime and technological indicators and have low capital and operational costs. For introduction of development the influence of various factors on process of a heat-mass exchange in various capillary – porous systems of thermal energy installations was investigated (Table).

**3. Analysis.** To improve the reliability, efficiency and maneuverability of power plants taking into account the ecology the following processes are effective [3, 5, 8-13]:

1. Separation of moisture in the stage of capillary-porous structure;
2. Conducting of the fluid dynamics, mass exchange of two-phase streams in turbine stage in the presence of porous inserts (natural and artificial);
3. Movement organization of liquid films moisture particles in porous channels of a stage;
4. An intensification of processes in porous separators of a flowing part of the turbine;
5. Conducting a porous cooling of blades and gas turbine combustion chambers;
6. Suppression of nitrogen oxides formation in the combustion chambers of gas turbine by heat pipes;
7. Detonation combustion in porous formations in gas turbine chambers;
8. Heat recovery in the gas turbine by heat pipes;
9. Heliographing of deformations and heat expansions in rotor and stator nodes of turbine for the purpose of diagnostics;
10. Porous cooling of turbine rotor elements during its starting and stopping;
11. Porous cooling of turbine stator elements during its starting and stopping;
12. Increase in maneuverability of the turbine using the porous systems;

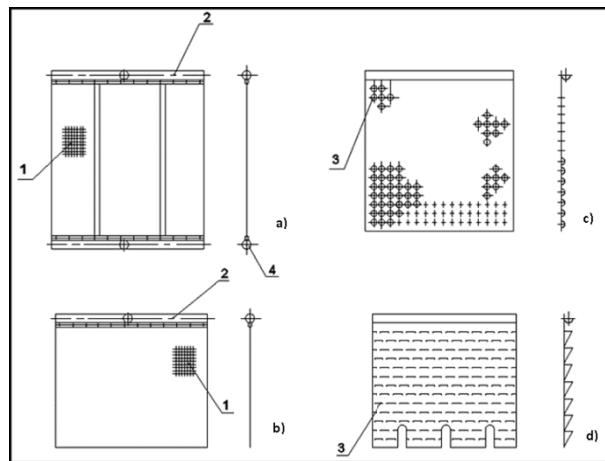
Research of dependence for various factors on a heat mass exchange  
in various capillary – porous systems of the thermal energy installations.

Type of heat-absorbing medium					
Suspended matter	Pure fluid	Vapor-phase dispersoid (air-to-water mixture)		Solution (froth)	
Circulation of heat-absorbing medium					
Closed			Opened		
natural	forced		forced		
Construction of systems					
Shel-and-tube (force-feed, depression)					
Elliptic systems		Circular pipes		Flat pipe	
Boiling, barbotage, transpiration, freezing, explosion		boiling inside pipe	boiling on pipe	contoured (profiled)	straight finned
Housing material					
brass	copper	stainless steel	glass, alundum	nickel	
Type of systems					
Irrigation	Saturated	Air-lift	Flooded	Fluid excess (forced flow with underheating)	
Power supply line					
By perimeter			One-direction		
Type of energy					
Electrical	Steam	Radiant	Explosion	Ultrasonic	Gaseous
System orientation					
Vertical	Inclined plane		Horizontal		

13. Protection of turbine shafting from earthquakes by porous separators;
14. Cutting of turbine basements by burners in the production of construction and installation works;
15. Protection against cavitations the turbine blades using porous structures;
16. Prevention of thermal shock in steam lines and valves by porous systems;
17. Holographic diagnostics of turbine shaft line;
18. The holographic diagnostics of two-phase flows in the turbine stage;
19. Diagnosing by fotoelasticity method the shaft line, disks, labyrinth seals;
20. Application of the wave theory of two-phase flow in the nozzle and rotor blades on the basis of separation, concentration and energy drain moisture and light phase;
21. The development of the wave theory of heat exchange in the rotor and stator elements with explosive birth of steam bubbles;
22. Accelerating the start and stop of the turbine due to the use of porous systems;
23. Reducing the noise and vibration with the porous systems;
24. Control of low cycle fatigue in areas of stress concentrators in the rotor and stator elements using porous turbine systems;
25. Increased vibration resistance for labyrinth seals using porous systems;
26. Implementation of the isothermal cycle expansion steam of turbine using porous systems;
27. Increasing the strength of the turbine parts in non-stationary thermal modes (variables and transients) due to the cooling of their porous structures;
28. Improving the reliability of the regulatory and the last turbine stage through the use of a porous structure;
29. Management of limit deformation of the rotor relative to the stator during transients due to the porous system;
30. Managing the heat bending of the rotor by means of porous system;
31. Management of the deformation of the turbine housing as a result of asymmetric warming of the porous system;
32. Reduction of start-up losses of fuel due to management of a thermal condition of the turbine by porous system.

The design of the porous system for the box-shaped heat exchanger is considered on figure 1. Heat exchanger consists of the case and a removable cover, hermetically bolted on perimeter. The internal surface of a wall is covered with the capillary-porous structure 1 pressed by perforated plates 3. Arteries 2 are connected to top ends of structure through the end face of which to the cooled surface liquid is supplied by mass and capillary forces. The lower ends of structure are usually free and immersed in trays 4 where liquid accumulates due to leaks, excess or droplets entrainment. On a plate surface the recesses with openings were stamped providing a steam output from structure in the channel and also serve as catchers of the drops thrown out from structure and the flowing-down the excess liquid on an external plate surface. The artery is connected to a branch pipe, with the distributing pipes and a collector. The excess of cooling liquid accumulates in the bottom and is removed by siphon to the lower collector and further to the store for return to the system.

The structure can be extended in the vertical (a) or horizontal direction, the upper or lower ends of which (or both) are connected to an artery. The perforated plates make in a form and the sizes according to structure. The stamped and perforated recesses in them can have the form of the truncated cone, or longitudinal slots with openings facing upwards.



Location of capillary-porous structures (a,b) and design realization of perforated plates (c, d):  
1 – capillary-porous structures; 2 – feeding artery; 3 – perforated plates; 4 – water tray

In capillary-porous system cooling the presence of mass forces provides the supply of coolant to the heating surface at high heat loads ( $\sim 1 \times 10^6$  W/m<sup>2</sup>) and creates a stable two-phase boundary layer near the wall. The porous structure contains very small amount of liquid that saves water consumption up to 80 times and has environmental importance and provides explosion safety.

The critical thermal stream of  $q_{cr}$  for the optimized mesh structures using water is received on the basis of hydrodynamic crisis, and the constant is defined by holographic researches for  $P \geq 0,1$  MPa and in the SI has an appearance:

$$q_{cr} = 3,47 \times 10^{-2} r [g(\rho' - \rho'') \rho'' D_0]^{0,5} \left( \frac{b}{b_0} \right)^{0,3} \left( \frac{\delta}{\delta_0} \right)^{0,5} (1 + \cos \beta)^{0,6},$$

where  $r$  – the heat of vaporization;  $g$  – standard gravity;  $\rho', \rho''$  – the density of the liquid and vapor;  $b, \delta$  – cell width and thickness of the structure;  $D_0$  – the distance along the surface of the heat exchange between the steam conglomerates;  $\beta$  – the angle of inclination to the vertical system;  $b_0 = 0,28 \times 10^{-3}$  m;  $\delta_0 = 0,18 \times 10^{-3}$  m;  $0,28 \times 10^{-3}$  m  $\leq b \leq 0,55 \times 10^{-3}$  m. In the case where  $0,08 \times 10^{-3}$  m  $\leq b \leq 0,28 \times 10^{-3}$  m, the constant increases to  $4,54 \times 10^{-2}$ , and indices of degrees of simplex  $b$  and  $\delta$  have a minus sign.

**4. Conclusion.** Capillary-porous cooling system replaces the water system, stripped of its essential shortcomings (explosiveness, expenditure of water, the occurrence of cyclic stresses in the wall), and has merits: self-adaptability, the ability to stabilize the temperature of the heat-stressed surfaces, compactness, simplicity, reliability, ecological clean environment in further saving of natural resources (water).

## REFERENCES

- [1] Polyayev V.M., Genbach A.N., Genbach A.A. Methods of Monitoring Energy Process // Experimental thermal and fluid science, International of Thermodynamics, Experimental Heat Transfer, and Fluid Mechanics. Avenue of the Americas. New York, **1995**, Vol.10, April, pp. 273-286. (in Eng.).
- [2] Polyayev V., Genbach A. Heat Transfer in a Porous System in the Presence of Both Capillary and Gravity Forces // Thermal Engineering. M., **1993**, Vol. 40, N 7, pp. 551-554. (in Eng.).
- [3] Polyayev V.M., Genbach A.N., Genbach A.A. A limit condition of a surface at thermal influence, TVT, **1991**, Vol. 29, N 5, pp. 923-934. (in Russ.).
- [4] Polyayev V., Genbatch A. Control of Heat Transfer in a Porous Cooling System // Second world conference on experimental heat transfer, fluid mechanics and thermodynamics, **1991**, Dubrovnik, Yugoslavia, 23-28 June, pp. 639-644. (in Eng.).
- [5] Polyayev V.M., Genbach A.A., Minashkin D.V. Processy v poristom ellipticheskom teploobmennike. Izvestiya vuzov. Mashinostroyeniye, **1991**, N 4-6, pp.73-77. (in Russ.).
- [6] Polyayev V.M., Genbach A.A. Analiz zakonov treniya i teploobmena v poristoy structure. Vestnik MGTU. Ser. Mashinostroyeniye, **1991**, N 4, pp. 86-96. (in Russ.).
- [7] Polyayev V.M., Genbach A.A., Bocharova E.N. Vliyaniye davleniya na intensivnost teploobmena v poristoy sisteme. Izvestiya vuzov. Mashinostroyeniye, **1992**, N 4-6, pp. 68-72. (in Russ.).
- [8] Genbach A.A., Bakytzhanov E.B. Zashita ot zemletryaseniy fundamentov TES s pomoshyu poristyh geokekranov. Poisk, MON RK, **2012**, N 1(2), pp. 289-298. (in Russ.).
- [9] Genbach A.A., Danilchenko I. Poristy parookhladitel parovykh kotlov. Promyshlennost Kazakhstana, **2012**, N 1 (70), pp. 72-75. (in Russ.).
- [10] Genbach A.A., Olzhabaeva K.S. Vizualizatsiya termicheskogo vosdeystviya na poristy material v TEU ES. Vestnik KazNTU, **2012**, N 3 (45), pp. 63-67. (in Russ.).
- [11] Genbach A.A., Islamov F.A. Issledovaniye prisoplovoy galteli v elektroustanovkah. Vestnik KazNTU, **2013**, N 3 (97), pp. 245-248. (in Russ.).
- [12] Genbach A.A., Islamov F.A. Modelirovaniye processa zadevaniya turbiny, Vestnik KazNTU, **2013**, N 6 (100), pp. 235-240. (in Russ.).
- [13] Polyayev V.M., Genbach A.A. Oblasti primeneniya poristoy sistemy. Izvestiya vuzov. Energetika, **1991**, N 12, pp. 97-101. (in Russ.).
- [14] Polyayev V.M., Genbach A.A. Upravleniye teploobmenom v poristyh strukturah. Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Energetika I transport, **1992**, Vol. 38, N 6. pp. 105-110. (in Russ.).

**А. А. Генбач, Н. О. Джаманкулова**

Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан

### **ЖЫЛУ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ҚОНДЫРҒАЛАРДЫҢ КАПИЛЛЯРЛЫҚ-КЕУЕКТІК ЖАҢА КЛАСТЫ САЛҚЫНДАТУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ ЖЫЛУМАССААЛМАСУДЫ ЗЕРТТЕУ**

**Аннотация.** Әртүрлі жылулық энергетикалық қондырғыларда қолданылатын салқындату жүйесінің жылу өткізгіш капиллярлық-кеуектік түрдегі жаңа класы құрастырылып, зерттелген. Мұндай жүйе энергетикалық процестерді бөлу арқылы жылу берілуін басқарады, сонымен қатар, сұйықтың артық мөлшері есебінен, қайнау процесінің ішкі (термогидравликалық) сипаттамаларын өзгерте орырып, ағынның қызып кетпеуіне және ағу жылдамдығын арттыруға мүмкіндік жасайды. Жылу алмасу процесіне (түріне және жылу- мен салқын-тасымалдағыштың айналымына; жүйенің конструкциясына; корпусының материалына; жүйенің түріне; энергияның келуіне және түріне; жүйенің бағыт бағдарына) әсер ететін әртүрлі факторларды зерттеу алгоритмі келтіріледі. Экология жағдайларын ескере отырып, жүйенің сенімділігі мен тиімділігін, маневршілдігін арттыру мақсатында әртүрлі энергетикалық қондырғыларда қолданылатын кеуектік жүйені жасау тізімі берілген және капиллярлық-кеуектік құрылымның орналасу сұлбасы жетілдіріліп, қысқыш перфорациялық қабатты орындау сұлбасы жасалған. Гидродинамикалық кризиса негізінде сұйықтың жылу физикалық қасиеттеріне, булық конгломераттар арасының қалыңдығына, кеуектік құрылымның түріне және оның бағыт бағдарына тәуелді болатын кризистік жылулық ағын алынды.

**Тірек сөздер:** капиллярлық-кеуектік жүйе; жылуалмасу процестері; кризистік жылулық ағын; жылулық энергетикалық қондырғылар.

А. А. Генбач, Н. О. Джаманкулова

Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОМАССОБМЕНА В КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ СИСТЕМАХ  
ОХЛАЖДЕНИЯ НОВОГО КЛАССА ТЕПЛОВЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК**

**Аннотация.** Разработана и исследована теплоотводящая капиллярно-пористая система охлаждения нового класса применительно к различным тепловым энергоустановкам. Она позволяет управлять теплопередачей путем разделения энергетических процессов и, также, за счет избытка жидкости создавать недогрев и скорость потока, изменяя внутренние (термогидравлические) характеристики процесса кипения. Приводится алгоритм по исследованию влияния различных факторов на процесс тепломассообмена (вид и циркуляция теплохолодоносителя; конструкции системы; материал корпуса; тип системы; подвод и вид энергии; ориентация системы). Дан перечень разработок пористой системы к различным энергоустановкам с целью повышения их надежности, экономичности и маневренности с учетом экологии и разработана схема расположения капиллярно-пористой структуры и выполнения прижимных перфорированных пластин. Получен на основе гидродинамического кризиса критический тепловой поток в зависимости от теплофизических свойств жидкости, расстояния между паровыми конгломератами, вида пористой структуры и ее ориентации.

**Ключевые слова:** капиллярно-пористая система; процессы тепломассообмена; критический тепловой поток; тепловые энергоустановки.

**R. A. Abildaeva, A. D. Dauilbai, G. S. Rysbayeva, A. A. Abubakirova, A. A. Ospanova**

M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakstan.  
E-mail: rozita.@.mail ru

## **ENDOPARASITIC DISEASE OF CATS AND ITS DEPENDENCE ON COLOR AND GENERA FEATURES**

**Abstract.** Domestic cats are distinguished by their different colors from other small wild cats. Fur of cats varies depending on the thickness and length features. During the phylogenetic studies of house cats in the settlements, genetic studies of spread of local and indoor-held cats genera, environmental distribution, the effects of genotype and phenotype of the animal signs were carried out. Many of the genes by virtue of pleyotrophic impact affects the body's physiological invasive and infection resistant.

A slightly higher (without a statistically significant difference) infection of cats of native breeds are not Siamese compared with the Persians can be attributed to any more care and veterinary control for purebred animals, either positive correlation with some features of this breed – for example, long hair. In favor of the latter assumption is supported by the fact that the long-haired cats native breeds are affected less round than shorthaired. No differences in animals of agouti color and non agouti were observed.

According to A.V. Yablokov any gene that is deterministic discrete flexible tab. However, there is a little evidence about the role of genes and phenotype. Usually the main reason of them is that research in parasitology and phenogenetic studies will be carried out independently of each other.

**Key words:** physiology, invasion, infection, genetic, phenogenetics.

Species of cats are much less than the dog species in the world. This is because of their selection areas and the limited number on the one hand. Nevertheless, domestic cats than other small wild cats are distinguished by their different colors.

Domestic cats are the convenient target for several reasons for flexibility studies of phenotype and genera features:

1. expression – abundance of specific color allele;
2. number of genera restrictions on the color, fur thickness and length, that is, a certain type of separate phenogenetic appearance;
3. sorting must be carried out together with veterinary control and laboratory diagnosis, the risk of infection and parasite control of their health;
4. local genera and domestic cats and closed genera comparsion, so the exchange of genes of different animal groups.

The material of this work was the cat dung from Shymkent of 570 cats for coprologic studies. Among them were 256 local Siam and 132 Persian cats. Helminth's eggs, one-cell parasite, undigested kitchen wastes – oils, starch granules, mouse fur and other items were observed in the studied cat dugs. As well as there were the features of the microflora. Carbon feed digestion degree was determined by iodine absorption – starch is turned to blue with iodine, amilodextrines to purple-blue color, erythroecstrins to red color, oxradextrines to red color. Digital transport was estimated by Lakin statistical methods.

Comparison of nematode parasites transmissions of different colors and genera of cats shows that their resistance to parasites is often dependent on the length and color of the fur. "Siam albino" colored animals, local genera and colored cats are infected with worms often by Persian cats, among them pimalayan colored animals, ie, Siam albino genes  $c^s c^s$  homozygotes phrase bearers are not observed. Determined features in the manner of the first Siam albino worms can be explained by the low resistance. This is because there is no difference in dependent animals. All of the studied cats have not been kept in apartments in the city streets. Our studies show that among Siam-colored animals otodektoz and tick



control (notoedrose, demodecose) is often spread and cat's infection by nematode, ticks are common in association. In this case, the relationship between the nematode and ectoparasites is associated with the animal's immune system. Homozygotes registry of Siam albino gene affects ectoparasites and heminth resistance.

Compare to Persian genera, significant difference is depended on animal care the local genera of the Siam-colored cats and veterinary control or any positive correlation, for example, it is explained by the long-furred cats. Evidence in favor of the latter argument is that local, long-furred cats compare to short-furred get sick of nematodes rarely. Infection difference of agouti and non-agouti colored animals has not been detected.

But, it is interesting that the nematode invasion is differenced depending on animal sex. Persian cats and cats of local origin - Siam albino carrier, as well as other colors, there is no difference even in spread of male and female cats nematode. However, during the analysis of the effect of the length of the fur, there is no difference in the long and short-furred cats, but short-furred cats are often infected by nematode compare to long-furred cats. In addition, there is a difference in sex infection among short-furred animals (males more sick). Long-furred animals, there is no difference between male and female nematode infection. And extensively level of invasion between the long-furred animals and short-furred cats is not the same, spread of nematode among male short-furred cats is 1.5 times higher, i.e.  $68.3 \pm 7.27\%$ .

There is no difference by sex among agouti colored animal diseases. Among non-agouti colored male cats spread of nematode compare to so colored females was two times higher. Thus agouti cats show higher invasion than non-agouti cat. Agouti male cats on the contrary, compare to non-agouti male cats (to determine the statistical difference) has low infection level.

As a result of our research, local Siam cats were many details as common in the south than in other regions of Kazakhstan, Shymkent.

Comparative study of the spread of the gastrointestinal tract pathology and parasites of Shymkent town Persian genera cats

Total	Male cats, 76	Female cats, 56	Total, 132 cats
Nematodes	48,79±5,73	41,07±6,57	45,45±4,33
Toxocara	40,79±5,64	35,71±6,40	38,64±4,23
Toxascaris	7,89±3,09	5,36±3,01	6,82±2,19
Dipylidy	10,53±3,52	8,93±3,81	9,85±2,59
Total isospore	77,63±4,78	80,36±5,31	78,79±3,56
Chronic isospore	42,105±5,66	51,79±6,68	46,21±4,34
Undigested carbon	43,42±5,68	57,14±6,61	49,24±4,35
Amount of starch	22,37±4,78	32,14±6,24	26,51±3,84
Undigested mouse tissues	7,89±3,09	19,64±5,31	12,88±2,92
Size of mouse fur	3,95±2,23	5,36±3,01	4,54±1,81
Connective tissue	9,21±3,32	14,29±4,68	11,36±2,76
Undigested май	3,95±2,23	10,71±4,13	6,82±2,19
Amount of yeast	51,32±5,73	48,21±6,68	50,0±4,35
Amount of coccus	38,15±5,57	37,50±6,47	37,88±4,22
Size of the contingent photogenic sticks	5,26±2,56	8,93±3,81	6,82±2,19
Size of the microflora	34,21±5,44	26,78±5,92	31,06±4,03
Normal flora	6,58±2,84	12,50±4,42	9,09±2,50
Combination of wheels and smaller flora	22,37±4,78	14,29±4,68	18,94±3,41

The research results show that the Persian cat's distribution, including the most common ascaridates (toxocara, toxascara), generally, their statistical clarity has small differences than the local cats (toxascara among long-furred local cats is even lower). However, according to our observations toxascara invasion of the Persian cats will be heavier and often face death during the invasion by infected nematodes. Clinical signs are seen in their red blood cell as toxic hemolysis. But such changes among the local cats are not

observed. Persian cats are often suffered from isospora disease. And lower resistant was revealed in comparison with local cats (health degree of decorative genera of animal is generally below than natural cats).

#### REFERENCES

- [1] Lavrova N.A. Patofiziologija i korektnaja terapija gel'mintozov koshek i sobak // Veterinarija. M., 2005. P. 44-47.
- [2] Ataev A.M., Ahmetrabadanov H.A., Shirinov Sh.A. Gel'mintofauna sobak i koshek v g. Mahachkala // Materialy dokladov nauchnoj konferencii «Teorija i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami (zoonozy)». M., 2002. Vyp. 3. P. 26-27.
- [3] Shibitov S.K. Ocenka raznyh metodov lechenija hronicheskogo opistorhoza koshek bil'tricidom v uslovijah kliniki // Materialy dokladov nauchnoj konferencii «Teorija i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami (zoonozy)». M., 2007. Vyp. 8. P. 387-389.
- [4] Vasil'eva V.A., Nebajkina L.A., Krasovitova O.V. Cistoizosporoz koshek // Materialy dokladov nauchnoj konferencii «Teorija i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami (zoonozy)». M., 2002. Vyp. 3. P. 79.
- [5] Danilova A.M. i Sidorkin V.A. Jepizootologija sarkoptoidozov plotojadnyh v g.Saratove // Materialy dokladov nauchnoj konferencii «Teorija i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami». M., 2007. Vyp. 8. P. 102-104.
- [6] Peshkov R.A. Gel'mintofauna sobak i koshek v uslovijah g. Moskvy // Materialy dokladov nauchnoj konferencii «Teorija i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami». M., 2007. Vyp. 8. P. 277-278.
- [7] Baker K.P. Parasites of cats // Irish vet.J. Dublin, 1977. Vol. 31, N 2. P. 141-147.
- [8] Soulsby E.J. Parasitic zoonosis, clinical and experimental studies. London, 1974. P. 383-390.
- [9] Prokopenkova I.A., Arhipov I.A. Analiz zarazhennosti sobak i koshek Ctenocephalides felis v uslovijah Moskvy // Materialy dokladov nauchnoj konferencii «Teorija i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami». M., 2005. Vyp. 6. P. 292-293.
- [10] Sulajmanova G.M., Abdykerimov K.K. Teniidozy sobak i koshek v g.Bishkek // Materialy dokladov nauchnoj konferencii «Teorija i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami». M., 2005. Vyp. 6. P. 343-344.
- [11] Smirnov G.G. Materialy po gel'mintofaune koshek Srednej Azii // Gel'mintologicheskij sbornik, posvjashhennyj 40-letiju nauchnoj, pedagogicheskoy i organizacionno-obshhestvennoj dejatel'nosti akademika K. I. Skrbjabin. M.; L.: Izd. AN SSSR, 1946. P. 245-246.
- [12] Shalmenov M.Sh., Kurakova Z.G. K voprosu o gel'mintofaune dikih plotojadnyh v Zapadno-Kazahstanskoj oblasti // Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Sostojanie i perspektivy razvitiya veterinarnoj nauki i praktiki» posvjashhennoj gosudarstvennoj programme «AUL». Almaty, 2003. P. 260-263.
- [13] Shalmenov M.Sh. Gel'minty sobak, koshek i ih jepizootologicheskoe znachenie // Razvitie narodnogo hozjajstva v Zapadnom Kazhastane: potencial, problemy i perspektivy, posvjashhennoj 40-letiju Zapadno-Kazahstanskogo agrarnotekhnicheskogo universiteta. Ural'sk, 2003. P. 297-298.
- [14] Arhipov I.A., Zubov A.V., Abramov V.E., Tihanova N.V. Rasprostranenie gel'mintozov koshek v Rossii i ih terapija s primeneniem antigel'mintnogo lekarstvennogo sredstva Profender® proizvodstva firmy "Bajer" // Materialy Moskovskogo mezhdunarodnogo veterinarnogo kongressa. M., 2008. P. 35-37.
- [15] Arhipov I.A., Borzunov E.N., Shajkin V.I. Zooparazitazy, peredavaemye cheloveku ot sobak i koshek // Materialy IX Moskovskogo mezhdunarodnogo veterinarnogo kongressa. M., 2001. P. 230-231.
- [16] Arhipov I.A., Tihanova N.V., Kuz'michev V.V. Jepizootologija gel'mintozov koshek v urbanizirovannoj mestnosti // Materialy IX Moskovskogo mezhdunarodnogo veterinarnogo kongressa. M., 2003. P. 42-43.
- [17] Arhipov I.A. i dr. Rasprostranenie gel'mintozov sobak i koshek v Rossii i primenenie prazitelja dlja bor'by s nimi // Rossijskij veterinarnyj zhurnal. M., 2005. N 2. P. 26-30.
- [18] Vedeneev S.A. Osnovnye parazitazy plotojadnyh v uslovijah Nizhnego Povolzh'ja: Avtoref. ... dokt. vet. nauk. M., 2005. 40 p.
- [19] Volichev A.N. Jepizootologija osnovnyh parazitazov plotojadnyh v uslovijah goroda Moskvy // Trudy VIGIS. M., 2003. Vol. 39. P. 55-84.
- [20] Esaulova N.V. Gel'mintozy sobak i koshek, opasnye dlja cheloveka i ih diagno-stika // Veterinarija. M., 2000. N 6. P. 22-29.

**Р. А. Абилдаева, А. Д. Дауылбай, Г. С. Рысбаева, А. А. Абубакирова, А. А. Оспанова**

Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

#### **ЭНДОПАРАЗИТИЧЕСКИХ БОЛЕЗНЕЙ КОШЕК И ЕГО ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ЦВЕТА И РОДОВ ОСОБЕННОСТИ**

**Аннотация.** Домашние кошки, чем у других мелких диких кошек, отличающихся их разными цветами. Мех кошек варьируется в зависимости от толщины и длины функций. В ходе филогенетического исследования домашних кошек в населенных пунктах, генетические исследования распространения местного и закрытый, который держат кошек родов, распространения в окружающей среде, влияние генотипа и фенотипа животных знаков. Многие из генов в силу плейотропты воздействия влияет на физиологическое инвазивными и инфекция организма устойчивостью.

Несколько более высокая (хотя и без статистически достоверной разницы) зараженность кошек аборигенных пород не сиамского окраса по сравнению с персами может объясняться либо более тщательным уходом и ветеринарным контролем за породистыми животными, либо положительной корреляцией с какими-то признаками этой породы – например, длинной шерстью. В пользу последнего предположения свидетельствует тот факт, что длинношерстные кошки аборигенных пород реже поражаются круглыми, нежели короткошерстные. Различий в зараженности животных окраса агути и неагути не отмечено.

Согласно А. В. Яблоков любой ген, который является детерминированной дискретной гибкой вкладки. Тем не менее, существует мало свидетельств о роли генов и фенотипа. Как правило, основной причиной является то, что их исследования в области паразитологии и феногенетический исследований будет осуществляться независимо друг от друга.

**Ключевые слова:** физиология, инвазии, инфекции, генетические, феногенетика.

**Р. А. Абилдаева, А. Д. Дауылбай, Г. С. Рысбаева, А. А. Абубакирова, А. А. Оспанова**

М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан

### **МЫСЫҚТАРДЫҢ ЭНДОПАРАЗИТТЕРМЕН АУРУЫНЫҢ ОЛАРДЫҢ ТҮСІ МЕН ТЕКТІК ЕРЕКШЕЛІГІНЕ ТӘУЕЛДІЛІГІ**

**Аннотация.** Мақалада Елді мекендерде үй мысықтарының таралуын феногенетикалық зерттеуде жергілікті мысықтардың тектері және жабық ұстл-атын тектерді генетикалық жағынан зерттеу жұмысы, экологиялық таралуы, генотип пен фенотиптің жануардың белгілеріне әсерін көрсетеді. Көптеген гендер плейотропты әсердің күшіне қарай ағзаның қызметіне физиологиялық инвазия мен инфекцияның резистенттілігіне әсер етеді.

Біршама айырмашылық жергілікті тектес сиам түстес емес мысықтардың парсы тектестермен салыстырғанда немесе олардың текті жануарлар ретінде жете күтімі мен ветеринарлық бақылауда болуы немесе осы тектің қандай да бір жағымды корреляциясымен, мысалға ұзын жүнділігімен түсіндіріледі. Соңғының пайдасына куә болатын дәлел жергілікті ұзын жүнді тектес мысықтар қысқа жүнділерге қарағанда жұмыр құрттармен сирек ауырады. Жануарлардың ауруындағы айырмашылық агути түсті және агути емес екені байқалмаған.

А. В. Яблоковтың пікірінше кез-келген ген, яғни детерминирленген дискретті белгіге бейімделгіш. Алайда, гендер мен фенотиптің бейімделгіш рөлі туралы нақты деректер аз.

Оның басты себебі паразитологиялық және феногенетикалық зерттеулер әдетте бір-біріне тәуелсіз түрде жүргізілді.

**Тірек сөздер:** физиология, инвазия, инфекция, генетикалық, феногенетика.

N. M. Mahmetova, V. G. Solonenko, S. T. Bekzhanova

M. Tynyshpayev Kazakh Academy of Transport and Communications, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: makhmetova\_n1958@mail.ru

## THE CALCULATION OF FREE OSCILLATIONS OF AN ANISOTROPIC THREE-DIMENSIONAL ARRAY OF UNDERGROUND STRUCTURES

**Abstract.** This work is a theoretical research aimed at studying the amplitude-frequency characteristics of the system "lining-soil". It was found that fluctuations in the deformation occur, not only the soil mass, but in an underground structure in the course of a numerical experiment to study the free oscillations of an anisotropic three-dimensional array with the station tunnel.

We investigate on the basis of the variational formulation of the finite element method of amplitude-frequency characteristics of the system "lining-soil". A generalized problem of eigen values is solved iteratively in the subspace based on the scheme of the Jacobi algorithm.

**Keywords:** free oscillation, stress-strain state, lining, stress, displacement, algorithm.

Creating a reliable method of calculating vehicle stability of underground structures of finite size in difficult ground conditions under the influence of static and dynamic loads is very challenging. In Kazakhstan a developed mining industry, with increasing depth of mining operations and the deterioration of the conditions of development of mineral deposits, the requirements to ensure the sustainability of developments rise sharply. In addition, with the construction of the Almaty Metro in the zone of possible 9-10-magnitude earthquake, it needs reliable recommendations for earthquake resistance.

All this calls for fundamental research involving modern apparatus of mathematics and mechanics of solids, unconventional analytical and numerical methods for solving tasks and creation on their basis of software tools for the analysis of dynamic stability of various vehicles designed and constructed underground structures for various purposes [1, 2].

Study of free oscillations of transport facilities is important to determine the effect of physical and mechanical properties and geometric parameters of the structural elements and the surrounding mass complex structure at their resonant frequency response. On the other hand, the study of the dynamic response of a spatial reference system "underground structure array rocks" lower frequencies is necessary for the formation and basic solutions allowing movement of the matrix equations [3-5].

We study the free oscillations of the soil mass with a three-dimensional transport of underground structures on the basis of the numerical method – finite element method (FEM) – in conjunction with an iterative method in the subspace.

Object of research is the lower half-space with underground facilities shallow emplacement. Rock mass consists of a non-uniform layers with different physical and mechanical properties. Elastic status of each layer is described by the generalized Hooke's law:

$$\{\sigma\} = [D]\{\varepsilon\}, \quad (1)$$

where  $\{\sigma\} = \{\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \dots, \tau_{xz}\}^T$ ,  $\{\varepsilon\} = \{\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z, \dots, \lambda_{xz}\}^T$ ,  $[D] = [d_{ij}]$ ,  $(i, j = 1, 2, \dots, 6)$  - elastic solid matrix; elastic moduli  $d_{ij}$  represented by the elastic constants transropic array  $E_k, \nu_k, G_2$ ,  $(k = 1, 2)$  of angles of inclination of the plane of isotropy  $\varphi$  and inclination to the longitudinal axis of the horizontal three-dimensional structures of the transport line stretch isotropic plane  $\psi$  [6,7].

Boundary conditions: the lateral faces and the base of the calculation region with the construction of non-deformable -  $u = v = w = 0$ ; internal the breed contour lining and free from external loads -  $X_n = Y_n = Z_n = 0$ . Spatial computational domain is divided into 1606 prismatic elements with 2875 nodes.

Differential equations oscillation system for the array to transport underground structures can be represented as:

$$[M]\{\ddot{U}(t)\} + [C]\{\dot{U}(t)\} + [K]\{U(t)\} = \{R(t)\}, \quad (2)$$

where  $\{R(t)\}$  - vector external nodal forces,  $\{\ddot{U}(t)\}$ ,  $\{\dot{U}(t)\}$ ,  $\{U(t)\}$  - Vectors of nodal accelerations, velocities and displacements,  $[M]$ ,  $[C]$ ,  $[K]$  - accordingly, the mass matrix, rigidity and damping system. The matrix equation of free oscillations "lining-ground" of the system obtained from (2), when the effect of damping and the impact of external forces that are missing  $[C]=0$ ,  $\{R\}=0$

$$[M]\{\ddot{U}\} + [K]\{U\} = 0. \quad (3)$$

Stiffener matrix is computed using the integral [3,4]:

$$[k] = \int_V [B]^T [D][B] dV = \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 [B]^T [D][B] \det[J] d\xi d\eta d\zeta. \quad (4)$$

Integral expression (4) after the application of Gauss-Legendre quadrature to the form

$$[k] = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^p H_i H_j H_k [B]_{ijk}^T [D] [B]_{ijk} \det[J]. \quad (5)$$

System stiffness matrix  $[K]$  is produced by summing all elements of the stiffness matrix

$$[K] = \sum_{i=1}^k [k_i]. \quad (6)$$

System mass matrix is formed from the matrix elements of the masses is similar to the system stiffness matrix. Mass Matrix prismatic element has the form [8,9]:

$$[m] = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m H_i H_j H_k \rho [P_{ijk}]^T [P_{ijk}] \det[J], \quad (7)$$

where  $[P_{ijk}]$  - matrix interpolating movements. System mass matrix is obtained by summing all elements of the mass matrix

$$[M] = \sum_{i=1}^k [m_i]. \quad (8)$$

The solution of ordinary differential equations of second order (3) can be written as:

$$\{U\} = \{\varphi\} \sin(\omega(t - \alpha_0)). \quad (9)$$

Substituting (9) into (3) gives a common problem eigen values

$$[K] \{\varphi\} = \omega^2 [M] \{\varphi\}. \quad (10)$$

We introduce the notation  $\lambda = \omega^2$ , then (10) takes the form:

$$[K] \{\varphi\} = \lambda [M] \{\varphi\}. \quad (11)$$

For the solution of the generalized problem of eigen values used in the subspace iterative method based on the algorithm of Jacobi method and the properties of the Sturm sequence [10].

When iterative methods are necessary at each step to analyze the convergence of the obtained approximations. Let a (k-1) and (k) - iteration step approximate calculated eigenvalues  $\lambda_i^{(k)}$  and  $\lambda_i^{(k+1)}$  then the convergence is achieved at

$$\frac{\lambda_i^{(k+1)} - \lambda_i^{(k)}}{\lambda_i^{(k+1)}} \leq \varepsilon, \quad (i = 1, 2, \dots, n). \quad (12)$$

The effectiveness of the chosen method is explained, first, the initial choice of the subspace, sufficiently close to the desired lowest eigen values; secondly, the transition from the convenience of the algorithm to another subspace, which ensures "best" approximation of eigen values vectors. Furthermore, the use of translations and other accelerating processes also increases the efficiency of the method [10].

In the study of stress-strain state of the system "lining-ground" on the seismic action the first and necessary step in the calculation is to determine the frequencies and modes of vibration of the system. Calculation of amplitude-frequency characteristics of the system "lining-soil" is made in the subspace iteration method above.

Received 100 first frequencies and forms of oscillations in the frequency range up to 22.2 Hz. Values "lining-soil" system of the lower frequencies of free oscillations are shown in Table. As you can see, the range of "lining-soil" system of natural frequencies is quite dense.

The values of the frequency of free oscillations "lining-soil" system

Frequency rooms	1	2	3	4	5	6	7	8
$\omega_i$ (Hz)	1,78	3,09	3,61	3,84	4,31	4,65	5,87	6,13

Figures 1-3 show three-dimensional forms (fashion) free oscillations of the system "lining-ground."

Modes 1 and 2 are horizontal oscillations soil layer, wherein the first mode is a skew-symmetric and the second mode – symmetric. In modes 3-5 are more pronounced vertical oscillations. The third mode is a skew-symmetric, and 4-5 fashion – symmetrical. Higher forms shown in Figures 1-8, are rather complex

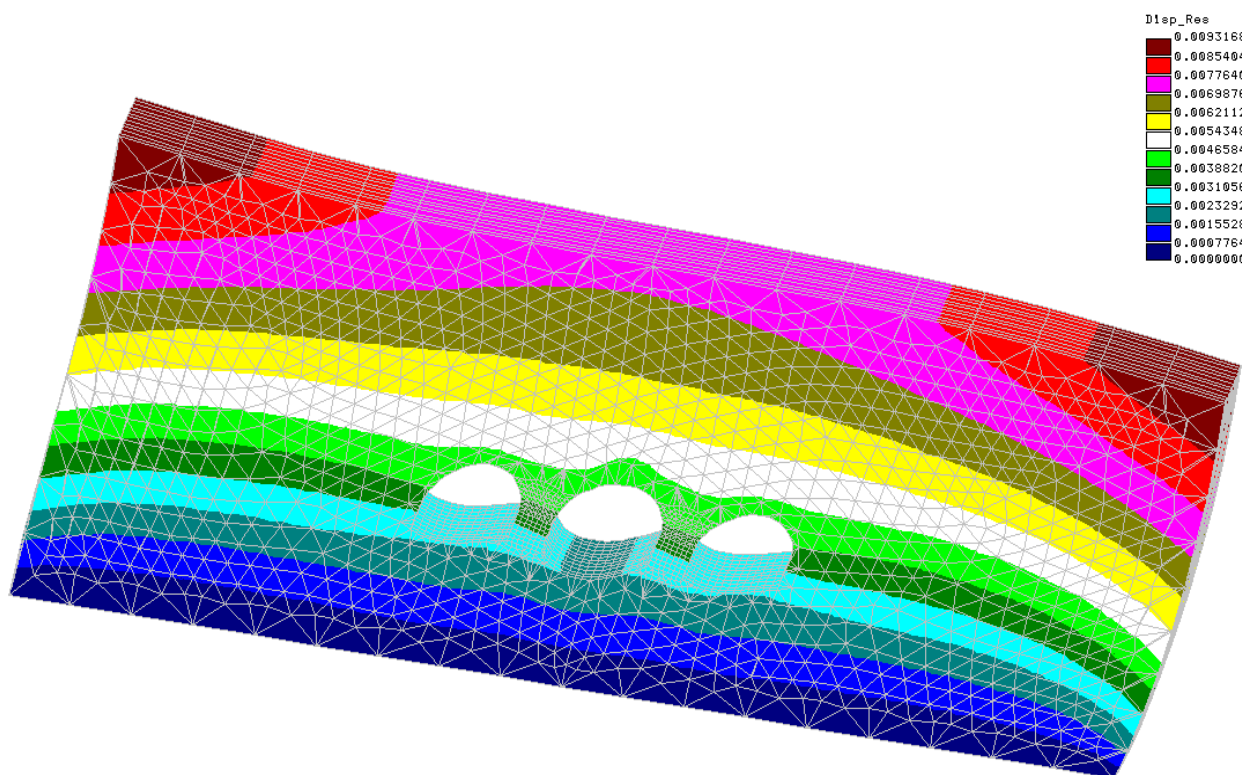


Figure 1 – The first mode of free oscillations "lining-soil" system

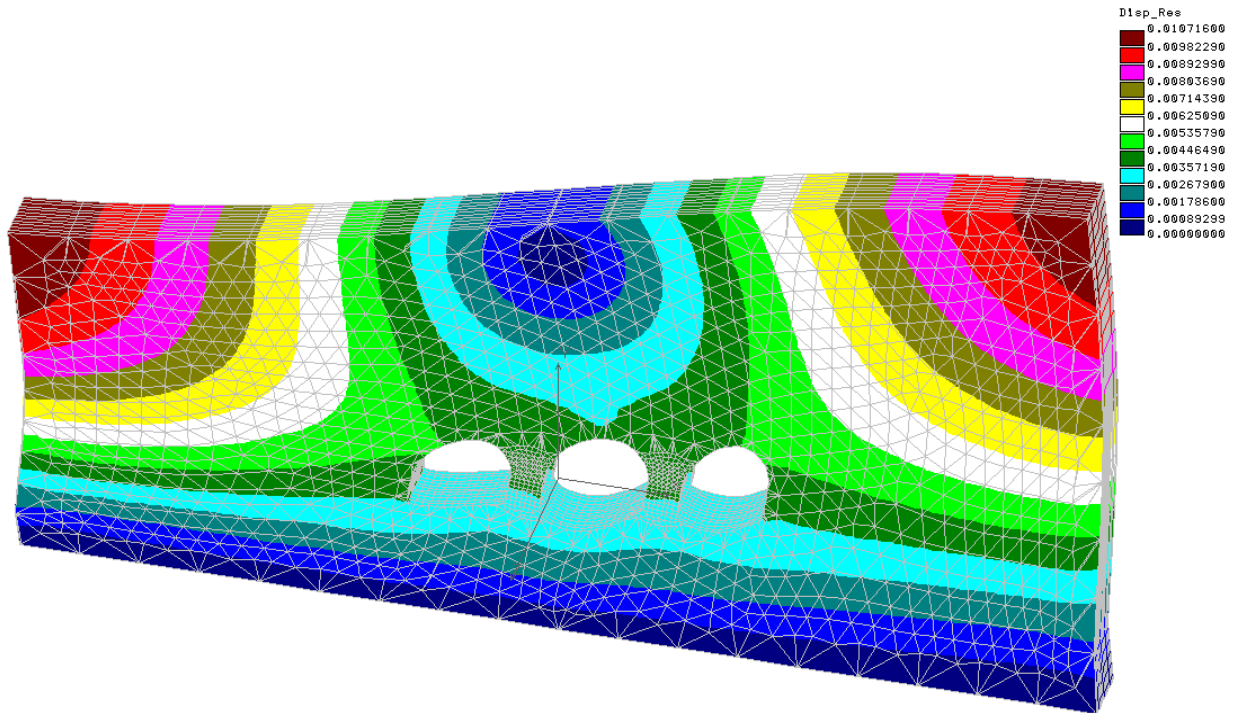


Figure 2 – The third mode of free oscillations "lining-soil" system

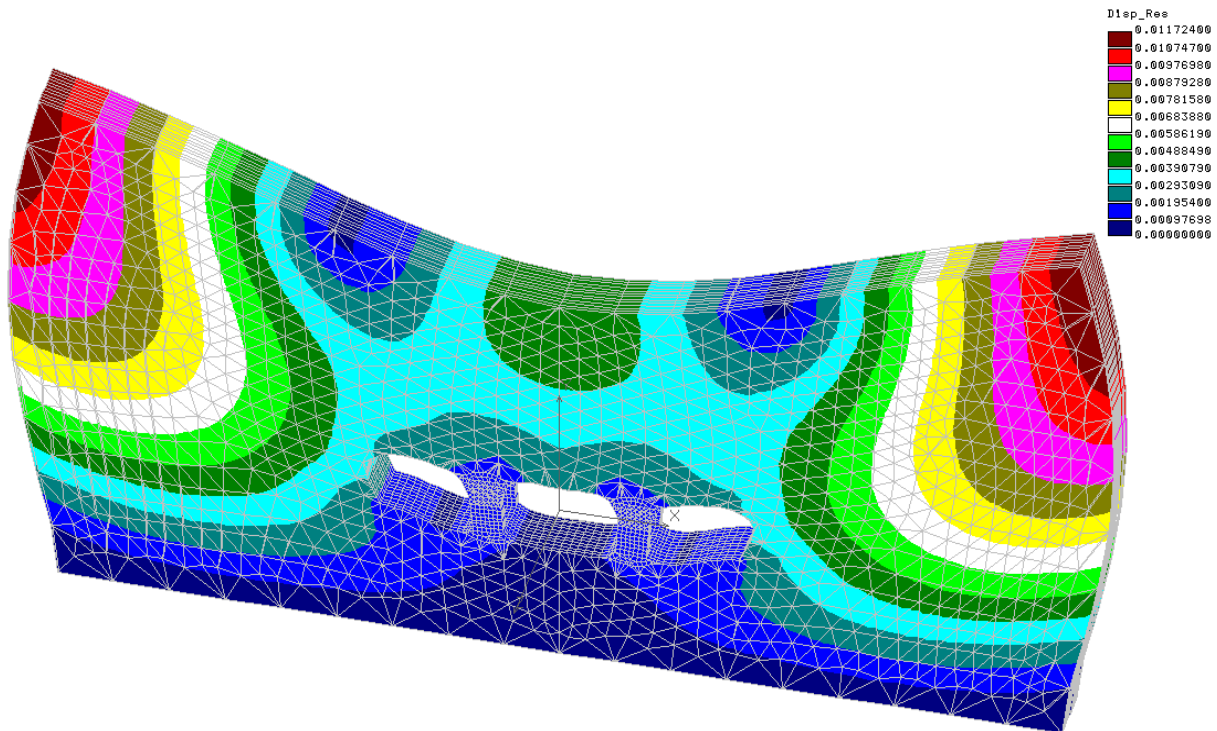


Figure 3 – The fifth mode of free vibrations "lining-soil" system

oscillatory motion of the ground and, apparently, do not make a significant contribution in determining the seismic movements, but can have a significant impact in finding the acceleration system and the seismic stresses in the construction of tunnels lining.

**Conclusions.** Multivariate numerical experiments to study free "lining-soil" oscillations of the system revealed that there is a complex pattern of deformation of anisotropic array and being in it three-dimensional underground structure in the course of oscillation, comprising a tensile elements, compression, bending and torsion (see Figures 1-3).

Analysis of the results of the calculation shows that the value of natural frequencies and forms of oscillations are influenced by many factors, including the structure of the soil mass, the density distribution in heterogeneous soils, the methods of construction of underground structures, geometrical parameters.

#### REFERENCES

- [1] Salamahin P.M. Engineering structures in transport construction. M.: Academy, 2007. 264 p.
- [2] Gibshman M.E., Popov V.I. Design of transport constructions. M.: Transport, 1988. 198 p.
- [3] Makovsky L.V., Polyakov D.V. Modeling static circular tunnel lining work with supple joints in conjunction with the soil file // Transport construction. 2015. N 11. P. 25-27.
- [4] Zhuravlev G.M., Naumov I.A. Influence of deformation on the formation of damage to the mechanical properties of building structures of materials // Transport construction. 2015. №2. p.23-25.
- [5] Isaev O.N., Sharafutdinov R.F. Experimental studies of soil busting at microtunneling // Transport construction. 2015. N 7. P. 7-10.
- [6] Erzhанov J.S., Aytaliev Sh.M., Massanov J.K. The stability of horizontal workings in the pan-layered array. Alma-Ata: Science, 1971. 160 p.
- [7] Erzhанov J.S., Aytaliev Sh.M., Massanov J.K. Seysmonapryazhennoe state of underground structures in anisotropic layered array. Alma-Ata: Science, 1980. 212 p.
- [8] Zenkevich O. Finite Element Method in the art. M.: Mir, 1975. 541 p.
- [9] Segerlend L. Application of finite element method. M.: Mir, 1979. 392 p.
- [10] Bath K., Wilson E. Numerical methods of analysis and finite element method. M.: Mir, 1982. 442 p.

**Н. М. Махметова, В. Г. Солоненко, С. Е. Бекжанова**

Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, Алматы, Казахстан

#### РАСЧЕТ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ АНИЗОТРОПНОГО МАССИВА С ТРЕХМЕРНЫМ ПОДЗЕМНЫМ СООРУЖЕНИЕМ

**Аннотация.** Работа представляет собой теоретическое исследование, направленное на изучение амплитудно-частотных характеристик системы «обделка-грунт». В ходе проведения численного эксперимента по изучению свободных колебаний анизотропного массива с трехмерным стационарным тоннелем было установлено, что в процессе колебания происходит деформирование не только грунтового массива, но и находящегося в нем подземного сооружения.

Исследуется на основе вариационной формулировки метода конечных элементов амплитудно-частотные характеристики системы «обделка-грунт». Обобщенная проблема о собственных значениях решается итерационным методом в подпространстве, основанном на схеме алгоритма Якоби.

**Ключевые слова:** свободное колебание, напряженно-деформированное состояние, обделка, напряжение, перемещение, алгоритм.

**Н. М. Махметова, В. Г. Солоненко, С. Е. Бекжанова**

М. Тынышбаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы, Алматы, Қазақстан

#### СТАНЦИЯНЫҢ ТИПТІК БӨЛІГІНДЕГІ ҚАТПАРЛАМАСЫНЫҢ КЕРНЕУЛІ-ДЕФОРМАЦИЯЛЫҚ КҮЙІНІҢ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬДЫ ЕСЕПТЕУІ

**Аннотация.** Жұмыс «бекітпе-топырақ» жүйесінің амплитудалық-жиілік сипаттамасын зерттеуге бағытталған теориялық ізденіс. Үш өлшемді станция тоннелі бар анизотропты массивінің еркін тербелісін үйрену бойынша сандық экспериментті жүргізу барысында тербелу процесі кезінде топырақ массиві ғана деформацияға ұшырамай, онда орналасқан жерасты ғимараттарының да деформацияланатыны анықталған.

«Бекітпе-топырақ» жүйесінің амплитудалық-жиілік сипаттамасы вариациялық түрдегі шекті элементтер әдісі негізінде зерттеледі. Якоби алгоритм сызбасына негізделген кеңістік бөлігіндегі итерация әдісімен меншікті мәндерінің жалпыланған мәселесі шешіледі.

**Түйін сөздер:** еркін тербеліс, кернеулі-деформациялық күй, бекітпе, кернеу, жылжу, алгоритм.

#### Information about authors:

Makhmetova Narzankul Musaevna – Professor, the Kazakh Academy of Transport and Communications, makhmetova\_n1958@mail.ru

Solonenko Gelevich Vladimir – Professor, the Kazakh Academy of Transport and Communications, v.solontnko@mail.ru

Bekzhanova Saul Ertaevna – Professor, the Kazakh Academy of Transport and Communications



**R.-B. T. Abdyssagin**Kazakh National University of Arts, Astana, Kazakhstan.  
E-mail: rahatbiabd@mail.ru**CONTEMPORARY MUSIC AS AN ECHO OF TIME**

**Abstract.** This article presents the relationship of basic and fundamental aspects of the evolution of music and the epochal formations of scientific and technical progress. It shows a new perspective on the emergence and development of music ranging from the classical art of J. S. Bach, G. F. Handel, Ch. W. Gluck, F. J. Haydn, W. A. Mozart, L. van Beethoven up to such musical constellations of contemporary classical music and creators of the new tonality and serial technique, such as A. Schönberg, O. Messiaen, K. Stockhausen, P. Boulez, L. Nono and E. Denisov. A unique analogy of music and science has been established in this article. Epoch-creating discoveries of the 20<sup>th</sup> century, such as the Structure of the Atom, the Theory of Relativity, Quantum Mechanics, etc., which radically changed our perception of the world, reflected in the development of music. If J.S. Bach is the I. Newton of music, K. Stockhausen is A. Einstein. The phenomenon of music is not a chance circumstances, but a manifestation of regularity. It is also a precious and spiritualizing fruit of human expanding horizons and worldview. It is shown that the art of music has evolved, and the phenomenon of music itself remains covariant. A musical form is a principle that reflects the key and unique phenomenon of the outlook of an era.

**Keywords:** polyphony, sonata, tonality, dialectic, the diffusion of cultures, theory of relativity, quantum mechanics, dodecaphony (twelve-tone system), serialism, space and time.

*Great art is the outward expression  
of an inner life in the artist,  
and this inner life will result  
in his personal vision of the world.*

**Edward Hopper**

Since ancient times, man as an individual is covariant with respect to the passage of time. In our 21<sup>st</sup> century which is the age of globalization, all kinds of «tectonic» processes actively influence all spheres of human life promoting the revitalization of the diffusion of cultures. There is a transformation and qualitative transfiguration of human thinking which is particularly evident in the field of science and arts.

«Any changes in the public consciousness of one country invariably involve changes on a planetary scale. In this sense, music is one of the finest arts built on abstract images, but facing the highest level of generalization – it feels these changes more sharply and more precisely than many others would» [1]. It is impossible to overestimate the role of art and culture in the development of social consciousness. For example, many of the works of Charles de Montesquieu, Francois-Marie Arouet (Voltaire) and other great minds, and the greatest works of J. S. Bach, W. A. Mozart are dedicated to the topic of the Divine Gift and Ontologies. They were created several centuries ago and today they continue to be the foundation and driving force behind the enrichment of world treasures.

Art is an integral part of the human being. Man lives, as long as he thinks and creates. In addition, art, science, and philosophy, as well as other symbolic spheres of human activity are inseparable and interrelated. All of them are the ways of man's knowledge of the surrounding world. All of them are different facets of the same nature [2].

The fate of each person has a unique and unprecedented set of circumstances that have never been and that will never occur again! And the fate of an era, its history, and a global history are made up of individual destinies. World history is in fact a series of biographies and their interactions and the interactions of minds!

I believe that every person is born with a certain system of values, which form the basis of ideology and leads him through life. Creation and making music – all of this can be attributed to the function of the mind [3].

In the 10<sup>th</sup> century AD Abu Nasr al-Farabi in his treatise «On Music», said: «The music of the first kind simply gives pleasure, the second kind of music expresses passion, and the third kind excites our imagination» [4]. In my opinion, this statement is true to this day especially in the aspect of the perception of classical, pop, dance music, and other varieties.

Musical art evolves but the music remains the same phenomenon. The constant of this phenomenon is the physical phenomenon itself – the sound. Overtone scale depends on the sound medium of propagation (e.g., air in this case). The sound is an essential element of music. If in Mathematics, the basic element is the number, in music it is sound. From the general field of physics, sound is known as elastic waves. These elastic waves in the human brain are only identified as sounds, and a person experiences only a limited range of frequencies from 16 Hz to 20 kHz [5-7].

I would like to note that Mathematics is the language spoken by all sciences [3].

Analyzing the history of music, we can see that what is called classical music was born in the period of genesis of classical mechanics by Isaac Newton, understanding Kant and Hegel's theory of dialectics, and the discovery of the heliocentric model of the solar system.

The notion of classical music and classical art in general, as is commonly believed, was confirmed after the French Revolution (July 4, 1789 after the capture of the Bastille). It is this series of events that led to the transformation of the social and political system, not only in France, but also in all countries of Western Europe [8].

Every era in art and culture has its own name. It is given to subsequent periods, respectively objective and sometimes subjective factors. For example, Antiquity, the Middle Ages (the longest epoch), Baroque, Renaissance, Rococo, Classicism (the shortest and most concentrated era), Romanticism, and finally, the 20<sup>th</sup> century, which does not have yet its own name [2, 9].

Worthy of interest is the fact that the epoch of the Middle Ages, or even the era of the Middle Ages, lasted about 10 centuries (as historians say, from September 4, 476, when Romulus Augustus, the Emperor of the Western Roman Empire, abdicated, and until the fall of Constantinople in 1453, discovering America in 1492, the beginning of the Reformation in 1517, or even before the English Revolution in 1640) [10-13].

A classical era in music has gone through half a century (from the middle of the 18<sup>th</sup> century to the beginning of the 19<sup>th</sup> century), as is commonly believed, in the work of the five classics – G. F. Handel, Ch. W. Gluck, F. J. Haydn, W. A. Mozart and Ludwig van Beethoven [14]. I also note that composers of the Romanticism era (19<sup>th</sup> cent.) honored the creativity and personality of Beethoven as the first romantic composer.

Form is a principle that reflects a key and unique phenomenon of epoch of its origin and formation [15-19]. It is no coincidence that a form of fugue is more ancient than the form of sonata, than the sonata principle. Fugue is jogging, running time, it is a fugitive movement in infinity. Fugue was formed in the late Middle Ages and has established itself in the Baroque period, and the top of fugue forms are the fugues of J.S. Bach. The form and the principle of fugue reflect the outlook of the time period. In my opinion, it is concluded that there was no clear division of what is good and what is evil. Essential and significant was only an endless running, a series of chain of events, where one is the result and/or the cause of the other.

It is possible to make a distant analogy between the principle of fugue and the first law of Newton, which in its historical definition says: «Lex I: Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum illum mutare» – «Law I: Every body persists in its state of being at rest or of moving uniformly straight forward, except insofar as it is compelled to change its state by force impressed» (Isaac Newton «Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica»). The fugue remains a constant theme that is carried out in different voices, and changes due to the polyphonic receptions of its «condition».

Sonata is the whole world, an obvious reflection and realization of the dialectics in music. For example, primary area – secondary area, legato – staccato piano (quiet) – forte (loud) ...

Sonata as a fugue, more than form, is a principle! Just as there is no form of Rondo, Rondo is a principle [14]. A form for each composition has its own unique form, which depends on the musical material. Sonata is like the world in all its diversity, where there is a thesis and antithesis, where there are two points in the space between them, as is well known, it is possible to conduct only a single line.

Sonata is a kind of reflection or expression in the music of the dialectical law of the unity and struggle of opposites [15-19]. Massing, and in some aspects philosophical principles of the sonata, can be described as the search for and the desire to find, see and understand the fragmentation in unity, and unity in fragmentation. From these points of view the principle of the sonata is comparable with the definition of the third law of Newton: «Lex III: Actioni contrariam semper et æqualem esse reactionem: sive corporum duorum actiones in se mutuo semper esse æquales et in partes contrarias dirigi» – «Law III: To every action there is always opposed an equal reaction: or the mutual actions of two bodies upon each other are always equal, and directed to contrary parts» (it is important to note the well-known fact that Newton's third law does not affect the «Lorentz force»).

The concept of interaction of opposites exists also in fugue theory, but within the framework of a fugue, it does not have the significance that is attached to a secondary area in sonatas. Only fugues by J. S. Bach, anticipating the era of classicism, are in a ratio of dialectical background themes and counterpoints, although traditionally, works by J.S. Bach are usually associated with the Baroque era. It is well known that Bach voice-leading on micro and macro levels, and even in a global sense of harmony is subject, moreover, in a sense, is a tonal plan. On the one hand, it is the highest stage of polyphonic structure, on the other hand, the manifestation and the establishment of harmony as a new centrism in music and composition, the formation of the main formative aspects of tonality. It follows from this that the music of J. S. Bach is not a harmonic polyphony, yet it is a polyphonic harmony!

Known types of polyphony include: imitative (when one voice or several voices imitate basic voice) and contrast (the interaction of several voices with different musical material) [20]. Imitative polyphony is an obvious example of consistency theory, where one voice, following another, imitates its material with variation or in its original form. The great Johann Sebastian Bach did not write polyphonic music in the classical sense. Every genius writes in his own style. It is impossible to «fit» all the greatness of genius of a person into a certain «system» because they do great out of time, their creations are for the ages, and will live forever. «Well-Tempered Clavier» (both volumes) by J.S. Bach is a whole picture of the universe in its entire beautiful splendor, which trembles before a descendant of Adam. Bach does not fit into any formation, because, for example, many scholars of Bach agreed that «The Art of Fugue» is the phenomenon of the most sacred things in the treasury of world music where the voices are not just voices, where polyphony is not just technique. In the «The Art of Fugue», it is passed to the image of the Creator. Lines of voices like the Apostles, and the variations are similar to the will of Christ to humanity. Bach is revolutionary in every note. Even if we take the first C-dur fugue from the Well-Tempered Clavier Volume I, the genius lies even in the order of voices' entry – Alto (C), Soprano (G), Tenor (G) and Bass (C). We get fifths symmetry (the temptation to write a «quantum» instead of «fifths»). A fifth of many composers is associated with the image of infinity. Also in the music of J.S. Bach images were found of the cross and great humility.

Contemporary music is a qualitatively new stage in the evolution of music. The 20<sup>th</sup> century is the century of enormous speeds [2, 9, 14, 21-24].

At the beginning of the 20<sup>th</sup> century there were epochal discoveries in the world of science, which radically changed our view of the world. For example, the Structure of the Atom by Ernest Rutherford, who opened the door to the microworld, thus opening the gates of the Universe. This was a qualitative leap in the outlook of mankind, and was accompanied by the creation of Albert Einstein's Theory of Relativity, theory of Quantum Mechanics by Niels Bohr, Erwin Schrödinger, Paul Dirac, Max Planck. There were such iconic literary creations as «Das Glasperlenspiel» («The Glass Bead Game») by Hermann Hesse, which radically changed art and poetry. In this period there was a breakthrough in music – Arnold Schönberg discovered Dodecaphony (Twelve-Tone System), and compositions based on Dodecaphony were created.

A simple example – it is possible to make a distant analogy with the discovery of Structure of the Atom and splitting sound (Son Fendu, Multiphonics), and in-depth study of vocal properties. And the

assumption of the possibility of the existence of parallel universes in physics inevitably reflected the expansion of the coordinates of space in music.

So-called Atonal music is also Tonal, because in it, Tonality is redefined. Tonality is a series, and at times («Integral» / Total Serialism by Olivier Messiaen, Pierre Boulez, Karlheinz Stockhausen, Luigi Nono and others) dynamics series, series of methods, of techniques – are new varieties of Tonality [21, 22, 24]. This is clearly manifested in the Orthodox Dodecaphony by A. Schönberg and E. Denisov. According to Y. Kasparov: «... it is one thing not to think about the tone, and the other – really exclude it from a piece of music! And it is impossible in principle! Like any architectural project which takes into account, the gravity and the creation of a musical work is impossible without theses, antitheses, or using a more familiar term for musicians, without the «stable-unstable». Before serialists «stable-unstable» was implemented in two-dimensional space with the coordinates and the pitch of measure-rhythm. Now the law of gravity starts to act in a different coordinate system ... Mozartian lightness is the result of the game with a tonality – when we do not know exactly where we are, and if the abutment in music is compared with gravity, perceive ourselves in a state of near zero gravity» [14]. Y.S. Kasparov gives analysis of the development in the composition «Romantic music» of Denisov, and compares the game with the Tonality of Mozart with the game with Tonality of Denisov, despite the fact that the composition is written by Denisov in Orthodox Dodecaphonic manner and this was an unprecedented case. There is also clear evidence that all music is Tonal, especially Dodecaphony and Serialism! Stability has not been canceled, and in principle cannot be undone! In one form or another, stability in music will always be present!

Tonality has been redefined in contemporary music because composers' spatial thinking has changed, and «Tonality» in contemporary music can be compared with Albert Einstein's Theory of Gravity, where massive bodies curve space time! And in contemporary music musical material sets new principles of formation and organization of space and time in music! Exceptionally bright, this aspect is reflected in the Sonoristics and Spectral Music, where the main coordinate of musical space-time is the timbre! Timbral techniques and sound effects have become the foundation of contemporary compositions [14, 23], and already they seem to bend space time to the music! It is known that «harmony is a communication system which forms elements» [25]. And contemporary music is highly harmonious!

So, by analogy with physics: «If Johann Sebastian Bach is the Isaac Newton of music, Karlheinz Stockhausen is its Albert Einstein!» [26].

Time is the greatest phenomenon. Time flies, and waits for no-one. Time sets its requirements and its laws, which cannot be circumvented. And in my opinion, contemporary music expresses and confirms the times in which we live! And I think for that reason that the appearance of contemporary music is not an accident, but rather regularity!

#### REFERENCES

- [1] Abdysmagin R.-B.T. «Bozhestvennyy put'». Gazeta Uchitel' Kazakhstana «UK» N 1-3 (2985), yanvar' **2015**. (in Russ.)
- [2] Abdysmagin R.-B. T. «Etnos skvoz' prizmu sovremennosti», Abdysmagin R.-B. «Ethnicity through the prism of modernity» na primere sobstvennykh proizvedeniy, doklad na angliyskom yazyke na 43 Vsemirnoy Konferentsii po Traditsionnoy Muzyke (International Council for Traditional Music) v g. Astana, iyul' **2015**. (in Eng.)
- [3] Kozhamkulov T. Onegeli ömir. Almaty: Kazakuniversiteti, **2016**. Vol. 80. 390 p. (in Kaz., in Russ.)
- [4] Abu Nasr Al'-Farabi Kniga o Muzyke: Filosofskiy traktat. RS, Mezhdunarodnyy klub Abaya, **2014**. 508 p. (in Russ.)
- [5] Abdysmagin R.-B.T. «Matematika i Sovremennaya Muzyka». Izd. «Kazak, universiteti». Almaty, **2013**. 23 p. (in Russ.)
- [6] Abdysmagin R.-B. «Mathematics and Contemporary Music». «Kazak Universiteti» press. Almaty, **2013**. 23 p. (in Eng.)
- [7] Voloshinov A.V. Matematika i iskusstvo. M.: Prosveshcheniye, **1992**. P. 335 (in Russ.)
- [8] Livanova T.N. «Istoriya zapadnoyevropeyskoy muzyki do 1789». M.; L., **1940** (in Russ.)
- [9] Sokolov A.S. Vvedeniye v muzykal'nyy kompozitsiya XX veka. M., **2004**. (in Russ.)
- [10] Kenigsberger G. Srednevekovaya Yevropa. M.: Ves' Mir, **1987**. 374 p. (in Russ.)
- [11] Le Goff J. Rozhdeniye Yevropy = L'Europe est-elle née au Moyen Age? SPb.: Alexandria, **2007**. 398 p. (in Russ.)
- [12] Le Goff J. Srednekovyy mir voobrazhayemogo / Per. s fr., obshch. red. S. K. Tsaturvoy. M.: Progress, **2001**. 440 p. (in Russ.)
- [13] Le Goff J. Tsivilizatsiya srednekovogo Zapada / Per. s fr., obshch. red. YU. L. Bessmertnogo; Poslesl. A. YA. Gurevicha. M.: Izdatel'skaya gruppa Progress, Progress-Akademiya, **1992**. P. 376. (in Russ.)
- [14] Kasparov Y.S. «... i ya – kompozitor». M.: Muzizdat, **2014** (in Russ.)
- [15] Mazel' L. Stroyeniye muzykal'nykh proizvedeniy. M.: Muzyka, **1979**. (in Russ.)
- [16] Kholopov Y.N. Vvedeniye v muzykal'nyy formu. Pod red. T. S. Kyuregyan i V. S. Tsenovoy. M.: Moskovskaya gosudarstvennaya konservatoriya im. P. I. Chaykovskogo, **2006**. (in Russ.)
- [17] Zhabinskiy K.A., Zenkin K.V. Muzyka v prostranstve kul'tury. Vyp. 1. Rostov-na-Donu, **2001**. (in Russ.)

- [18] Zhabinskiy K.A., Zenkin K.V. Muzyka v prostranstve kul'tury. Vyp. 2. Rostov-na-Donu, **2003**. (in Russ.)
- [19] Zhabinskiy K.A., Zenkin K.V. Muzyka v prostranstve kul'tury. Vyp. 3. Rostov-na-Donu, **2005**. (in Russ.)
- [20] Müller T. Polifoniya: Uchebnik. M.: Muzyka. M 98 ka, 1988. 335 p., not.
- [21] Teoriya sovremennoy kompozitsii. Uchebnoye posobiye / Otv. redaktor V. Tsenova. M.: Muzyka, **2005**. 624 p. (in Russ.)
- [22] Gershkovich F.M. O muzyke: [Stat'i, zametki, pis'ma, vospominaniya] /Philipp Herschkowitz; [Vstup. st. L. Gofmana]. M.: Sov. kompozitor, **1991**. 349, [2] s. : not. il.; 22 sm. (in Russ.)
- [23] Grisey G. Strukturirovaniye tembrov v instrumental'noy muzyke. Perevod i kommentarii D. Shutko. Kompozitory o sovremennoy kompozitsii: Khrestomatiya. Red.-sost.: Kyuregyan T. S., Tsenova V. S. M.: Moskovskaya konservatoriya, **2009**. P. 311-344 (in Russ.)
- [24] Messiaen O. Tekhnika moyego muzykal'nogo yazyka / Per. s frants. i komment. M. Cheburkinoy. Nauch. redaktsiya Y. Kholopova. M.: 1994 (**1995**). (in Russ.)
- [25] Kholopov Y.N. Garmoniya. Prakticheskiy kurs. Chast' 1: Garmoniya epokhi barokko. Garmoniya epokhi venskikh klassikov. Garmoniya epokhi romantizma. Chast' 2: Garmoniya XX veka. M.: Kompozitor, 2003; 2-ye izd., ispravlennoye i dopolnennoye. M.: Kompozitor, **2005**. (in Russ.)
- [26] <https://www.youtube.com/watch?v=9pvfaCEyhuU>

**Р.-Б. Т. Абдысагин**

Қазақ ұлттық өнер университеті, Астана, Қазақстан

### **ЗАМАНАУИ МУЗЫКА УАҚЫТТЫҢ ЖАҢҒЫРЫҒЫ**

**Аннотация.** Жұмыста музыка эволюциясы мен дәуірлік ғылыми-техникалық прогрестің іргелі, негізгі аспектілерінің өзара байланысы қарастырылған. И. С. Бах, Г. Ф. Гендель, К. В. Глюк, Ф. И. Гайдн, В. А. Моцарт, Л. Ван Бетховен сынды классиктер шығармашылықтарынан бастап, қазіргі заманғы академиялық музыка және жаңа тональност пенсериялық техника құрушылары, заманауи музыка шоқ жұлдыздары А. Шёнберг, О. Мессиаен, К. Штокхаузен, П. Булез, Л. Ноно, Э. Денисов кедейін музыканың тууымен дамуына жаңа көзқарас ұсынылған. Музыка және ғылым дамуының бірегей аналогиясы тағайындалған. Біздің дүниетанымымызды түбегейлі өзгерткен атом құрылымы, салыстырмалық теория, кванттық механика және т.б. сияқты ХХ ғасырдың дәуірлік жаңалықтары музыка дамуында кең-ауқымды әсерін тигіздіделінген. Егер И. С. Бах - музыкадағы И. Ньютон болса, онда К. Штокхаузен – А. Эйнштейн. Музыка феномені кездейсоқтық жағдай емес, заңдылықтар көрінісі, аса құнды, рухтандыратын, кеңейтілген адамзат ой-өрісінің туындысы, дүниетанымының жемістері. Музыка өнері ғажәби дамып, және музыка феномені ковариант болып қалатыны көрсетілген. Ал музыкалық құрылым дәуірдің түйінді және бірегей дүниетаным құбылыстарын қайым-қайта көрсететін қағида.

**Түйін сөздер:** полифония, соната, тональност, диалектика, мәдениеттер диффузиясы, салыстырмалық теория, кванттық механика, додекафония, сериализм, кеңістік және уақыт.

**Р.-Б. Т. Абдысагин**

Казахский национальный университет искусств, Астана, Казахстан

### **СОВРЕМЕННАЯ МУЗЫКА КАК ЭХО ВРЕМЕНИ**

**Аннотация.** В работе рассматривается взаимосвязь фундаментальных, основополагающих аспектов эволюции музыки и эпохальных пластов научно-технического прогресса. Представлен новый взгляд на появление и развитие музыки начиная с творчества классиков И. С. Баха, Г. Ф. Генделя, К. В. Глюка, Ф. И. Гайдна, В. А. Моцарта, Л. ван Бетховена вплоть до таких музыкальных созвездий современной академической музыки и создателей новой тональности и серийной техники, как А. Шёнберг, О. Мессиаен, К. Штокхаузен, П. Булез, Л. Ноно, Э. Денисов. Установлена уникальная аналогия развития музыки и науки. Эпохальные открытия ХХ века, такие как структура атома, теория относительности, квантовая механика и др., в корне изменившие наше мироощущение, отразились и на развитии музыки. Если И. С. Бах - это И. Ньютон в музыке, то К. Штокхаузен - это А. Эйнштейн. Феномен музыки - не обстоятельство случайности, а проявление закономерности, драгоценные, одухотворяющие плоды человеческого всё расширяющегося кругозора, мировоззрения. Показано, что музыкальное искусство эволюционирует, и сам феномен музыки остаётся ковариантным. А музыкальная форма есть принцип, который отражает в себе ключевые и уникальные явления мировоззрения эпохи.

**Ключевые слова:** полифония, соната, тональност, диалектика, диффузия культур, теория относительности, квантовая механика, додекафония, сериализм, пространство и время.

**A. A. Genbach, N. O. Jamankulova**

Almaty University of Power Engineering & Telecommunications, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: dnellya@mail.ru

## **THE LIMITING CONDITION OF CAPILLARY-POROUS STRUCTURE UNDER THE SINGLE STEAM BUBBLE**

**Abstract.** On the basis of the solution of non-stationary heat conduction equations for different boundary conditions the analogy of three different heat transfer processes are presented: the microprocesses of heat transfer and dynamics of steam bubbles growing in the cells of the capillary-porous structure (the first analogy), the macroprocesses of damage of heat exchange surface with a porous fragile low thermal conductivity coating (the second analogy) and the cooling depth of the steam generating surface with the tear-off particles at thermal stresses of compression for the limiting condition surface of the metal and fragile porous coating (the third analogy). The characteristics of heat exchange checked by an integral and cinema method are given. Law of bubbles growth in the cells of structure is determined experimentally, taking into account the excess fluid and thermal storage capacity of the walls. The porous coating promotes the larger and more uniform thickness of a boundary layer and slight size of temperature fluctuations in a wall. Researches allow to prevent and expand the crisis limits of heat exchange and emergence of the limiting condition of a surface and to optimize a selection of fragile porous coating.

**Key words:** single (individual) steam bubble; capillary-porous structure; fluid excess; heat exchange crisis.

УДК 536.483

**А. А. Генбач, Н. О. Джаманкулова**

Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан

## **ПРЕДЕЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ ПОД ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ПАРОВЫМ ПУЗЫРЕМ**

**Аннотация.** На основе решения уравнения нестационарной теплопроводности для различных граничных условий представлена аналогия трех различных процессов теплопередачи: микропроцессов теплопередачи и динамики паровых пузырей, растущих в ячейках капиллярно-пористой структуры (первая аналогия), макропроцессов разрушения поверхности теплообмена с пористым плохотеплопроводным хрупким покрытием (вторая аналогия) и глубины захлаживания парогенерирующей поверхности с величиной отрывающихся частиц от термонапряжений сжатия в случае предельного состояния поверхности металла и хрупкого пористого покрытия (третья аналогия). Даны характеристики теплообмена, проверенные интегральным и кинематографическим методом. Закон роста пузырей в ячейках структуры определен экспериментально с учетом избытка жидкости и теплоаккумулирующей способности стенки. Пористое покрытие способствует большей и более равномерной толщине погранслоя и незначительной величине пульсаций температуры в стенке. Исследования позволяют предотвращать и расширять пределы кризис теплообмена и возникновение предельного состояния поверхности и оптимизировать подбор хрупких пористых покрытий.

**Ключевые слова:** одиночный (индивидуальный) паровой пузырь; капиллярно-пористая структура; избыток жидкости; кризис теплообмена.

**Введение.** Задача об испарении пленки жидкости с поверхности твердого тела для различных условий рассматривалась ранее в работах [1, 2]. Рассмотрим нестационарный теплообмен при микрослоевом испарении пленки жидкости, находящейся под паровым пузырем, растущим в

ячейках капиллярно-пористой структуры, путем подвода теплоты из аккумулирующего объема парогенерирующей поверхности, которая принимается как бесконечная пластина толщиной  $\delta_{пл}$  (рисунок 1). На рисунке 1 представлена модель соприкосновения паровых пузырей с парогенерирующей поверхностью в ячейках генерации пара пористой структуры, где 1 – пористая структура; 2 – ячейка генерации пара; 3 – ячейка питания жидкостью; 4 – парогенерирующая поверхность; 5 – фронт распространения температурной волны  $h$  в объеме теплогенерирующей поверхности, выполненной из нержавеющей стали и меди (пунктирная линия) (глубина захлаживания); 6 – пар; 7 – «сухое» пятно; 8 – фронт распространения легкой (паровой) фазы.

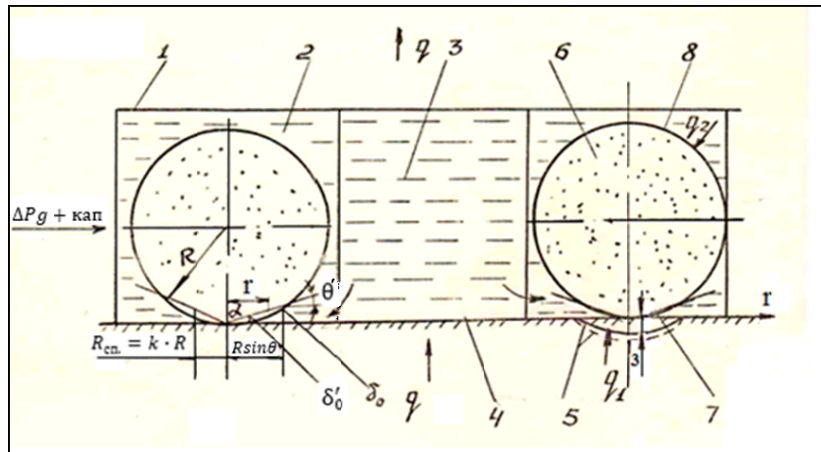


Рисунок 1 – Модель соприкосновения паровых пузырей с парогенерирующей поверхностью в ячейках генерации пара пористой структуры

Используем решение задачи об испарении пленки жидкости с поверхности твердого тела, принимаемого полуограниченным ( $\delta \rightarrow \infty$ ), полагая, что пленка толщиной  $\delta_0$  находится в ячейке капиллярно-пористой структуры.

Температурное поле в пластине, покрытой пористой структурой, может быть описано одномерным уравнением теплопроводности:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}. \tag{1}$$

Радиус «сухого» пятна в основании парового пузыря, согласно рассматриваемой модели, можно определить по формуле:

$$R_{cn} = \frac{\delta_0}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{\sqrt{3}}{2 \operatorname{tg} \alpha} \frac{\lambda'}{\sqrt{\rho c \lambda}} \frac{p \sqrt{\tau_0}}{\sqrt{f'(p)}}, \tag{2}$$

где  $\alpha$  – угол между поверхностью нагрева и клиновидным микрослоем, находящимся под пузырем с радиусом  $R_{cn}$ ;  $P$  – перегрев жидкости (тепловой параметр) и  $f'(p)$  определяются по соотношениям (3) и (4).

$$P = \frac{4c\rho(T_0 - T_s)\lambda}{3r'\rho'\lambda'}, \tag{3}$$

$$f'(p) = \frac{2p+1}{2} + 0.393 \frac{(2p)^2}{(2p-1)^{3/2}} + 0.5 - \frac{(2p)^{1.5}}{4(2p-1)} \times \left[ \sqrt{\frac{1}{2p}} + \sqrt{\frac{2p}{2p-1}} \operatorname{arctg} \frac{1}{\sqrt{2p-1}} \right] = \frac{3}{4} p^2 \frac{a \tau_0}{\delta_0^2} \left( \frac{\lambda'}{\lambda} \right)^2 = \frac{3}{4} p^2 \tilde{\tau}_0. \tag{4}$$

Принятые обозначения:  $r$  – координата парогенирующей поверхности, покрытой пористой структурой;  $R_{cn}$  – радиус «сухого пятна» вдоль координаты  $r$ ;  $\delta_0$  – толщина жидкостной пленки;  $\tau_0$  – время полного испарения микрослоя толщиной  $\delta_0$ ;  $T_0 = T(x, 0)$  – температура жидкости при  $\tau = 0$  (начальная температура жидкости на стенке);  $T_s$  – температура насыщения;  $\lambda, \lambda'$  – теплопроводность стенки и жидкости;  $c, \rho, \rho'$  – теплоемкость стенки, плотность стенки и жидкости;  $a$  – коэффициент температуропроводности;  $r'$  – теплота парообразования.

Вопросы влияния режимных и конструктивных факторов на процесс кипения жидкости в ячейках пористой структуры ранее исследовались в работах [3-12].

Для капиллярно-пористой системы, работающей в поле массовых сил, нами определен закон роста паровых пузырей [3] как

$$R_d = 2\sqrt{54,1a'Ja\tau_0} \left[ 1 + \left( \frac{m_{жс}}{m_n} \right)^{0,1} \right]^{-1}.$$

Тогда уравнение для  $R_{cn}$  преобразуется к виду:

$$R_{cn} = \frac{\sqrt{3}}{2tg\alpha} \frac{\lambda'}{\sqrt{\rho c \lambda}} \frac{p}{\sqrt{f'(p)}} \frac{R_d [1 + (m_{жс} / m_n)]^{0,1}}{2\sqrt{54,1a'Ja}}, \quad (5)$$

где отношение  $\frac{R_{cn}}{R_d} = K$  представляет собой коэффициент «сухого» пятна.

В общем случае в исследованной капиллярно-пористой системе охлаждения влияние недогрева, скорости жидкости и теплофизических свойств жидкости и поверхности нагрева аппроксимируется осредненным выражением вида:

$$\bar{R} = \frac{\bar{R}_d}{R_0} = 2,42 [k_{жс} k_{СТ}]^{-1},$$

где  $\tilde{m} = 1 \dots 14$ ;  $W_0 = (1,1 \times 10^{-3} \dots 0,1)$  м/с;  $W_0 = \frac{m_{жс} l q}{m_n \varepsilon \delta_\phi r \rho'}$ ;  $l$  – высота теплообменной поверхности;  $\varepsilon$  – пористость структуры;  $\delta_\phi$  – толщина пористой структуры;  $k_{жс} = 1 + \tilde{m}^{0,1}$ ;

$k_{СТ} = 1 + \left[ \frac{(\rho c \lambda)'}{(\rho c \lambda)} \right]^{0,5}$  – коэффициенты, учитывающие избыток жидкости и теплоаккумулирующую способность стенки;  $\tilde{m} = \frac{m_{жс}}{m_n}$  – параметр, учитывающий избыток жидкости.

Избыток жидкости  $\tilde{m}$  в сечении пористой структуры создает течение с малым недогревом и незначительной скоростью  $W_0$ , что снижает осредненную величину отрывного радиуса пузыря  $\bar{R}_0$  до величины  $\bar{R}_d$ . Это связано с уменьшением среднемассовой температуры, которое приводит к падению перегрева пленки жидкости, окружающей пузырь, и может вызвать его частичную конденсацию [7].

Динамический угол смачивания в исследованиях получен  $\theta' = 80$  град. (см. рисунок 1); угол  $\alpha = 5^\circ 30'$ ;  $K = 0,5$ .



Закон роста паровых пузырей  $R_d$  учитывает искажение формы и очертание пузырей за счет избытка жидкости  $m_{ж}$  по отношению к расходу генерируемого пара  $m_{п}$ . Число Якоба

$$Ja = \frac{c'_p \Delta T}{r} \frac{\rho'}{\rho''}; \Delta T = \text{температурный напор}; \rho'' - \text{плотность пара}; \tilde{m} = \frac{m_{жс}}{m_n} - \text{избыток жидкости.}$$

Время  $\tau_0$  – время полного испарения микрослоя толщиной  $\delta_0$ , при котором под пузырем устанавливается «сухое» пятно ( $r = R_{сн}$ ), определяется из выражения (4).

**Модель процессов. Предельное состояние поверхности нагрева.** Для описания предельного состояния парогенерирующей поверхности, покрытой капиллярно-пористой структурой, при наступлении кризиса кипения воспользуемся уравнением теплопроводности (1) для граничных условий второго рода:

$$\begin{aligned} T &= 0, \tau < 0; \\ \lambda \frac{\partial T}{\partial x} &= q, x = + \delta_{nl}; \\ \lambda \frac{\partial T}{\partial x} &= q, x = - \delta_{nl}. \end{aligned}$$

Пластина толщиной  $2\delta_{nl}$ , когда к поверхности  $x = + \delta_{nl}$ , начиная с момента  $\tau = 0$ , подводится постоянный удельный тепловой поток. Нижняя поверхность  $x = -\delta_{nl}$  и боковые края пластины теплоизолированы [4].

**Результаты и их анализ по предельному состоянию.** Для пластин, выполненных из меди и нержавеющей стали, имеющих кварцевое и гранитное капиллярно-пористое покрытие, на рисунках 2–4 приведены результаты расчетов функциональных зависимостей  $q_1, q_2, q_3$ , отвечающих соответственно плавлению поверхности, созданию предельных напряжений сжатия и растяжения.

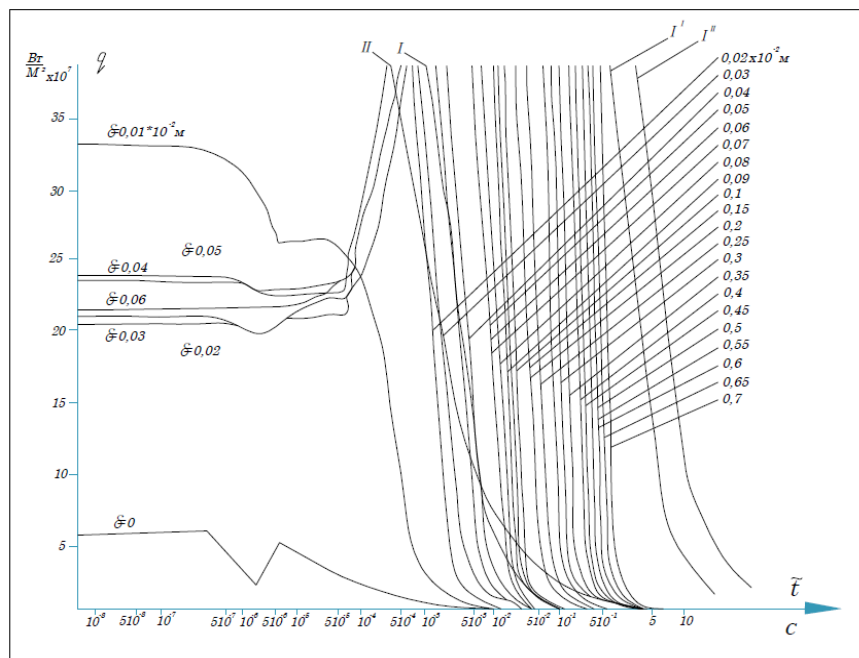


Рисунок 2 – Зависимость тепловых потоков, вызывающих напряжения сжатия кварцевого пористого покрытия, в зависимости от времени действия  $\tau$  для различной толщины отрывающихся частиц  $\delta_q$ :

I – напряжения растяжения, достаточные для разрушения; I', I'' – медь и нержавеющая сталь;  $\delta_{nl} = 0,1 \times 10^{-3}$  м;  
II – кривая оплавления поверхности.

Кривые II', II'' – для меди и стали почти совпадают с кривой I в области  $\tau = (0,01-0,1)$  с

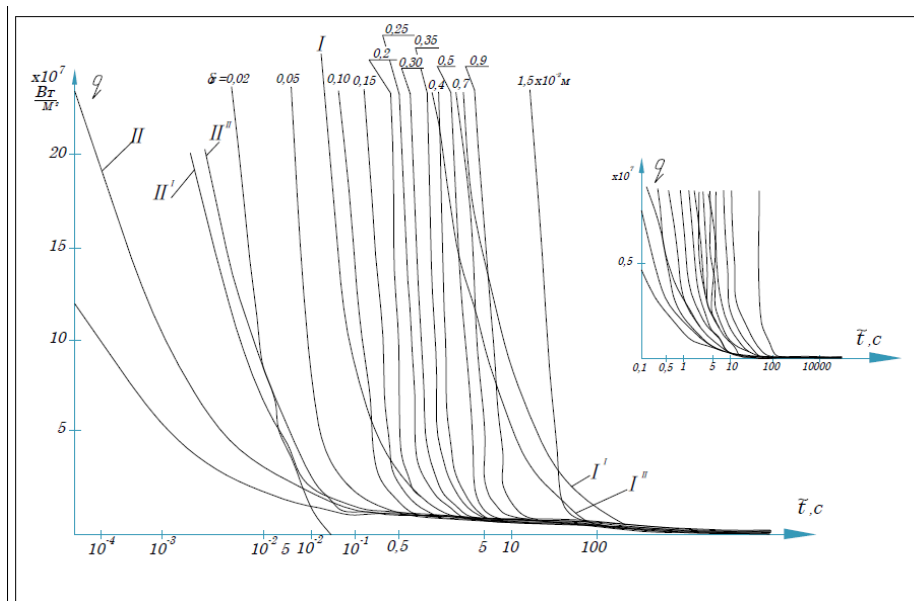


Рисунок 3 – Зависимость тепловых потоков, вызывающих напряжения сжатия пористого гранитного покрытия в зависимости от времени действия для различной толщины отрывающихся частиц:  
 I – напряжения растяжения, достаточные для разрушения (I', I'' – медь и нержавеющая сталь,  $\delta_{нл} = 0,1 \times 10^{-3}$  м);  
 II – кривая оплавления поверхности (II', II'' – медь и нержавеющая сталь,  $\delta_{нл} = 0,1 \times 10^{-3}$  м)

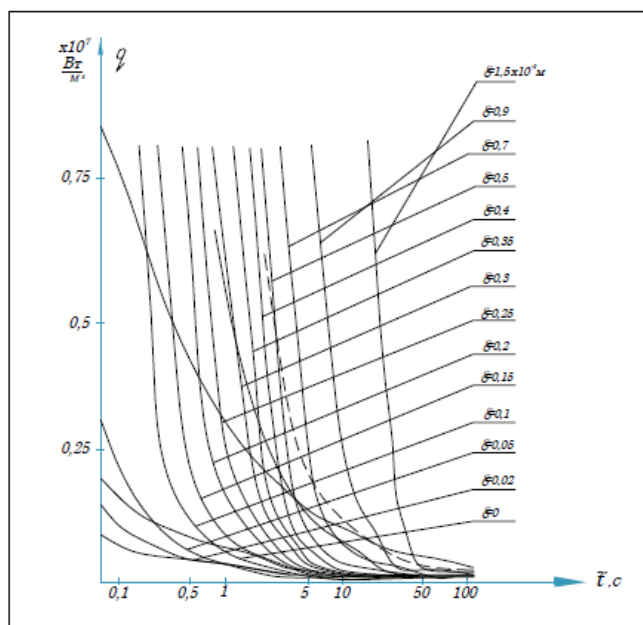


Рисунок 4 – Зависимость  $q = f(\tilde{\tau})$ , представленная на рисунке 3, дана в диапазоне  $q = (0,25-0,75)10^7$  Вт/м<sup>2</sup>

Тепловые потоки подсчитаны для широкого интервала времени  $\tau$  – ( $10^{-8} - 10^3$ ) с. Интервал времени ( $10^{-8} - 10^3$ ) с соответствует микропроцессам динамики паровой фазы в ячейках капиллярно-пористых покрытий: от взрывообразного рождения парового зародыша  $R_{кр}$  до момента гибели парового пузыря  $R_d = R_0$  и соответствующим (сопутствующим) им процессам испарения микрослоя  $\delta$  в пузырь и развитию «сухого» пятна  $R_{сп}$  в основании пузыря. Проводя аналогию с процессами разрушения металла и пористого покрытия, т.е. с макропроцессами, примем протекающими их за время  $\tau$  ( $5 \times 10^{-3} - 10^3$ ) с. Величины удельных тепловых потоков  $q$  получаются одного порядка, как и для индивидуальных паровых пузырей (см. рисунки 2–4), что в (10-100) раз может превышать их среднеинтегральные значения (первая аналогия).

На рисунках 2–4 нанесены кривые для парогенерирующих поверхностей нагрева, когда в результате смены режима кипения установился пленочный режим и резко возросла температура поверхности до величины  $T_{пл}$  плавления.

Для металлов процесс разрушения кристаллов состоит из стадии зарождения трещин и их развития в области концентраторов напряжений. Высокие внутренние напряжения могут появляться вследствие неоднородного протекания пластической деформации, после чего наступает хрупкое разрушение, аналогичное разрушению хрупких малотеплопроводных капиллярно-пористых покрытий.

Механизм разрушения металлических парогенерирующих поверхностей отличается от механизма разрушения плохотеплопроводных вязких и хрупких капиллярно-пористых покрытий. Несмотря на это, на основе решения уравнения нестационарной теплопроводности при граничных условиях второго рода и физической модели теплообмена видна аналогия в динамике паровых пузырей в ячейках структуры ( $10^{-8}$ – $10^{-3}$ ) с и в кинетике термического напряжения хрупких пористых покрытий, в том числе в порядке величин тепловых нагрузок, поглощаемых одиночными паровыми пузырями и кластерами хрупких естественных минеральных сред. Далее во времени происходит разрушение (схлопывание) паровых пузырей, достигших отрывных диаметров  $2R_d$ , и полное высыхание клиновидного слоя жидкости  $\delta_0$  под пузырями и разрушение пористых покрытий термическими напряжениями сжатия, растяжения и сдвига в зависимости от величины тепловой нагрузки  $q$  и времени ее подачи  $\tau$ .

Третья временная аналогия в процессе теплопередачи заключается в глубине проникновения фронта тепловой волны в металлическую парогенерирующую поверхность  $\bar{h}$  и величине отрывающихся частиц  $\delta_c$  при терморазрушении хрупких пористых покрытий (см. рисунок 1, позиция 5 и рисунки 2–4).

Описанные три аналогии процессов теплопередачи позволяют предсказывать и предотвращать возникновение кризиса кипения, предельного состояния (плавления) теплоотдающей поверхности и подбирать оптимальные хрупкие капиллярно-пористые покрытия для исключения их шелушения и плавления.

Расчеты произведены для удельных тепловых потоков, напряжений сжатия и растяжения в зависимости от времени их подачи, толщины пластины (фракции), глубины проникновения температурных возмущений и теплофизических свойств упругой среды.

Результаты расчета подтверждены интегральными измерениями и кинематографически в работах [3-12].

Для пористых структур, работающих в области давлений (0,1–200) бар, покрывающих подложку из меди и нержавеющей стали, величина перегрева жидкости  $P > 0,5$ , время полного испарения пленки жидкости  $\tau < \tau_k$ , при котором фронт температурного возмущения, распространяясь в твердом теле, не достигает толщины пластины, т.е. глубина захолаживания  $h < \delta_{пл}$ , а пластина является полуограниченным телом ( $\delta_{пл} \rightarrow \infty$ ), и толщина пластины  $\delta_{пл}$  не входит в расчетные зависимости. Наличие пористой структуры способствует большей и более равномерной толщине  $\delta$  пограничного слоя, меньшей глубине захолаживания  $h$  поверхности нагрева и незначительной величине пульсаций температуры в стенке.

**Заключение.** Предельное состояние теплообменной поверхности с пористым покрытием исследовано с использованием уравнения теплопроводности для граничных условий второго рода. Результаты расчета тепловых потоков, отвечающих плавлению, сжатию и растяжению, позволили провести аналогию процессов теплопередачи в пограничном пористом слое, с соответствующими микропроцессами динамики паровой фазы (от зарождения до гибели парового пузыря) (первая аналогия) до макропроцессов разрушения металлической поверхности теплообмена и пористого плохотеплопроводного хрупкого покрытия, выполненного из естественных минеральных сред (кварц и гранит). Тепловые нагрузки для микропроцессов одиночных пузырей и макропроцессов разрушения покрытий могут быть одного порядка и превышать среднеинтегральные величины в (10÷100) раз (вторая аналогия). Также представлена третья аналогия в процессах теплопередачи, по глубине проникновения фронта тепловой волны в поверхность нагрева, толщине погранслоя и по

величине отрывающихся частиц при терморазрушении хрупких пористых покрытий, что предотвращает кризис кипения и возникновение предельного состояния поверхности и оптимизирует подбор хрупких покрытий.

Расчеты произведены для удельных тепловых потоков, напряжений сжатия и растяжения в зависимости от времени их подачи, толщины пластины (фракции), глубины проникновения температурных возмущений и теплофизических свойств упругой среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Григорьев В.А., Павлов Ю.М., Аметистов Е.В. Кипение криогенных жидкостей. – М.: Энергия, 1977. – 288 с.
- [2] Купер М.Г., Мерри Д.М. Испарение микрослоя при пузырьковом кипении. – В кн.: Тепло- и массоперенос. – Минск: Наука и техника, 1972. – Т. 9, ч. 1. – С. 233-257.
- [3] Поляев В.М., Генбач А.А. Скорость роста паровых пузырей в пористых структурах // Известия вузов. Машиностроение. – 1990. – № 10. – С. 61-65.
- [4] Генбач А.А., Бурмистров А.В. Исследование теплового состояния цилиндров паровых турбин // Промышленность Казахстана. – 2011. – № 2 (65). – С. 91-93.
- [5] Генбач А.А., Федоров В.Н., Шелгинский А.Я. Интенсивность теплообмена при кипении жидкости в капиллярно-пористых структурах в поле массовых сил // Теплообменные процессы и установки: Сб. трудов МЭИ. – М., 1980. – Вып. 448. – С. 27-32.
- [6] Поляев В.М., Генбач А.А. Плотность центров парообразования и выброс капель из пористой структуры // Известия вузов. Машиностроение. – 1990. – № 9. – С. 50-55.
- [7] Поляев В.М., Генбач А.А. Отрывной диаметр и частота отрыва паровых пузырей в пористых структурах // Вестник МГТУ. Сер. Машиностроение. – 1990. – № 1. – С. 69-72.
- [8] Поляев В.М., Генбач А.А. Начальная область парообразования в пористых структурах, работающих с избытком жидкости // Известия вузов. Энергетика. – 1991. – № 2. – С. 84-87.
- [9] Поляев В.М., Генбач А.А. Механизм процессов парообразования в пористой системе охлаждения // Теория рабочих процессов в узлах и трактах энергетических установок: Сборник трудов МАИ. – М., 1991. – С. 81-90.
- [10] Поляев В.М., Генбач А.А., Минашкин Д.В. Визуализация процессов в пористом эллиптическом теплообменнике // Известия вузов. Машиностроение. – М., 1991. – № 10-12. – С. 75-80.
- [11] Поляев В.М., Генбач А.А. Пористое охлаждение камер сгорания и сверхзвуковых сопел // Тяжелое машиностроение. – М., 1991. – № 7. – С. 8-10.
- [12] Polyayev V., Genbach A. Heat Transfer in a Porous System in the Presence of Both Capillary and Gravity Forces // Thermal Engineering. – M., 1993. – Vol. 40, N 7. – P. 551-554.
- [13] Experimental and theoretical studies on subcooled flow boiling of pure liquids and multicomponent mixtures / M. Jamialahmadi, H. Muller-Steinbagen and et. // Intern. Journal of Heat and Mass Transfer. – 2008. – Vol. 51. – P. 2482-2493.
- [14] Ose Y., Kunugi T. Numerical study on subcooled pool boiling // Progr. In Nucl. Sci. and Technology. – 2011. – Vol. 2. – P. 125-129.
- [15] Pioro I.L., Rolsenow W., Doeffler S.S. Nucleate pool boiling heat transfer. II: assessment of prediction methods // Intern. Journal of Heat and Mass Transfer. – 2004. – Vol. 47. – P. 5045-5057.
- [16] Xing H., Kennig D.B.R. Identification of bubble nucleation sites // Proc. Of 8<sup>th</sup> National of Heat Transfer conf., 9-10 th Set. 2003, Oxford.

#### REFERENCES

- [1] Grigoriev V.A., Pavlov U.M., Amestitov E.V. Kipenie kriogennykh zhidkostey. M.: *Energiya*, 1977, 288 p. (in Russ.).
- [2] Cuper M.G., Merry D.M. Ispareniye mikrosloya pri puzyrkovom cipenii. V kn.: *Teplo-massoperenos. Minsk: Nauka i tekhnika*, 1972, Vol. 9, p. 1, pp. 233-257 (in Russ.).
- [3] Polyayev V.M., Genbach A.A. Skorost rosta parovykh puzyrej v poristykh strukturah. *Isvestiya vuzov. Mashinostroyeniye*, 1990, N 10, pp. 61-65 (in Russ.).
- [4] Genbach A.A., Burmistrov A.V. Issledovaniye teplovogo sostoyaniya tcilindrov parovykh turbin. *Promyshlennost Kazakhstana*, 2011, N 2 (65), pp. 91-93 (in Russ.).
- [5] Genbach A.A., Fedorov V.N., Shelginsky A.Y. The intensity of the boiling heat transfer fluid in the capillary-porous structure in the field of mass forces. *Heat and mass exchange processes and plants: Proceedings of MPEI*, Moscow, 1980, Issue 448, pp. 27-32 (in Russ.).
- [6] Polyayev V.M., Genbach A.A. The density of nucleation sites and the release of droplets from the porous structure. *Proceedings of the universities. Mechanical Engineering*, 1990, N 9, pp. 50-55 (in Russ.).
- [7] Polyayev V.M., Genbach A.A. The density of nucleation sites and the release of droplets from the porous structure. *Proceedings of the universities. Mechanical Engineering*, 1990, N 9, pp. 50-55 (in Russ.).
- [8] Polyayev V.M., Genbach A.A. The initial area of evaporation in porous structures, working with excess fluid. *Proceedings of the universities. Energy*, 1991, N 2, pp. 84-87 (in Russ.).
- [9] Polyayev V.M., Genbach A.A. Mechanism prosessov parobrazovaniya v poristykh sisteme okhlazhdeniya. *Teoriya rabochih processov v uzлах i traktah energeticheskikh ustanovok: Sbornik trudov MAI, M., 1991*, pp. 81-90 (in Russ.).
- [10] Polyayev V.M., Genbach A.A., Minashkin D.V. Processy v poristom ellipticheskom teploobmennike. *Isvestiya vuzov. Mashinostroyeniye*, 1991, N 4-6, pp.73-77 (in Russ.).

- [11] Polyayev V.M., Genbach A.A., Poristoye okhlazhdeniye camer sgoraniya i sverhzhukovyh sopel. *Tyazholoe Mashinostroyeniye*, **1991**, N 7, pp. 8-10 (in Russ.).
- [12] Polyayev V., Genbach A. Heat Transfer in a Porous System in the Presence of Both Capillary and Gravity Forces. *M.: Thermal Engineering*, **1993**, Vol. 40, N 7, pp. 551-554 (in Eng.).
- [13] Polyayev V., Genbach A. Experimental and theoretical studies on subcooled flow boiling of pure liquids and multi-component mixtures / M. Jamialahmadi, H. Muller-Steinbagen and et., *Intern. Journal of Heat and Mass Transfer*, **2008**, Vol. 51, pp. 2482-2493 (in Eng.).
- [14] Ose Y., Kunugi T. Numerical study on subcooled pool boiling. *Progr. In Nucl.Sci. and Technology*, **2011**, Vol. 2, pp. 125-129 (in Eng.).
- [15] Piroo I.L., Rolsenow W., Doeffler S.S. Nucleate pool boiling heat transfer. II: assessment of prediction methods, *Intern. Journal of Heat and Mass Transfer*, **2004**, Vol. 47, pp. 5045-5057 (in Eng.).
- [16] Xing H., Kennig D.B.R. Identification of bubble nucleation sites, *Proc. Of 8<sup>th</sup> National of Heat Transfer conf.*, 9-10 th Set. **2003**, Oxford (in Eng.).

**А. А. Генбач, Н. О. Джаманкулова**

Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан

**ЖЕКЕ БУ КӨПІРШІКТЕРІ АСТЫНДАҒЫ  
КАПИЛЛЯРЛЫҚ-КЕУЕКТІК ҚҰРЫЛЫМНЫҢ ШЕКТІК КҮЙІ**

**Аннотация.** Әртүрлі шектік шарттар үшін тұрақсыз жылу өткізгіштік тендеуін шешу негізінде жылу берілу процесінің үш түрінің баламасы келтірілген: капиллярлық-кеуектік құрылымның жәшігінде өсетін бу көпіршіктерінің динамикасы мен жылу берілудің микропроцестері (бірінші балама); жылуды нашар өткізетін кеуектік морт сынғыш жабыны бар жылуалмасу бетінің күйреуінің макропроцестері (екінші балама); металл бетінің және морт сынғыш жабынның шектік күйлері кезінде жылулық сығу кернеуі әсерінен үзіліп бөлінетін бөлшектердің үлкендігінен болатын бу өндіруші беттің салқындату тереңдігі (үшінші балама). Жылу алмасудың интегралдық және кинематографтық әдістермен тексерілген сипаттамалары келтірілген. Зерттеулер жылу алмасу дағдарысын болдырмауға және дағдарыс шектерін кеңейтуге, беттердің шектік күйін тұндырмауға мүмкіндік береді, кеуектік морт сынғыш жабындарды таңдауды тиімдендіреді.

**Түйін сөздер:** жеке бу көпіршігі, капиллярлық-кеуектік құрылым, артық сұйықтық, жылу алмасу дағдарысы.

**A. S. Sergaliyev**

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: almaz.ss@gmail.com

## **NONLINEAR MODEL OF THE DRILLSTRING TAKING INTO ACCOUNT INFLUENCE OF BOREHOLE FRICTION**

**Abstract.** In this paper the nonlinear mathematical model of transverse vibrations of drill strings taking into account influence of borehole friction are developed. The drill string is modeled as an elastic rod rotating with constant angular velocity and compressed by constant axial load. The equations of motion were derived using the assumptions of nonlinear theory of finite deformation by V. V. Novozhilov and variational method of Ostrogradskii-Hamilton. Applying the Ostrogradskii-Hamilton's method, a system of two interrelated nonlinear partial differential equations for the lateral vibrations of the mechanical system is constructed. To take into account contact and friction forces of the drill string interacting with the borehole wall the Hertzian contact law is used. The received model has nonlinear character both at the expense of the accounting of contact forces, and at the expense of assumptions about an extremity of deformations. A comparative analysis of the obtained nonlinear model with the classical linear model and other particular cases is carried out. The analysis showed the validity and generality of the obtained model.

**Keywords:** drill string, nonlinear model, transverse vibrations, contact forces.

УДК 622.257.2

**А. С. Сергалиев**

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

## **НЕЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ БУРОВОЙ ШТАНГИ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ СИЛ ТРЕНИЯ О СТЕНКИ СКВАЖИНЫ**

**Аннотация.** В работе разработана нелинейная математическая модель изгибных колебаний буровых колонн с учетом влияния контактных сил. Буровая колонна моделируется как упругий стержень, который вращается с постоянной скоростью и находится под действием постоянной продольной нагрузки. При выводе уравнений движения использовались допущения нелинейной теории конечных деформаций В. В. Новожилова и вариационный метод Остроградского-Гамильтона. Применяя метод Остроградского-Гамильтона, построена система из двух нелинейных взаимозависимых уравнений в частных производных для поперечных колебаний механической системы. Для учета контактных сил и силы трения буровой колонны о стенки скважины использовался контактный закон Герца. Полученная модель имеет нелинейный характер как за счет учета контактных сил, так и за счет допущений о конечности деформаций. Проведен сравнительный анализ полученной нелинейной модели с классической линейной моделью и другими частными случаями, который показал достоверность и общность полученной модели.

**Ключевые слова:** буровая колонна, нелинейная модель, поперечные колебания, контактные силы.

**Введение.** Активное освоение залежей нефти и газа делает нефте-газодобывающую отрасль одной из динамично развивающихся отраслей промышленности. Ее успехи существенным образом зависят от качества и совершенства буровых установок, влияющих на скорость бурения скважин и добычи нефти. При этом бурение скважин связано с большими затратами труда, времени и средств, поэтому к нему, как к технологическому процессу в добывающей промышленности, в настоящее время уделяется большое внимание и ставятся высокие требования по безопасности.

Известно, что при теоретическом моделировании динамического поведения бурильной колонны в процессе бурения необходимо интегрировать дифференциальные уравнения их равновесия и колебаний. Такие задачи могут быть сопряжены со значительными аналитическими и вычислительными трудностями, обусловленные чаще всего сложной комбинацией статических и динамических силовых факторов, действующих на бурильную колонну в процессе бурения. Одним из таких факторов может быть неоднородное поле внутренних продольных сил в бурильной колонне, формируемое силами тяжести колонны, долота и центраторов, а также вертикальной реакцией взаимодействия долота и разрушаемой породы. Не менее важным фактором может быть вращение бурильной колонны, в результате которого генерируются центробежные и кориолисовы силы инерции. Другой фактор, внимание которому уделяется реже, – это действие крутящего момента, приводящий колонну во вращение и служащий для создания усилия резания породы. Еще один осложняющий фактор – это влияние сил контактного взаимодействия и трения бурового оборудования о стенки скважины.

Среди известных работ по бурильным установкам можно выделить работы Саркисова Г.М., Сарояна А.Е., Барского И.Л., Мардонова Б., Гафурова Ж.К., Рабиновича Н.Р., Юртаева В.Г., Юнина Е.К. [1-5], и др. Среди современных работ большой вклад внесла украинская научная школа под руководством Гуляева В.И. [6, 7], большинство работ которых посвящено закручиванию бурильных труб. Широко известны фундаментальные работы зарубежных исследователей таких как: Nandakumar K., Wiercigroch M., Khulief Y., Al-Sulaiman F.A. [8-14]. Тем не менее вопрос моделирования динамики буровых колонн с учетом нелинейных деформаций и осложняющих факторов до сих пор является малоисследованным.

Целью данной работы является разработка и анализ нелинейной математической модели пространственного деформирования вращающейся бурильной колонны с учетом влияния сил трения о стенки скважины.

**Модель упругого деформирования буровой штанги.** Для построения динамической модели движения буровой штанги с учетом конечных деформаций и влияния сил трения о стенки скважины используется наиболее общий, математически обоснованный и точный вариационный принцип Остроградского-Гамильтона, широко используемый при решении прикладных задач. Для определения полной энергии буровой штанги необходимо задать модель упругого деформирования буровой штанги, а также контактного взаимодействия штанги со стенками скважины.

Здесь рассмотрен случай пространственного изгиба буровой штанги. Буровую штангу будем рассматривать как цилиндрический стержень с постоянной площадью поперечного сечения  $A$ , вращающегося вокруг оси  $OZ$  с постоянной угловой скоростью  $\omega$  и находящегося под действием сжимающей продольной нагрузки. Через  $u, v$  обозначим составляющие поперечного перемещения в плоскостях  $XOZ$  и  $YOZ$ , соответственно.

Для тензора деформации будет применена вторая система упрощений по В. В. Новожилову [15], что позволит получить нелинейные уравнения движения буровой штанги с учетом конечных деформаций.

Тогда, согласно обобщенной модели пространственного деформирования стержневых элементов А. П. Филиппова [16], упругие перемещения буровой штанги для рассматриваемого случая запишутся в следующем виде:

$$\begin{aligned} U(x, y, z, t) &= u(z, t), \\ V(x, y, z, t) &= v(z, t), \\ W(x, y, z, t) &= -\frac{\partial u(z, t)}{\partial z} x - \frac{\partial v(z, t)}{\partial z} y. \end{aligned} \quad (1)$$

где  $u(z, t), v(z, t)$  – перемещение центра изгиба поперечного сечения вдоль осей  $x, y$  вследствие изгиба.

Относительные удлинения и углы поворота волокна после деформации:

$$\begin{aligned} e_{xx} = 0; \quad e_{yy} = 0; \quad e_{zz} &= -\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} x - \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} y; \\ e_{xy} = 0; \quad e_{xz} = 0; \quad e_{yz} &= 0; \\ \omega_x &= -\frac{\partial v}{\partial z}; \quad \omega_y = \frac{\partial u}{\partial z}; \quad \omega_z = 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Упругий функционал определен как:

$$\Phi_U = \frac{G}{1-2\nu} \left[ (1-\nu)e_{zz}^2 + e_{zz}(\omega_x^2 + \omega_y^2) + \frac{1}{2}(\omega_x^4 + \omega_y^4) + \frac{5-6\nu}{2}\omega_x^2\omega_y^2 \right], \quad (3)$$

где  $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$  – модуль сдвига;  $E$  – модуль Юнга (модуль упругости материала);  $\nu$  – коэффициент Пуассона,  $e_{zz}$  определяет относительное удлинение параллельно оси  $z$ ;  $\omega_x, \omega_y, \omega_z$  – углы поворота относительно соответствующих осей.

Через найденный функционал (3) определяется потенциальная энергия стержня:

$$\begin{aligned} U_0 &= \frac{G}{1-2\nu} \int_0^l \left[ (1-\nu)I_y \left( \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right)^2 + (1-\nu)I_x \left( \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right)^2 + \frac{A}{2} \left( \left( \frac{\partial u}{\partial z} \right)^4 + \left( \frac{\partial v}{\partial z} \right)^4 \right) + \right. \\ &\left. + \frac{(5-6\nu)A}{2} \left( \frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 \left( \frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 \right] dAdz, \end{aligned} \quad (4)$$

где  $I_x, I_y$  – осевые моменты инерции;  $A$  – площадь поперечного сечения буровой штанги.

Кинетическая энергия буровой штанги, вращающейся с угловой скоростью  $\omega$ , определяется как:

$$\begin{aligned} T_{кин} &= \frac{1}{2} \rho \int_0^l \left[ A \left( \left( \frac{\partial u}{\partial t} \right)^2 + \left( \frac{\partial v}{\partial t} \right)^2 \right) + I_y \left( \frac{\partial^2 u}{\partial z \partial t} \right)^2 + I_x \left( \frac{\partial^2 v}{\partial z \partial t} \right)^2 + \right. \\ &\left. + \omega^2 (I_y + I_x) + A\omega^2 (u^2 + v^2) + 2\omega A \left( \frac{\partial u}{\partial t} v - \frac{\partial v}{\partial t} u \right) \right] dz. \end{aligned} \quad (5)$$

где  $\rho$  – плотность материала буровой колонны;  $\omega$  – скорость вращения стержня.

Действие продольной нагрузки будет учтено в потенциале внешних сил:

$$\Pi_0 = \frac{1}{2} \int_0^l N \left[ \left( \frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 + \left( \frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 \right] dz. \quad (6)$$

Но прежде чем использовать принцип Остроградского-Гамильтона [16-[17][18]18] для получения нелинейной математической модели упругих колебаний буровой колонны, необходимо так же учесть силы контактного взаимодействия и трения буровой штанги о стенку скважины.

**Силы контактного взаимодействия и трения. Их виртуальная работа.** Будем предполагать, что контакт буровой штанги со стенкой скважины происходит только в одной точке, причем в том сечении, где обычно наблюдается наибольшая амплитуда изгибных колебаний. Схема контактного взаимодействия буровой штанги и стенки буровой скважины изображены на рисунке 1.

Предполагается, что между штангой и стенкой скважины образуется зазор  $b_{cl}$ , и в случае, когда центр поперечного сечения штанги приближается на расстояние меньше зазора, то начинает действовать сила контактного взаимодействия  $F$ . Так же в этой точке, в силу вращения штанги, будет возникать сила трения, которая пропорциональна силе контактного взаимодействия с коэффициентом пропорциональности  $\mu$ .



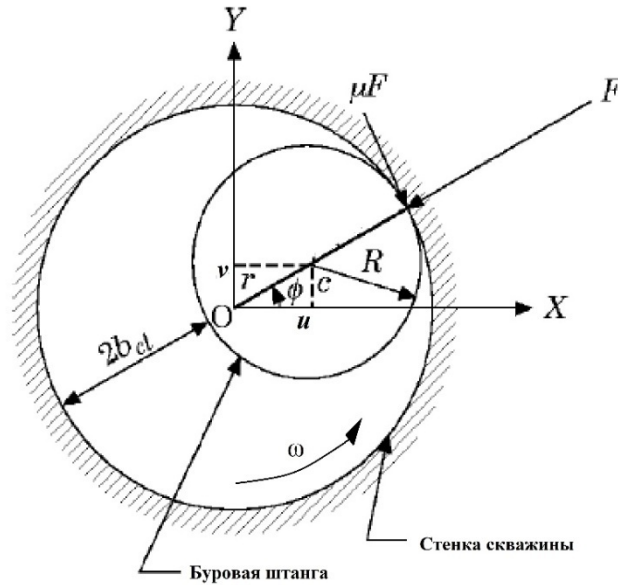


Рисунок 1 – Схема действия сил контактного взаимодействия и трения

Сила контактного взаимодействия будет получена из контактного закона Герца [19]:

$$F = \begin{cases} -K_h (r - b_{cl})^{3/2}, & \text{если } |r| \geq b_{cl}, \\ 0, & \text{если } |r| < b_{cl}, \end{cases} \quad (7)$$

где  $K_h$  – жесткость Герца, которая может зависеть от свойств материала и геометрии объектов [20];  $r = \sqrt{u^2 + v^2}$  – положение геометрического центра поперечного сечения буровой штанги.

В итоге виртуальная работа сил контактного взаимодействия и трения о стенку скважины будет выглядеть следующим образом:

$$\delta W = \int_0^l \frac{F}{r} \{ [u + \text{sign}(\Phi) \mu v] \delta u + [v - \text{sign}(\Phi) \mu u] \delta v \} \delta(z - z_c) dz, \quad (8)$$

где  $\delta(z - z_c)$  – дельта функция Дирака;  $z_c$  – сечение в котором происходит контакт;  $\Phi$  – скорость штанги в точке контакта, которая определяется как:

$$\Phi = r_c \dot{\phi} + R\omega, \quad \phi = \tan^{-1} \left( \frac{v}{u} \right), \quad (9)$$

здесь  $R$  – внешний радиус буровой штанги.

**Уравнения движения буровой штанги.** Используя вариационный принцип Остроградского-Гамильтона:

$$\delta Q = \delta \int_{t_1}^{t_2} (T_{кин} - U_0 + \Pi) dt = 0 \quad (10)$$

и полученные ранее выражения для кинетической и потенциальной энергии, а также для потенциала внешних нагрузок и работы сил контактного взаимодействия и трения о стенку скважины (8)–(9), приходим к следующим уравнениям движения буровой штанги:

$$\begin{aligned} & \rho \left( -A \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \omega^2 Au + 2\omega A \frac{\partial u}{\partial t} \right) - \frac{\partial}{\partial z} \left( N \frac{\partial u}{\partial z} \right) - EI_y \frac{\partial^4 u}{\partial z^4} + \\ & + \frac{3EA}{(1-\nu)} \left( \frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \frac{(5-6\nu)EA}{(1-\nu)} \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{\partial u}{\partial z} \left( \frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 \right) + \frac{F}{r} (u + \text{sign}(\Phi) \mu v) \delta(z - z_c) = 0, \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} & \rho \left( A \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} + \omega^2 Av + 2\omega A \frac{\partial v}{\partial t} \right) - \frac{\partial}{\partial z} \left( N \frac{\partial v}{\partial z} \right) - EI_x \frac{\partial^4 v}{\partial z^4} + \\ & + \frac{3EA}{(1-\nu)} \left( \frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} + \frac{(5-6\nu)EA}{(1-\nu)} \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{\partial v}{\partial z} \left( \frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 \right) + \frac{F}{r} (v - \text{sign}(\Phi) \mu u) \delta(z - z_c) = 0. \end{aligned} \quad (12)$$

с краевыми условиями:

$$\begin{aligned} u(z, t) = v(z, t) = 0 \quad (z = 0, z = l) \\ EI \frac{\partial^2 u(z, t)}{\partial z^2} = EI \frac{\partial^2 v(z, t)}{\partial z^2} = 0 \quad (z = 0, z = l), \end{aligned} \quad (13)$$

Полученные уравнения движения с краевыми условиями носят нелинейный характер, так как в них учитывается геометрическая нелинейность и нелинейность силы контактного взаимодействия.

**Частные модели движения буровой штанги.** Общность нелинейной модели (11)-(12) позволяет получать из нее частные модели при тех или иных допущениях, например:

а) классическая линейная модель движения буровой штанги

Очевидно, что если пренебречь нелинейными членами в построенной модели (11)-(12), то получим уравнения изгибных колебаний для классического линейного случая, широко известные в литературе:

$$\rho \left( -A \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \omega^2 Au + 2\omega A \frac{\partial u}{\partial t} \right) - \frac{\partial}{\partial z} \left( N \frac{\partial u}{\partial z} \right) - EI_y \frac{\partial^4 u}{\partial z^4} = 0, \quad (14)$$

$$\rho \left( A \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} + \omega^2 Av + 2\omega A \frac{\partial v}{\partial t} \right) - \frac{\partial}{\partial z} \left( N \frac{\partial v}{\partial z} \right) - EI_x \frac{\partial^4 v}{\partial z^4} = 0. \quad (15)$$

б) модель движения буровой штанги при малых деформациях (геометрическая линейность) с учетом контактного взаимодействия и трения штанги о стенку скважины:

$$\rho \left( -A \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \omega^2 Au + 2\omega A \frac{\partial u}{\partial t} \right) - \frac{\partial}{\partial z} \left( N \frac{\partial u}{\partial z} \right) - EI_y \frac{\partial^4 u}{\partial z^4} + \frac{F}{r} (u + \text{sgn}(\Phi) \mu v) \delta(z - z_c) = 0, \quad (16)$$

$$\rho \left( A \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} + \omega^2 Av + 2\omega A \frac{\partial v}{\partial t} \right) - \frac{\partial}{\partial z} \left( N \frac{\partial v}{\partial z} \right) - EI_x \frac{\partial^4 v}{\partial z^4} + \frac{F}{r} (v - \text{sgn}(\Phi) \mu u) \delta(z - z_c) = 0. \quad (17)$$

Здесь нелинейность модели проявляется за счет нелинейности сил контактного взаимодействия штанги со стенками скважины и сил трения.

в) модель движения буровой штанги при конечных деформациях без учета сил контактного взаимодействия и трения штанги о стенку скважины:

$$\begin{aligned} & \rho \left( -A \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \omega^2 Au + 2\omega A \frac{\partial u}{\partial t} \right) - \frac{\partial}{\partial z} \left( N \frac{\partial u}{\partial z} \right) - EI_y \frac{\partial^4 u}{\partial z^4} + \\ & + \frac{3EA}{(1-\nu)} \left( \frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \frac{(5-6\nu)EA}{(1-\nu)} \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{\partial u}{\partial z} \left( \frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 \right) = 0, \end{aligned} \quad (18)$$

$$\begin{aligned} & \rho \left( A \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} + \omega^2 Av + 2\omega A \frac{\partial v}{\partial t} \right) - \frac{\partial}{\partial z} \left( N \frac{\partial v}{\partial z} \right) - EI_x \frac{\partial^4 v}{\partial z^4} + \\ & + \frac{3EA}{(1-\nu)} \left( \frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} + \frac{(5-6\nu)EA}{(1-\nu)} \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{\partial v}{\partial z} \left( \frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 \right) = 0 \end{aligned} \quad (19)$$

и другие случаи.

Это говорит о достоверности полученной модели (11)–(12), тестируемой классической линейной моделью, ее общности и полноте в описании динамики реалистичных процессов, происходящих при бурении скважин, что позволяет получать из (11)–(12) частные модели. Для выявления особенностей нелинейной модели (11)–(12) необходимо провести ее анализ, выявить влияние нелинейных факторов на поведение динамической системы с целью определения опасных нежелательных процессов и исключения их из рабочих режимов движения буровой штанги. Для этого ниже проводится численный анализ модели при заданных геометрических, физических и рабочих характеристиках штанги.

**Заключение.** В данной работе была разработана нелинейная математическая модель движения буровой штанги с учетом конечных деформаций и влияния сил трения о стенки скважины. Модель включает нелинейность как за счет учета сил трения и контакта буровой колонны со стенками скважины, так и геометрическую нелинейность за счет использования допущений нелинейно теории упругих деформаций В.В. Новожилова. Был проведен сравнительный анализ полученной нелинейно модели с частными случаями, такими как классический линейный или нелинейная модель без учета сил трения о стенки скважины. Анализ показал достоверность полученной модели, ее общность и полноту в описании динамики изгибных колебаний буровой колонны.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Саркисов Г.М. Расчеты бурильных и обсадных колонн. – М.: Недра, 1971. – 205 с.
- [2] Сароян А.Е. Проектирование бурильных колонн. – М.: Недра, 1971. – 181 с.
- [3] Юнин Е.К. О проблемах использования математических моделей заглубления забоя // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и море. – 2004. – № 3. – С. 12-17.
- [4] Barskii I.L., Gusman A.M., Povalikhin A.S. Development of a Method for Drilling of Straight Section of Various Type Wellbores // Proceeding ETCE/OMAE 2000 Joint Conference. – New Orleans, Louisiana, USA, 2000.
- [5] Симонов В.В., Юнин Е.К. Влияние колебательных процессов на работу бурильного инструмента. – М.: Недра, 1977. – 217 с.
- [6] Gulyaev V.I., Borshch E.I. Free vibrations of drill strings in hyper deep vertical bore-wells // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2011. – Vol. 78. – P. 759-764.
- [7] Gulyaev V.I., Khudolii S.N., Borshch E.I. Wirl vibrations of the drillstring bottom hole assembly // Strength of Materials. – 2010. – Vol. 42(6). – P. 637-646.
- [8] Nandakumar K., Wiercigroch M. Stability analysis of a state dependent delayed, coupled two DOF model of drill-string vibration. // Journal of Sound and Vibration. – 2013. – Vol. 332. – P. 2575-2592.
- [9] Khulief Y.A., Al-Sulaiman F.A., Bashmal S. Vibration Analysis of drillstrings with self-excited stick-slip oscillations. // Journal of Sound and Vibration. – 2007. – Vol. 299. – P. 540-558.
- [10] Richarda T., Germy C., Detournay E. A simplified model to explore the root cause of stick-slip vibrations in drilling systems with drag bits. // Journal of Sound and Vibration. – 2007. – Vol. 305. – P. 432-456.
- [11] Jafari A.A., Kazemi R., Mahyari M.F. The effects of drilling mud and weight bit on stability and vibration of a drill string // Journal of Vibration and Acoustics. - 2012. – Vol. 134. – P. 1-9.
- [12] Elsayed M.A. A novel approach to dynamic representation of drill strings in test rigs. // Journal of Energy Resources Technology. – 2007. – Vol. 129. – P. 281-288.
- [13] Mihajlovic N., van Veggel A.A., van de Wouw N., Nijmeijer H. Analysis of Friction-Induced Limit Cycling in an Experimental Drill-String System. // Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control. – 2004. – Vol. 126. – P. 709-720.
- [14] Tucker R.W., Wang C. An integrated model for drill-string dynamics // Journal of Sound and Vibration. – 1999. – Vol. 224, Issue 1. – P. 123-165.
- [15] Новожилов В.В. Основы нелинейной теории упругости. – М.–Л.: ОГИЗ, 1948. – 211с.
- [16] Филиппов А.П. и др. Численные методы в прикладной теории упругости. – Киев: Наук. думка, 1968. – 250 с.
- [17] Вибрации в технике. Справочник: в 6-и т. – М.: Машиностроение, 1978. – Т. 1. – 352 с.
- [18] Вибрации в технике. Справочник: в 6-и т. – М.: Машиностроение, 1979. – Т. 2. – 351 с.
- [19] Christoforou A.P., Yigit A.S. Dynamic modeling of rotating drillstrings with borehole interactions // Journal of Sound and Vibration. – 1997. – Vol. 206(2). – P. 243-260.
- [20] Goldsmith W. Impact: The Theory and Physical Behaviour of colliding solids. – New York: Dover Publications, Inc., 2001 – 389 p.

#### REFERENCES

- [1] Sarkisov G.M. Raschety buril'nyh i obsadnyh kolonn. M.: Nedra, 1971. 205 p. (in Rus.).
- [2] Sarojan A.E. Proektirovanie buril'nyh kolonn. M.: Nedra, 1971. 181 p. (in Rus.).
- [3] Junin E.K. O problemah ispol'zovaniya matematicheskikh modelej zaglublenija zaboja. *Stroitel'stvo nefjanyh i gazovyh skvazhin na sushe i more*. 2004, N 3. P. 12-17 (in Rus.).
- [4] Barskii I.L., Gusman A.M., Povalikhin A.S. Development of a Method for Drilling of Straight Section of Various Type Wellbores. *Proceeding ETCE/OMAE 2000 Joint Conference*. New Orleans, Louisiana, USA, 2000 (in Eng.).

- [5] Simonov V.V., Junin E.K. Vliyanie kolebatel'nykh processov na rabotu buril'nogo instrumenta. M.: Nedra, 1977. 217 p. (in Rus.).
- [6] Gulyaev V.I., Borshch E.I. Free vibrations of drill strings in hyper deep vertical bore-wells. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, **2011**, Vol. 78, P. 759-764 (in Eng.).
- [7] Gulyaev V.I., Khudolii S.N., Borshch E.I. Wirl vibrations of the drillstring bottom hole assembly. *Strength of Materials*, **2010**, Vol. 42(6), P. 637-646 (in Eng.).
- [8] Nandakumar K., Wiercigroch M. Stability analysis of a state dependent delayed, coupled two DOF model of drill-string vibration. *Journal of Sound and Vibration*, **2013**, Vol. 332, P. 2575-2592 (in Eng.).
- [9] Khulief Y.A., Al-Sulaiman F.A., Bashmal S. Vibration Analysis of drillstrings with self-excited stick-slip oscillations. *Journal of Sound and Vibration*, **2007**, Vol. 299, P. 540-558 (in Eng.).
- [10] Richarda T., Germy C., Detournay E. A simplified model to explore the root cause of stick-slip vibrations in drilling systems with drag bits. *Journal of Sound and Vibration*, **2007**, Vol. 305, P. 432-456 (in Eng.).
- [11] Jafari A.A., Kazemi R., Mahyari M.F. The effects of drilling mud and weight bit on stability and vibration of a drill string. *Journal of Vibration and Acoustics*, **2012**, Vol. 134, P. 1-9 (in Eng.).
- [12] Elsayed M.A. A novel approach to dynamic representation of drill strings in test rigs. *Journal of Energy Resources Technology*, **2007**, Vol. 129, P. 281-288 (in Eng.).
- [13] Mihajlovic N., van Veggel A.A., van de Wouw N., Nijmeijer H. Analysis of Friction-Induced Limit Cycling in an Experimental Drill-String System. *Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control*, **2004**, Vol. 126, P. 709-720 (in Eng.).
- [14] Tucker R.W., Wang C. An integrated model for drill-string dynamics. *Journal of Sound and Vibration*, **1999**, Vol. 224, Issue 1, P. 123-165 (in Eng.).
- [15] Novozhilov V.V. Osnovy nelinejnoj teorii uprugosti. M.–L.: OGIZ, 1948. 211 p. (in Rus.).
- [16] Filippov A.P. i dr. Chislennye metody v prikladnoj teorii uprugosti. Kiev: Nauk. dumka, 1968. 250 p. (in Rus.).
- [17] Vibracii v tehnikе. Spravochnik: v 6-i t. M.: Mashinostroenie, 1978. Vol. 1. 352 p. (in Rus.).
- [18] Vibracii v tehnikе. Spravochnik: v 6-i t. M.: Mashinostroenie, 1979. Vol. 2. 351 p. (in Rus.).
- [19] Christoforou A.P., Yigit A.S.: Dynamic modeling of rotating drillstrings with borehole interactions. *Journal of Sound and Vibration*, **1997**, Vol. 206(2), P. 243-260 (in Eng.).
- [20] Goldsmith W. Impact: The Theory and Physical Behaviour of colliding solids. New York: Dover Publications, Inc., 2001. 389 p. (in Eng.).

**А. С. Серғалиев**

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

### **ҰНҒЫМА ҚАБЫРҒАСЫНДАҒЫ ҮЙКЕЛІСТІ ҚАРАСТЫРА ОТЫРЫП БҰРҒЫЛАУ ҚАРНАҒЫНЫҢ ҚОЗҒАЛЫСЫНЫҢ СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС МОДЕЛІ**

**Аннотация.** Мақалада түйісу күштері қарастырылып мұнай және газ ұнғымасын бұрғылау үшін қолданылатын бұрғылау қарнағының көлденең тербелесінің сызықты емес динамикалық математикалық моделі құрылған. Бұрғылау қарнағы тұрақты жылдамдықпен айналып жатқан және көлденең күштің әсері кезінде жұмыс істеп жатқан серпімді білік моделі арқылы пішінделді. Қозғалыс теңдеулерін қорыту кезінде В. В. Новожиловтың ақырлы деформациялар теориясы және Остроградский-Гамильтон вариациялық тәсілі қолданылды. Остроградский-Гамильтон әдісі арқылы көлденең механикалық жүйенің тербелісі үшін дербес туындылы өзара байланысқан екі дифференциалдық теңдеу алынды. Түйісу күштерін қарастыру үшін Герцтің түйісу заңы қолданылды. Қорытылған модель түйісу күштерін және деформациялардың ақырлығын қарастырғандықтан сызықты емес түрде болып табылады. Алынған сызықты емес моделді классикалық сызықты модельмен және қосымша жеке нәтижелермен салыстыру арқылы оның сенімділігі және ортақтығы расталды.

**Түйін сөздер:** бұрғылау қарнағы, сызықты емес модель, көлденең тербелісі, түйісу.

**V. P. Malyshev, Y. S. Zubrina, A. M. Makasheva**Chemical and metallurgical institute named after Zh. Abishev, Karaganda, Kazakhstan.  
E-mail: eia\_hmi@mail.ru**BOLTZMANN DISTRIBUTION HOW AN INFINITY SEQUENCE  
AND THE CONVERGENT ROW**

**Abstract.** The equilibrium Boltzmann distribution is an important and strict tool for the definition of entropy, since this function is not measured and only calculated in accordance with the Boltzmann law.

Thanks developed the commensurability coefficient of discrete and continuous eponymous distributions, which was designed by authors, the article provides an analysis of the statistical sum in the Boltzmann distribution on proportionality with the improper integral of eponymous function in the full range of members of a number of statistical sum at various combinations of temperature and varying of the particle energy. It was installed that a convergence of number on the basis of Cauchy, Maclaurin and equal commensurability of a series and an improper integral eponymous function features in each unit interval of variation series and of eponymous function.

The analysis of the obtained expressions for the commensurability coefficient and statistical sum was conducted, and a general expression for the full and residual statistical sum that can be calculated with any desired accuracy was found.

**Key words:** distribution, consistency, commensurability, statistical sum, convergent series, analysis.

УДК 541.1

**В. П. Малышев, Ю. С. Зубрина, А. М. Макашева**

Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, Караганда, Казахстан

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БОЛЬЦМАНА КАК БЕСКОНЕЧНАЯ  
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ И СХОДЯЩИЙСЯ РЯД**

**Аннотация.** Равновесное распределение Больцмана является важным строгим инструментом определения энтропии, поскольку эта функция не измеряется, а только вычисляется в соответствии с законом Больцмана.

Благодаря разработанному авторами коэффициенту соразмерности дискретных и непрерывных одноименных распределений, в статье приведен анализ статистической суммы в распределении Больцмана на соразмерность с несобственным интегралом одноименной функции в полном диапазоне членов ряда статистической суммы при различном сочетании температуры и шага варьирования энергии частиц. Установлена сходимость ряда по признаку Коши, Маклорена и равная соразмерность ряда и несобственного интеграла одноименной функции в каждом единичном интервале изменения ряда и одноименной функции.

Проведен анализ полученных выражений для коэффициента соразмерности и статистической суммы, а также найдено общее выражение для полной и остаточной статистических сумм, которое может вычисляться с любой заданной точностью.

**Ключевые слова:** распределение, последовательность, соразмерность, статистическая сумма, сходящийся ряд, анализ.

**Введение.** Равновесное распределение Больцмана является важнейшим, если не единственным строгим инструментом определения энтропии, поскольку эта функция не измеряется, а только вычисляется в соответствии с законом Больцмана [1, 2]:

$$P_i = \frac{N_i}{N} = e^{-\frac{\varepsilon_i}{kT}} / \sum_{i=1}^m e^{-\frac{\varepsilon_i}{kT}}, \quad (1)$$

где  $P_i$  – доля частиц с энергией  $\varepsilon_i$ ;  $N_i$  – число частиц, обладающих этой энергией;  $N$  – общее число частиц;  $m$  – число учитываемых уровней энергии, которое может быть бесконечным;  $k$  – постоянная Больцмана;  $T$  – абсолютная температура.

Делитель дроби в (1) представляет собой сумму состояний частиц или статистическую сумму, которая для различных объектов вычисляется тем или иным способом, включая прямой расчет по спектроскопическим данным, либо как непрерывная величина с переходом от суммирования к интегрированию [3]. Однако суммирование и интегрирование не являются тождественными процедурами ни в физическом, ни в математическом отношениях, так как в первом случае необходим учет действительного квантования энергии, к чему обязывает смысл константы Больцмана, а во втором различие возникает из неравенства  $\Delta x \neq dx$  в дискретных и непрерывных распределениях даже при стремлении числа уровней энергии  $m$  к бесконечности.

Таким образом, вычисление статистической суммы является в той или иной степени приближенным. Однако при всей нетождественности непрерывных и дискретных распределений при некоторых условиях обеспечивается их соразмерность во всем диапазоне изменения функции, как это было показано нами ранее [4], и это создает возможность более строгого расчета статистической суммы и вместе с ней энтропии.

**Методика определения соразмерности статистической суммы в дискретном и непрерывном выражениях.** Как известно, основой дифференциального и интегрального исчисления служит сводимость дискретных зависимостей к непрерывным при стремлении интервала варьирования аргумента  $\Delta x$  к бесконечно малой величине  $dx$ . Но взаимосвязь дискретных и непрерывных распределений может оказаться определенной и продуктивной при фиксированных интервалах варьирования  $\Delta x$ .

В наибольшей мере это проявляется при установлении сходимости ряда, т.е. суммы дискретных величин, с помощью интегрального признака сходимости Коши, Маклорена [5], согласно которому ряд  $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$  сходится, если для функции  $f(x)$ , принимающей значения  $a_n$  в точках  $x = n$ , а именно  $f(n) = a_n$ , и при условии монотонного убывания  $f(x)$  в области  $x \geq n_0$  с соблюдением неравенства  $f(x) \geq 0$ , обеспечивается сходимость несобственного интеграла  $\int_{n_0}^{\infty} f(x) dx$ .

Тем самым этим признаком устанавливается определенная эквивалентность дискретного и непрерывного распределений переменной величины. В нашей работе [4] обоснована возможность расчета суммы ряда через несобственный интеграл одноименной функции, если для любого единичного интервала изменения ряда,  $(n-1) \div n$ , отношение интеграла одноименной функции в этом интервале, а следовательно ее среднего значения, к соответствующему члену ряда  $a_n$ , является постоянным, независимым от  $n$ :

$$K = \frac{\int_{n-1}^n f(x) dx}{a_n} = const \neq f(n). \quad (2)$$

В этом случае и весь несобственный интеграл относится к сумме ряда с таким же коэффициентом соразмерности:

$$K = \frac{\int_0^{\infty} f(x) dx}{\sum_{n=1}^{\infty} a_n}. \quad (3)$$

Отсюда следует формула для расчета суммы ряда

$$S = \sum_{n=1}^{\infty} a_n = \frac{1}{K} \int_0^{\infty} f(x) dx. \quad (4)$$

Применительно к данному выражению статистическую сумму необходимо выразить через общий член ряда, задав некоторый интервал варьирования энергии  $\Delta\varepsilon$  и с обеспечением первого уровня энергии, равного нулю, в виде

$$a_n = e^{-(n-1)\Delta\varepsilon/kT}, \quad (5)$$

а одноименную функцию  $f(x)$  – в виде

$$f(x) = e^{-\frac{(x-1)\Delta\varepsilon}{kT}}, \quad (6)$$

Здесь следует иметь в виду, что дробь  $\Delta\varepsilon/kT$  является для предпринимаемого анализа величиной постоянной, т.е. рассматривается, как обычно, изотермическое распределение функции при некотором заданном значении  $\Delta\varepsilon$ . Это не мешает в дальнейшем для полученных решений варьировать любые комбинации  $T$  и  $\Delta\varepsilon$ , в том числе и функционально связанные. Поэтому во всех выкладках данную дробь можно обозначить как  $b = \Delta\varepsilon/kT$ .

Но прежде следует убедиться в сходимости статистической суммы по признаку Коши, Маклорена, взяв несобственный интеграл:

$$\int_0^\infty e^{-(x-1)\Delta\varepsilon/kT} dx = \int_0^\infty e^{-bx+b} dx = -\frac{1}{b} |e^{-bx+b}|_0^\infty = \frac{e^b}{b} = \frac{kT}{\Delta\varepsilon} e^{\frac{\Delta\varepsilon}{kT}}. \quad (7)$$

Интеграл сходится для постоянных  $T$  и  $\Delta\varepsilon$ , поэтому сходится и статистическая сумма

$$\sum_{n-1}^\infty e^{-(n-1)b} = \sum_{n-1}^\infty e^{-(n-1)\Delta\varepsilon/kT}.$$

Коэффициент соразмерности непрерывных и дискретных распределений (4) в данном случае выразится как

$$K = \frac{\int_{n-1}^n e^{-bx+b} dx}{e^{-(n-1)b}} = \frac{-\frac{1}{b} |e^{-bx+b}|_{n-1}^n}{e^{-(n-1)b}} = \frac{e^b - 1}{b} = \frac{kT}{\Delta\varepsilon} (e^{\frac{\Delta\varepsilon}{kT}} - 1). \quad (8)$$

Этот коэффициент не зависит от  $n$ ; следовательно он применим для всего множества  $\sum_{n=1}^\infty a_n$ , которое имеет предел

$$\sum_{n-1}^\infty e^{-bn+b} = \frac{1}{K} \int_0^\infty e^{-bx+b} dx = \frac{b}{e^b - 1} \cdot \frac{e^b}{b} = \frac{e^b}{e^b - 1} = \frac{\frac{\Delta\varepsilon}{kT}}{e^{\frac{\Delta\varepsilon}{kT}} - 1}. \quad (9)$$

Таким образом, статистическая сумма, а вместе с ней и распределение Больцмана получают обобщенную математическую определенность, которая в привычной индексации переменных приобретет форму

$$P_i = \frac{N_i}{N} = \frac{e^{-\frac{\varepsilon_i}{kT}}}{\sum_{i=1}^\infty e^{-\frac{\varepsilon_i}{kT}}} = \frac{e^{-\frac{(i-1)\Delta\varepsilon}{kT}}}{e^{\frac{\Delta\varepsilon}{kT}} (e^{\frac{\Delta\varepsilon}{kT}} - 1)} = e^{-\frac{i\Delta\varepsilon}{kT}} (e^{\frac{\Delta\varepsilon}{kT}} - 1). \quad (10)$$

В новой форме данная зависимость, как и выражения для коэффициента соразмерности (8) и статистической суммы (9), а вместе с этим и для математической энтропии Больцмана

$$H = -\sum_{i=1}^\infty P_i \ln P_i, \quad (11)$$

подходят не только для общего, но и численного анализа, а также прямого расчета всех обсуждаемых характеристик.

**Анализ пределов изменения коэффициента соразмерности и статистической суммы.** Коэффициент соразмерности (8) удобен для анализа пределов изменения в форме

$$K = \frac{\frac{\Delta\varepsilon}{kT} - 1}{\frac{\Delta\varepsilon}{kT}}. \quad (12)$$

В методическом отношении важно убедиться в стремлении к полной соразмерности дискретного и непрерывного выражений статистической суммы при стремлении интервала варьирования энергии частиц к нулю. В самом деле, первоначально возникающая неопределенность

$$\lim_{\Delta\varepsilon \rightarrow 0} \frac{\frac{\Delta\varepsilon}{kT} - 1}{\frac{\Delta\varepsilon}{kT}} = \frac{0}{0}$$

далее раскрывается по правилу Лопиталья с результатом

$$\lim_{\Delta\varepsilon \rightarrow 0} \frac{d\left(\frac{\Delta\varepsilon}{kT} - 1\right)}{d\left(\frac{\Delta\varepsilon}{kT}\right)} = e^{\frac{\Delta\varepsilon}{kT}} \rightarrow 1, \quad (13)$$

который указывает на отождествление сравниваемых распределений при  $\Delta\varepsilon \rightarrow d\varepsilon$ .

Но при очень грубом задании интервалов изменения энергии частиц получается противоположный результат, и рассматриваемые распределения становятся несоизмеримыми:

$$\lim_{\Delta\varepsilon \rightarrow \infty} \frac{\frac{\Delta\varepsilon}{kT} - 1}{\frac{\Delta\varepsilon}{kT}} = \frac{\infty}{\infty} \Rightarrow \frac{d\left(\frac{\Delta\varepsilon}{e^{kT}-1}\right)}{d\left(\frac{\Delta\varepsilon}{kT}\right)} = e^{\frac{\Delta\varepsilon}{kT}} = \infty. \quad (14)$$

Этим определяется неизбежность ошибок при прямой замене дискретной суммы на непрерывную.

Что касается влияния температуры на соразмерность дискретного и интегрального выражений статистической суммы, то из самой формулы коэффициента соразмерности следует противоположный характер этого влияния в сравнении с  $\Delta\varepsilon$ : при  $T \rightarrow 0$   $K \rightarrow \infty$ , а при  $T \rightarrow \infty$   $K \rightarrow 1$ . Подобное влияние вполне естественно, поскольку при бесконечно высокой температуре относительная роль любых заданных интервалов варьирования энергии сводится к нулю, а при абсолютном нуле температуры имеется только нулевой уровень энергии, и любой заданный интервал варьирования энергии по отношению к нулевому значению энергии становится бесконечно большим, определяя невозможность вообще каких-либо распределений.

Влияние температуры на величину статистической суммы (9) выражается пределами:

$$\lim_{T \rightarrow 0} \frac{\frac{\Delta\varepsilon}{kT}}{e^{\frac{\Delta\varepsilon}{kT}} - 1} = \frac{e^\infty}{e^\infty - 1} = 1, \quad (15)$$

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{\frac{\Delta\varepsilon}{kT}}{e^{\frac{\Delta\varepsilon}{kT}} - 1} = \frac{1}{1 - 1} = \infty. \quad (16)$$

Такие пределы связаны с тем, что при  $T = 0$  существует только первый, нулевой уровень энергии, вклад которого в статистическую сумму всегда равен единице, что непосредственно следует из формулы (5). При бесконечно высокой температуре несобственный интеграл (7) становится расходящимся, и это по признаку Коши, Маклорена определяет несходимость одноименного ряда. Физическая картина подобного состояния весьма условна и сводится к своеобразному равномерному «размазыванию» конечного числа частиц по бесконечному разнообразию энергетических уровней [3] и даже находится в противоречии с информационным вырождением термодинамической системы при бесконечно высокой температуре, когда разнообразие системы определяется только общим числом частиц и соответствующим пределом энтропии [6-11]. Однако эта особенность выходит за пределы предпринимаемого анализа статистической суммы и согласуется с существующим формальным подходом к подобному анализу [1-3]. Что касается влияния  $\Delta\varepsilon$  на статистическую сумму, то оно и здесь противоположно воздействию температуры: при  $\Delta\varepsilon \rightarrow 0$  эта сумма для данной температуры стремится к бесконечности, а при  $\Delta\varepsilon \rightarrow \infty$  вся конечная энергия системы формально относится уже к первому «интервалу» и так же формально становится нулевой с первым и единственным членом ряда, равным единице.

Теоретически и практически целесообразной представляется задача по определению необходимого числа членов статистической суммы для расчета ее с некоторой заданной точностью. В рамках предпринятого подхода для рассмотрения подобной суммы в качестве сходящегося ряда данная задача имеет следующее решение.

Как показано в нашей работе [4], коэффициент соразмерности непрерывных и дискретных распределений (2) может быть использован не только для выражения полной суммы ряда (4), но и любой частичной суммы  $S_n$  через несобственный интеграл одноименной функции с верхним пределом  $n$ :

$$S_n = \frac{1}{K} \int_0^n f(x) dx. \quad (17)$$

Это интеграл для рассматриваемой задачи определяется как

$$S_n = \sum_{n=1}^n a_n = \frac{1}{K} \int_0^n e^{-(x-1)b} dx = -\frac{1}{Kb} \left| e^{-bx+b} \right|_0^n = \frac{e^b}{Kb} (1 - e^{-bn}). \quad (18)$$

Подставляя сюда выражения для  $K$  (8) и  $b = \Delta\varepsilon/kT$ , получим формулу для расчета частичных сумм

$$S_n = \sum_{n=1}^n a_n = \frac{e^{\frac{n\Delta\varepsilon}{kT}} - 1}{\frac{\Delta\varepsilon}{kT} - 1}. \quad (19)$$



С ее помощью можно определить размер остаточной суммы

$$R_n = S - S_n = \frac{\frac{\Delta\varepsilon}{e^{kT}}}{e^{\frac{\Delta\varepsilon}{kT}} - 1} - \frac{e^{-\frac{n\Delta\varepsilon}{kT}}}{e^{-\frac{\Delta\varepsilon}{kT}} - 1} = \frac{e^{\frac{(1-n)\Delta\varepsilon}{kT}}}{e^{\frac{\Delta\varepsilon}{kT}} - 1}. \quad (20)$$

Очевидно, что отношение остаточной суммы к полной сумме ряда может служить критерием точности ее расчета при ограничении числом членов  $n$ . С помощью формул (20) и (9) находим

$$\frac{R_n}{S} = e^{-\frac{n\Delta\varepsilon}{kT}}. \quad (21)$$

Вполне очевидно, что с увеличением учитываемых членов ряда вклад остаточной суммы уменьшается и ее доля, как и ошибка расчета, стремится к нулю. Но самое важное то, что отсюда можно непосредственно найти необходимое число членов ряда для расчета суммы ряда с заданной точностью, равной  $R_n/S$  в долях единицы:

$$n = -\frac{kT}{\Delta\varepsilon} \ln \frac{R_n}{S}. \quad (22)$$

Все выкладки данного раздела статьи подлежат численной проверке для конкретного представления о возможностях обсуждаемого подхода к анализу распределения Больцмана.

**Расчетная часть и примеры использования полученных формул.** В таблице 1 приведены результаты расчетов коэффициента соразмерности  $K$  и статистической суммы  $S = \sum_{n=1}^{\infty} a_n$  в широком диапазоне температур и характерного шага варьирования энергии частиц с округлением до четырех значений цифр. При этом первый интервал варьирования энергии задан численно равным постоянной Больцмана,  $\Delta\varepsilon = 1,3806505 \cdot 10^{-23} \approx 1,381 \cdot 10^{-23}$  Дж. Вычисления проводились с точностью до 7 разрядов числа в диапазоне  $10^{-99} \div 10^{99}$ .

Из данных таблиц следует, что при наименьшем шаге варьирования  $\Delta\varepsilon = 1,381 \cdot 10^{-23}$  Дж, начиная с 10 К, с точностью до 5% и лучше статистическая сумма сопоставима по коэффициенту соразмерности с соответствующей интегральной величиной. При более грубом интервале варьирования  $\Delta\varepsilon$  подобная сопоставимость сдвигается в область более высоких температур: для  $\Delta\varepsilon = 10^{-22}$  Дж – начиная со 100 К, для  $\Delta\varepsilon = 10^{-21}$  Дж – с 1000 К, для  $\Delta\varepsilon = 10^{-20}$  Дж – с  $10^4$  К,  $\Delta\varepsilon = 10^{-19}$  Дж – с  $10^5$ . При меньших температурах отождествление дискретного и непрерывного суммирования недопустимо.

Таблица 1 – Зависимость статистической суммы  $S = \sum_{n=1}^{\infty} a_n$  (9) и коэффициента соразмерности  $K$  (8) от температуры  $T$  и интервала варьирования энергии частиц  $\Delta\varepsilon$

$T$ , К	$S$ и $K$ при $\Delta\varepsilon$ , Дж									
	$1,381 \cdot 10^{-23}$		$10^{-22}$		$10^{-21}$		$10^{-20}$		$10^{-19}$	
	$S$	$K$	$S$	$K$	$S$	$K$	$S$	$K$	$S$	$K$
0	1	$\infty$	1	$\infty$	1	$\infty$	1	$\infty$	1	$\infty$
1	1,582	1,718	1,001	192,9	1,000	$3,94 \cdot 10^{29}$	1,000	$>10^{99}$	1,000	$>10^{99}$
10	10,51	1,052	1,940	1,468	1,001	192,9	1,000	$3,94 \cdot 10^{29}$	1,000	$>10^{99}$
50	50,50	1,010	7,415	1,076	1,307	2,248	1,000	$1,35 \cdot 10^5$	1,000	$5,53 \cdot 10^{60}$
100	100,5	1,005	14,31	1,037	1,940	1,468	1,000	192,9	1,000	$3,94 \cdot 10^{29}$
200	200,5	1,002	28,12	1,018	3,291	1,205	1,028	10,05	1,000	$1,48 \cdot 10^{14}$
300	300,5	1,002	41,92	1,012	4,662	1,131	1,098	4,217	1,000	$6,94 \cdot 10^8$
400	400,5	1,001	55,73	1,009	6,038	1,096	1,196	2,825	1,000	$4,04 \cdot 10^6$
500	500,5	1,001	69,53	1,007	7,415	1,076	1,307	2,248	1,000	$1,35 \cdot 10^5$
1000	1000	1,000	138,6	1,004	14,31	1,037	1,940	1,468	1,000	192,9
2000	2001	1,000	276,6	1,002	28,12	1,018	3,291	1,205	1,028	10,05
3000	3000	1,000	414,7	1,001	41,92	1,012	4,662	1,131	1,098	4,217
4000	4001	1,000	522,8	1,001	55,73	1,009	6,038	1,096	1,196	2,825
5000	5001	1,000	690,8	1,001	69,53	1,007	7,415	1,076	1,307	2,249
$10^4$	$10^4$	1,000	1381	1,000	138,6	1,004	14,31	1,037	1,940	1,468
$10^5$	$10^5$	1,000	$1,38 \cdot 10^4$	1,000	1381	1,004	138,6	1,004	14,31	1,037
$10^6$	$10^6$	1,000	$1,39 \cdot 10^5$	1,000	$1,38 \cdot 10^4$	1,000	1381	1,000	138,6	1,004

Что касается самой величины статистической суммы, то она косвенно свидетельствует о необходимости учета все большего числа членов своей последовательности, разумеется, с некоторой заданной точностью вычисления каждого члена ряда. Исходя из того, что любая статистическая сумма начинается с единицы и продолжается убывающими членами, можно утверждать, что в этой сумме необходимо учесть, по крайней мере, число членов  $n = S$ . Это число увеличивается с повышением температуры и с уменьшением интервала варьирования  $\Delta\varepsilon$ . Так для  $\Delta\varepsilon = 1,381 \cdot 10^{-23}$  Дж и температуры 500 К потребуется учет более 500 членов суммы.

На самом деле при низких температурах и больших интервалах варьирования энергии, для которых характерен крутой спад в распределении членов суммы, необходимое их число для расчетов этой суммы с заданной точностью гораздо больше  $S$ .

Более непосредственно и строго это раскрывается с помощью выведенной формулы (22) (таблица 2) с округлением до целых чисел в большую сторону.

Таблица 2 – Зависимость необходимого числа членов  $n$  от заданной точности расчета  $R_n/S$  суммы  $S$  при вариации шага  $\Delta\varepsilon$  и температуры  $T$

$T$ , К	$S$ и $n$ при $\Delta\varepsilon = 10^{-22}$ Дж				$S$ и $n$ при $\Delta\varepsilon = 10^{-20}$ Дж			
	$S$	$n$ при $R_n/S$			$S$	$n$ при $R_n/S$		
		$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$		$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$
10	1,940	10	13	16	1,000	1	1	1
50	7,415	48	64	80	1,000	1	1	1
100	14,31	96	128	159	1,000	1	2	2
200	28,12	191	255	318	1,028	2	3	4
400	55,73	382	509	634	1,196	4	6	7
600	83,36	573	764	954	1,427	6	8	10
800	111,0	764	1018	1272	1,679	8	11	13
1000	138,6	954	1272	1590	1,940	10	13	16
2000	276,6	1908	2544	3180	3,291	20	26	32
3000	414,7	2862	3816	4770	4,662	29	39	48
4000	522,8	3816	5088	6360	6,038	39	51	64
5000	690,8	4770	6360	7950	7,415	48	64	80
$10^4$	1381	9540	12720	15900	14,31	96	128	159
$10^5$	$1,38 \cdot 10^4$	$9,54 \cdot 10^4$	$1,27 \cdot 10^5$	$1,59 \cdot 10^5$	138,6	954	1272	1590
$10^6$	$1,39 \cdot 10^5$	$9,54 \cdot 10^5$	$1,27 \cdot 10^6$	$1,59 \cdot 10^6$	1381	9540	12720	15900

Здесь помимо более наглядного выражения возрастающей зависимости необходимого числа членов суммы от задаваемой точности расчета этой суммы и явного численного превосходства  $n$  по сравнению с величиной суммы  $S$  во всех вариациях  $\Delta\varepsilon$  и  $T$  приведены численные значения  $n$ , которые подлежат прямой проверке.

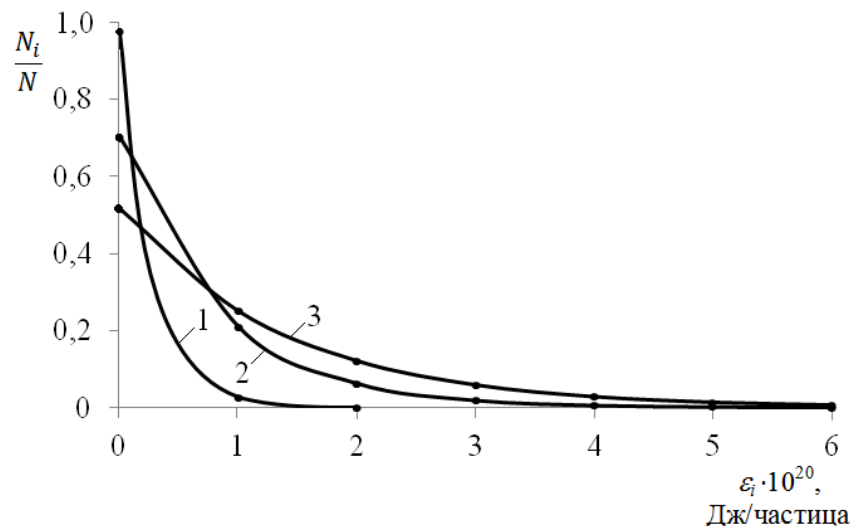
Это можно проиллюстрировать примером расчета  $a_n$  по формуле (5) при различных температурах, задав произвольное значение  $\Delta\varepsilon = 10^{-20}$  Дж (таблица 3). Здесь же приведены подсчитанные с округлением до четвертого знака после запятой, а следовательно с точностью  $10^{-4}$ , значения суммы ряда (обозначены как  $S_n$ ) и полные значения суммы, рассчитанные по формуле (9) (обозначены как  $S$  и представленные с большей точностью,  $10^{-5}$ ), а также долевые величины членов суммы, рассчитанные по формуле (10), с целью определения в дальнейшем энтропии по формуле (11).

Из этой таблицы следует, что с заданной точностью расчета при учете семи значащих цифр и с округлением до 0,0001 статистические суммы совпадают как при почленном суммировании по формуле (5), так и при прямом расчете по формуле (9). Сравнивая с данными таблицы 2 при  $\Delta\varepsilon = 10^{-20}$  Дж с заданной точностью  $10^{-4}$ , удостоверяемся в практическом совпадении необходимого числа членов для вычисления частичной суммы в таблице 3: при 200 К  $n = 3$ , при 400 К  $n = 6$ , при 600 К  $n = 8$  и  $n = 9$ , при 800 К  $n = 11$ , при 1000 К  $n = 13$  и  $n = 14$ . Это же относится и к долевым распределению  $P_n$ .

Таблица 3 – Распределение членов статистической суммы  $a_n$  и их долевых значений  $P_n$  в зависимости от температуры

$n$	200 К		400 К		600 К		800 К		1000 К	
	$a_n$	$P_n$	$a_n$	$P_n$	$a_n$	$P_n$	$a_n$	$P_n$	$a_n$	$P_n$
1	1	0,9732	1	0,8364	1	0,7009	1	0,5955	1	0,5152
2	0,0268	0,0260	0,1636	0,1368	0,2991	0,2096	0,4045	0,2409	0,4848	0,2498
3	0,0007	0,0007	0,0268	0,0224	0,0895	0,0627	0,1636	0,0974	0,2350	0,1211
4	0	0	0,0044	0,0037	0,0268	0,0188	0,0662	0,0394	0,1139	0,0587
5	0	0	0,0007	0,0006	0,0080	0,0056	0,0268	0,0159	0,0552	0,0284
6	0	0	0,0001	0,0001	0,0024	0,0017	0,0108	0,0064	0,0268	0,0138
7	0	0	0	0	0,0007	0,0005	0,0044	0,0026	0,0130	0,0067
8	0	0	0	0	0,0002	0,0002	0,0018	0,0011	0,0063	0,0032
9	0	0	0	0	0,0001	0	0,0007	0,0004	0,0030	0,0016
10	0	0	0	0	0	0	0,0003	0,0002	0,0015	0,0008
11	0	0	0	0	0	0	0,0001	0,0001	0,0007	0,0004
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0004	0,0002
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0002	0,0001
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0001	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_n$	1,0275	–	1,1956	–	1,4268	–	1,6792	–	1,9408	–
$S$	1,02750	–	1,19561	–	1,42681	–	1,67922	–	1,94082	–
$\Sigma P_n$	–	1,000	–	1,000	–	1,000	–	1,000	–	1,000

Зависимость абсолютного и долевого распределений членов статистической суммы от температуры по мере ее повышения становится более сглаженной и требует учета большего числа членов. На рисунке представлена более наглядная картина изменения долевого содержания членов статистической суммы, а значит и долевого распределения частиц от температуры и уровня энергии частиц. Эти данные непосредственно нужны для расчета энтропии системы.



Зависимость распределения частиц по энергиям от температуры: 1 – при 200 К, 2 – 600 К, 3 – 1000 К.  
Точки –  $a_n$  по формуле (5), линии –  $f(x)$  по формуле (6)

Соответственно математическая энтропия системы по данным таблицы 3 и в соответствии с формулами (10) и (11) характеризуется следующей зависимостью от температуры:

$T, K$	200	400	600	800	1000
$H$	0,1267	0,5328	0,8705	1,3331	1,344

Относительно невысокие значения энтропии вполне коррелируют с резкими распределениями статистических сумм в выбранном примере довольно грубой вариации уровней энергии с шагом  $\Delta\varepsilon = 10^{-20}$  Дж/частица. При меньшей величине  $\Delta\varepsilon$ , как отмечалось выше, потребовался бы учет гораздо большего числа членов – сотен и тысяч, и в этом случае точное знание ее предела по предложенной формуле (9) позволило бы применять обоснованные решения по ограничению числа членов суммы по формуле (22) с точностью, принимаемой для вычисления самой суммы. В свою очередь, это определило бы и точность расчета энтропии.

В любом случае возможность свободного комбинирования условий, влияющих на расчет статистической суммы, распределения Больцмана и энтропии, расширяет пределы использования этих основополагающих физико-химических величин и закономерностей.

### Заключение.

1. На основании разработанного авторами коэффициента соразмерности дискретных и непрерывных одноименных распределений проведен анализ статистической суммы в распределении Больцмана на соразмерность с несобственным интегралом одноименной функции в полном диапазоне членов ряда статистической суммы при произвольном сочетании температуры и интервала (шага) варьирования энергии частиц. Установлена сходимость ряда по признаку Коши, Маклорена и равная соразмерность ряда и несобственного интеграла одноименной функции в каждом единичном интервале изменения ряда и одноименной функции.

2. Независимость коэффициента соразмерности от номера членов ряда

$$K = \frac{\int_{x=n-1}^{x=n} e^{-(x-1)\Delta\varepsilon/kT} dx}{e^{-(n-1)\Delta\varepsilon/kT}} = \frac{kT}{\Delta\varepsilon} \left( e^{\frac{\Delta\varepsilon}{kT}} - 1 \right)$$

позволяет выразить полную статистическую сумму через этот коэффициент и определенное значение несобственного интеграла

$$\int_0^{\infty} e^{-(x-1)\Delta\varepsilon/kT} dx = \frac{kT}{\Delta\varepsilon} e^{\frac{\Delta\varepsilon}{kT}}$$

в виде расчетной формулы

$$\sum_{n=1}^{\infty} e^{-(n-1)\Delta\varepsilon/kT} = \frac{1}{K} \int_0^{\infty} e^{-(x-1)\Delta\varepsilon/kT} dx = \frac{e^{\frac{\Delta\varepsilon}{kT}}}{e^{\frac{\Delta\varepsilon}{kT}} - 1}.$$

Соответственно распределение Больцмана, необходимое для расчета энтропии по формуле  $H = -\sum_{i=1}^{\infty} P_i \ln P_i$ , получает более определенное выражение

$$P_i = e^{-\frac{i\Delta\varepsilon}{kT}} \left( e^{\frac{\Delta\varepsilon}{kT}} - 1 \right).$$

В рамках этой же соразмерности определена возможность расчета необходимого числа членов суммы для вычисления ее с заданной точностью, равной отношению остаточной и полной суммы ряда  $R_n/S$ , в виде формулы

$$n = -\frac{kT}{\Delta\varepsilon} \ln \frac{R_n}{S}.$$

3. Анализ полученных выражений для коэффициента соразмерности и статистической суммы устанавливает ее тождество с одноименным несобственным интегралом только в области  $\Delta\varepsilon \rightarrow 0$  и  $T \rightarrow \infty$ . В остальных комбинациях  $\Delta\varepsilon$  и  $T$  прямая замена статистической суммы несобственным интегралом сопровождается ошибкой, доходящей до  $K \rightarrow \infty$  при  $\Delta\varepsilon \rightarrow \infty$  и  $T \rightarrow 0$ . Поэтому найденное общее выражение для полной статистической суммы является аналитически корректным и может вычисляться с любой заданной точностью.

4. Эта сумма при различных комбинациях  $\Delta\varepsilon$  и  $T$  может изменяться от единицы (при  $T \rightarrow 0$  или  $\Delta\varepsilon \rightarrow \infty$ ) до бесконечности (при  $T \rightarrow \infty$  или  $\Delta\varepsilon \rightarrow 0$ ), соответственно определяя либо крутой спад, либо полную равномерность распределения членов суммы, а тем самым близкую нулю либо

бесконечно большую энтропию системы. В любом случае прямой расчет статистической суммы, а также долевого распределения частиц по энергиям в соответствии с законом Больцмана позволяет более строго применять этот закон к различным задачам статистической физики и физической химии.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Больцман Л. Избранные труды. Молекулярно-кинетическая теория газов. Термодинамика. Статистическая механика. Теория излучения. Общие вопросы физики. – М.: Наука, 1984. – 590 с.
- [2] Черчиньяни К. Теория и приложения уравнения Больцмана / Пер. с англ. – М.: Мир, 1978. – 496 с.
- [3] Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А. Физическая химия: Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1987. – 688 с.
- [4] Малышев В.П., Макашева А.М., Зубрина Ю.С. О взаимосвязи и соразмерности дискретных и непрерывных зависимостей // Доклады НАН РК. – 2016. – № 1. – С. 49-56.
- [5] Бронштейн М.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. 13-е изд., исправленное. – М.: Наука, 1987. – 544 с.
- [6] Малышев В.П. Основы термодинамики вещества при бесконечно высокой температуре. – Алма-Ата: Наука, 1986. – 64 с.
- [7] Малышев В.П., Бисенбаева Ш.А., Мулдахметов З.М. Об информационном вырождении термодинамической системы при изобарическом нагревании до бесконечно высокой температуры // Докл. АН СССР. – Т. 318, № 2. – С. 368-371.
- [8] Малышев В.П. Вероятностно-детерминированное отображение. – Алматы: Гылым, 1994. – 376 с.
- [9] Malyshev V.P., Kuspekova Sh.A., Nurmagambetova (Makasheva) A.M.. Thermodynamics of matter at infinite high temperature // 5<sup>th</sup> World Congress of Theoretically Oriented Chemists "WATOC'99". – London, 1999. – P. 222.
- [10] Турдукожаева (Макашева) А.М. Применение распределения Больцмана и информационной энтропии Шеннона к анализу твердого, жидкого и газообразного состояний вещества (на примере металлов): Автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.16.08. – Караганда. – 36 с.
- [11] Malyshev V.P., Turdukozhaeva A.M. New physical and chemical constants and prospects of its use for the explicit expression of thermodynamic functions // Journal of Chemistry and Chemical Engineering, ISSN 1934-7375, USA, David Publishing Company. – 2013. – Vol. 7, N 5. – P. 468-482.

#### REFERENCES

- [1] Boltzmann L. Selected works. The molecular-kinetic theory of gases. Thermodynamics. Statistical mechanics. Radiation Theory. General questions of physics. M.: Nauka, 1984. 590 p. (in Russ.).
- [2] Cercignani C. The theory and application of the Boltzmann equation. Trans. from English. M.: Mir, 1978. 496 p. (in Russ.).
- [3] Zhuhovickij A.A., Shvarzman L.A. Physical chemistry: textbook for high schools. 4-th ed., Revised and ext. M.: Metallurgija, 1987. 688 p. (in Russ.).
- [4] Malyshev V.P., Makasheva A.M., Zubrina Ju.S. Doklady NAN RK, **2016**, 1, 49-56 (in Russ.).
- [5] Bronstein M.N., Semendjaev K.A. Handbook of mathematics for engineers and technical colleges students. 13-th ed., Revised. M.: Nauka, 1987. 544 p. (in Russ.).
- [6] Malyshev V.P. Fundamentals of thermodynamics of matter at an infinitely high temperature. Alma-Ata: Nauka, 1986. 64 p. (in Russ.).
- [7] Malyshev V.P., Bisenbaeva Sh.A., Muldahmetov Z.M. Dokl. AN SSSR, 318, 2, 368-371 (in Russ.).
- [8] Malyshev V.P. Probabilistic and deterministic mapping. Almaty: Fylym, 1994. 376 p. (in Russ.).
- [9] Malyshev V.P., Kuspekova Sh.A., Nurmagambetova (Makasheva) A.M.. Thermodynamics of matter at infinite high temperature. 5<sup>th</sup> World Congress of Theoretically Oriented Chemists "WATOC'99", London, 1999. P. 222 (in Eng.).
- [10] Turdukozhaeva (Makasheva) A.M. Application of Boltzmann distribution and information entropy of Shannon to the analysis of solid, liquid and gaseous states of matter (on metals): Abstract of diss. Doctor of technical sciences: 05.16.08. Karaganda. 36 p. (in Russ.).
- [11] Malyshev V.P., Turdukozhaeva A.M. Journal of Chemistry and Chemical Engineering, **2013**, 7, 5, 468-482 (in Eng.).

**В. П. Малышев, Ю. С. Зубрина, А. М. Макашева**

Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургия институты, Қарағанды, Қазақстан

**ЖИНАҚТАЛАТЫН ҚАТАР ЖӘНЕ БІТПЕЙТІН РЕТТІЛІК СИЯҚТЫ  
БОЛЬЦМАННЫҢ БӨЛУІ**

**Аннотация.** Больцманның бөлу тепе-теңдігінде бұл функция Больцман заңына сәйкес өлшембей, тек қана есептелінетіндіктен энтропияны анықтаудың маңызды нақты құралы болып табылады.

Үздіксіз және дискретті бір аттас бөлулердің мөлшерлестік коэффициенті бойынша авторлардың арқасында дайындалған мақалада бөлшектердің энергиясын түрлендірудің әр түрлі үйлемсіндегі температурасы мен қадамының статистикалық сома қатары мүшесінің толық диапазонындағы бір аттас функцияның меншіксіз интегралы мен мөлшерлестіктегі Больцманның бөлуінде статистикалық соманың талдауы келтірілген. Маклорен, Коши белгілері бойынша қатардың жинақтылығы мен қатардың тең мөлшерлестігі және бір аттас функция мен қатардың өзгеруінің әр даралық шегінде аттас функцияның меншіксіз интегралы анықталған.

Статистикалық сома және мөлшерлестік коэффициент үшін алынған көрініске талдау жасалды, сонымен қатар кез келген тағайындалған дәлділікпен есептелініп алатын, толық және қалдық статистикалық соманың жалпы көрінісі табылды.

**Түйін сөздер:** бөлу, реттілік, мөлшерлестік, статистикалық сома, жинақталатын қатар, талдау.

**Сведения об авторах:**

Малышев Виталий Павлович – доктор технических наук, профессор, академик Международной академии информатизации, заведующий лаборатории энтропийно-информационного анализа Химико-металлургического института им. Ж. Абишева, e-mail: eia\_hmi@mail.ru

Зубрина Юлия Сергеевна – магистр технических наук, младший научный сотрудник лаборатории энтропийно-информационного анализа Химико-металлургического института им. Ж. Абишева, e-mail: eia\_hmi@mail.ru

Макашева Астра Мундуковна – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории энтропийно-информационного анализа Химико-металлургического института им. Ж. Абишева, академик Международной академии информатизации, e-mail: eia\_hmi@mail.ru

**N. A. Zakarina, A. K. Akurpekova**

JSC «D. V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry», Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: akurpekova@mail.ru

## ISOMERIZATION OF PENTANE-HEXANE FRACTION ON THE Pt-CATALYST SUPPORTED ON Zr PILLARED TAGAN MONTMORILLONITE

**Abstract.** Data on a hydroisomerization of a pentane - hexane fraction over Pt - catalysts supported on Zr-pillarred Tagan montmorillonite (ZrCaHMM) are presented. According to XRD zirconium oxide in tetragonal modification is identified in 0,35%Pt/ZrCaHMM-catalysts with various content of zirconium which according to literary data promotes the growth of isomerization activity. It is shown that according to TPD of ammonia with increase of concentration of Zr from 1.5 to 5.0 mmol/g the general acidity grows almost twice (from 116,59 to 209,83  $\mu\text{mol}$  of  $\text{NH}_3/\text{g}$ ), and the most active catalyst is characterized by the prevailing maintenance of the sum of average and weak acid centers. It is shown that optimum activity in the reaction of a hydroisomerization model the pentane - hexane mixture with a mass ratio 37,1:62,9 shows 0,35%Pt/Zr (5,0) CaHMM-catalyst, conversion of mixture on which reaches 54,8% at 400<sup>0</sup>C. On this catalyst the yield of isohexanes on this catalyst makes 26,4%, the quantity of dimethylbutanes - 14,4%, and the yield of isopentanes - 3,0 %. Formation of large amounts of isoheptanes at an isomerization of model a pentane - hexane mixture on the Zr containing Pt-catalysts is revealed, especially at 400<sup>0</sup>. On optimum structure of the catalyst the quantity of the formed iso-C<sub>7</sub> reaches 24,9%.

**Keywords:** Isomerization, catalyst, n-pentane, n-hexane, zirconium, pillared montmorillonite, dimethylbutane, methylpentane.

УДК 665.656.2;622.361.16

**Н. А. Закарина, А. К. Акурпекова**

АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского», Алматы, Казахстан

## ИЗОМЕРИЗАЦИЯ ПЕНТАН-ГЕКСАНОВОЙ ФРАКЦИИ НА Pt-КАТАЛИЗАТОРЕ, НАНЕСЕННОМ НА ПИЛЛАРИРОВАННОМ ЦИРКОНИЕМ ТАГАНСКОМ МОНТМОРИЛЛОНИТЕ

**Аннотация.** В работе приведены данные по гидроизомеризации пентан-гексановой фракций на Pt-катализаторах, нанесенных на пилларированный цирконием Таганский монтмориллонит (ZrMM). По данным РФА в 0,35%Pt/ZrCaHMM-катализаторах с различным содержанием циркония идентифицирован оксид циркония в тетрагональной модификации, который по литературным данным способствует росту изомеризирующей активности. По данным ТПД аммиака показано, что с увеличением концентрации Zr от 1.5 до 5.0 ммоль/г глины общая кислотность растет почти в 2 раза со 116,59 мкмоль  $\text{NH}_3/\text{г}$  до 209,83 мкмоль  $\text{NH}_3/\text{г}$ , а наиболее активный катализатор характеризуется преобладающим содержанием суммы средних и слабых к. ц. Показано, что оптимальную активность в реакции гидроизомеризации модельной пентан-гексановой смеси с массовым соотношением 37,1:62,9 проявляет 0,35%Pt/Zr(5,0)CaHMM-катализатор, конверсия смеси на котором достигает 54,8% при 400<sup>0</sup>C. На этом катализаторе выход изогексанов составляет 26,4%, из них количество C<sub>6</sub>-диизомера-14,4%, а выход изопентанов-3,0%. Обнаружено образование больших количеств изогептанов при изомеризации модельной пентан-гексановой смеси на цирконийсодержащих Pt-катализаторах, особенно при 400<sup>0</sup>. На оптимальном составе катализатора количество образующихся изогептанов достигает 24,9%.

**Ключевые слова:** изомеризация, катализатор, n-пентан, n-гексан, цирконий, столбчатый монтмориллонит, диметилбутан, метилпентан.

**Введение.** Процесс изомеризации является одним из самых рентабельных способов получения высокооктановых компонентов бензинов с улучшенными экологическими свойствами. Актуальность процесса изомеризации также возросла с введением новых сверхжестких ограничений на экологические свойства автомобильных бензинов, включая ограничения по фракционному составу, содержанию ароматических соединений и бензола [1-3].

Высокая эффективность процессов изомеризации заключается в том, что в качестве сырья используются низкооктановые компоненты нефти и рафинаты каталитического риформинга, содержащие в основном *n*-пентаны и *n*-гексаны [4-6]. Это сырье (фракции C<sub>5</sub>-C<sub>6</sub>) изомеризуются в среде водорода в присутствии бифункциональных катализаторов. Высокие детонационная стойкость и испаряемость продуктов изомеризации углеводородов C<sub>5</sub> и C<sub>6</sub> обуславливают их исключительную ценность в качестве низкокипящих высокооктановых компонентов неэтилированных автобензинов [7-9].

Наиболее распространенным и экономичным способом получения высокооктанового неароматического компонента бензинов является процесс изомеризации легкой нефти (пентан-гексановой фракции) [10-13].

Цель настоящей работы – исследование изомеризации пентан-гексановой фракции на платиносодержащем катализаторе, нанесенном на циркониевый столбчатый монтмориллонит, для превращения в разветвленные изомеры с более высоким октановым числом.

### Экспериментальная часть

Для приготовления катализаторов была использована тщательно измельченная монтмориллоновая глина (Са-форма) Таганского месторождения без выделения мономинеральной фракции монтмориллонита (ММ). *H*-форму Таганского монтмориллонита получали обработкой 0,1*n* раствором H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> с последующим отмыванием от ионов SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. Активированную глину формовали, сушили в тонком слое сначала при комнатной температуре, затем при 150<sup>0</sup>С и далее подвергали прокаливанию при 500<sup>0</sup>С. Подготовленную *H*-форму ММ использовали как исходный материал для пилларирования.

Внедрение в межслоевые пространства монтмориллонита циркониевых комплексов [Zr<sub>4</sub>(OH)<sub>8</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>16</sub>]<sup>8+</sup>, осуществляли по известным методикам [14-17].

В синтезированных нами образцах соотношение Zr<sup>4+</sup>/глина составляло 1,5; 2,5 5,0; ммоль/г глины. Полученный продукт (Zr-СаНММ) отделяли центрифугированием, отмывали до отрицательной реакции на Cl<sup>-</sup>-ионы, формовали, сушили в тонком слое сначала при комнатной температуре, затем при 150<sup>0</sup>С и далее подвергали прокаливанию при 500<sup>0</sup>С.

Pt-катализаторы на основе модифицированных глин готовили методом пропитки перечисленных выше носителей водными растворами H<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub>. Образцы формовали, высушивали на воздухе и в сушильном шкафу, прокаливали при температурах 200, 400 и 500<sup>0</sup>С с разложением солей до оксидов и последующим восстановлением оксидов до металлического состояния при обработке водородом и восстанавливали при температурах 200 и 450<sup>0</sup>С. Содержание платины в катализаторах составило 0,35 мас.%. Процесс проводили в интервале температур 250-400<sup>0</sup>С при атмосферном давлении водорода, мольном отношении H<sub>2</sub>:C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>=3,5 и объемной скорости подачи сырья, составляющей 0,82 ч<sup>-1</sup>. Объем катализатора - 5см<sup>3</sup>. Анализ продуктов реакции проводили методом ГЖХ с применением капиллярной колонки, заполненной скваланом.

Элементный анализ – катализаторов проводился с помощью энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии на энергодисперсионной системе микроанализа INCA – Energy 450, установленной на сканирующий электронный микроскоп JSM6610LV, JOEL, Япония.

Удельные поверхности катализаторов, распределение объема пор по их эффективным радиусам, средний диаметр пор определяли методом БЭТ на приборе ACCUSORB Micromeritics.

### Результаты и их обсуждение

В таблице 1 приведены данные по элементному составу исходной кальциевой и активированной *H*-формы Таганского монтмориллонита и катализаторов на основе ZrCaНММ с различным соотношением Zr<sup>4+</sup>/СаНММ 1,5; 2,5 5,0; ммоль/г глины. В таблицу 1 включены средние значения содержания элементов полученные из 3-х измерений в весовых %.

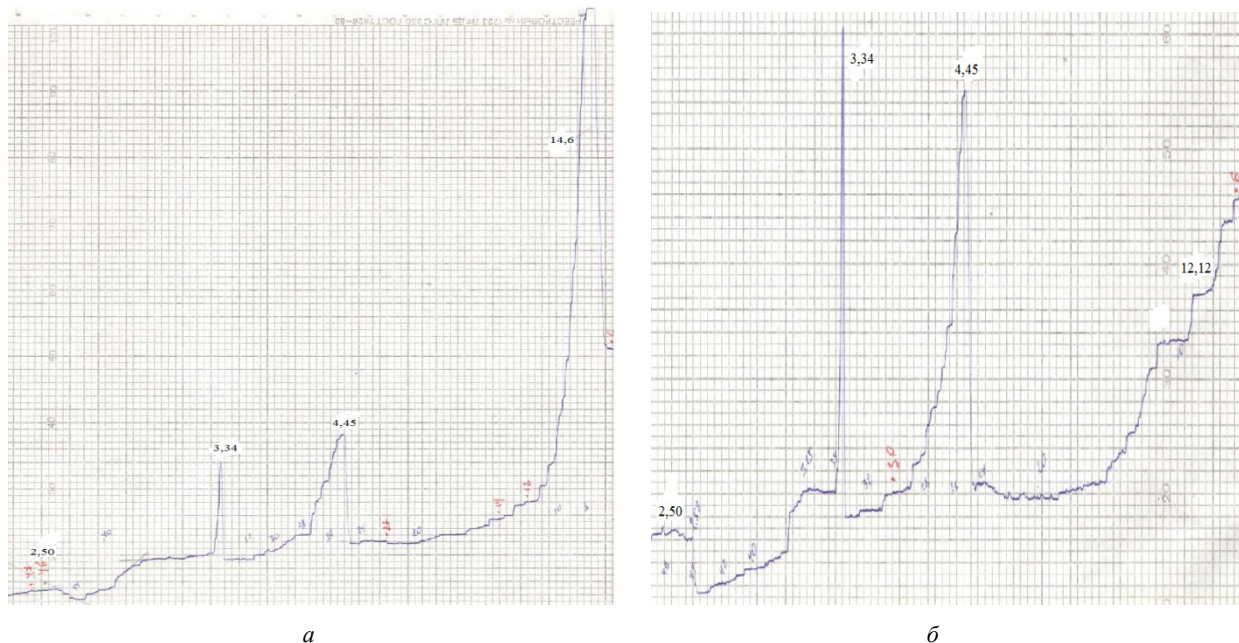


Таблица 1 – Элементный состав 0,35%Pt/ZrCaHMM, ZrCaHMM с различным содержанием Zr, исходного и активированного монтмориллонита

Образец	C	O	Na	Mg	Al	Si	Cl	Ca	Ti	Fe	Zr	Pt	Итого
CaMM	14,35	46,40	0,25	2,20	10,53	23,46		1,30	0,13	1,37			100
CaHMM	14,27	45,50		2,08	10,78	24,55		0,69	0,18	1,94			100
Zr(1,5)CaHMM	2,92	48,81		1,58	17,41	21,50		0,24	0,20	1,51	5,83		100
Zr(2,5)CaHMM	2,78	48,72		1,60	16,56	22,31		0,32	0,17	1,63	5,92		100
Zr(5,0)CaHMM	2,73	48,16	0,13	1,26	19,82	19,19		0,12	0,12	1,09	7,37		100
0,35%Pt/Zr(1,5)/CaHMM	3,68	47,91		1,51	17,66	21,11		0,18	0,16	1,51	5,56	0,73	100
0,35%Pt/Zr(2,5)/CaHMM	3,45	48,15		1,65	16,99	21,53		0,25	0,21	1,53	5,16	1,09	100
0,35%Pt/Zr(5,0)/CaHMM	3,54	47,39		1,23	20,66	18,11	0,28	0,11	0,1	1,09	6,51	0,99	100

Из анализа данных таблицы 1 следует, что кислотная активация приводит к полному удалению натрия из глины, уменьшению относительных количеств кальция и магния. Дальнейшее снижение количеств кальция и магния наблюдается при пилларировании цирконием. По данным элементного анализа количество циркония в пилларированном MM растет от 5,83 до 5,92 и 7,37 мас.% с ростом количества циркония в пилларирующем растворе, минимальное количество Ca, равное 0,12 вес.%, найдено в образце Zr(5,0)CaHMM с максимальным количеством циркония. Введение платины в состав пилларированного цирконием MM незначительно снижает содержание Zr в катализаторе. Так, в случае Zr CaHMM с содержанием Zr 1,5; 2,5; 5,0 ммоль/г введение 0,35% Pt снижает количество Zr с 5,83% до 5,56%, с 5,92 до 5,16% и с 7,37 до 6,51% для всех трех концентраций циркония соответственно.

На рисунке 1 приведены дифрактограммы исходной и кислотно активированной форм MM. Фазовый состав непилларированных и пилларированных образцов катализаторов осуществлялся рентгенофазовым анализом с использованием рентгеновского дифрактометра DRON-4\*0.7; с  $\text{CoK}_\alpha$  и  $\text{CuK}_\alpha$ -излучением. Дифрактометрические рефлексы образцов катализаторов сравнивали с порошковыми стандартами картотеки ICPSD.

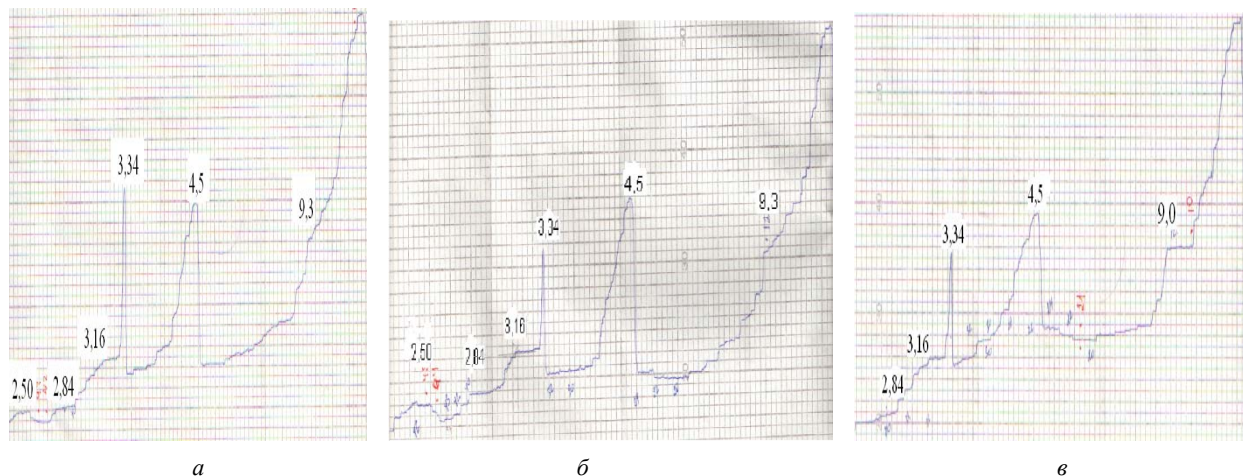


Ось абсцис – угол  $2\theta$ , град. Ось ординат – относительная интенсивность.  
Обозначения кривых: а – до кислотной активации; б – после кислотной активации

Рисунок 1 – Дифрактограммы Таганского монтмориллонита

Как видно из рисунка 1, в исходном и активированном ММ практически все рефлексы повторяются. Рефлексы 2,50; 4,45 и 14,6 относятся к ММ. Рефлексы 3,34-кварц. После кислотной активации первый базальный рефлекс уменьшается от 14,6 до 12,12 Å, остальные рефлексы увеличились по интенсивности.

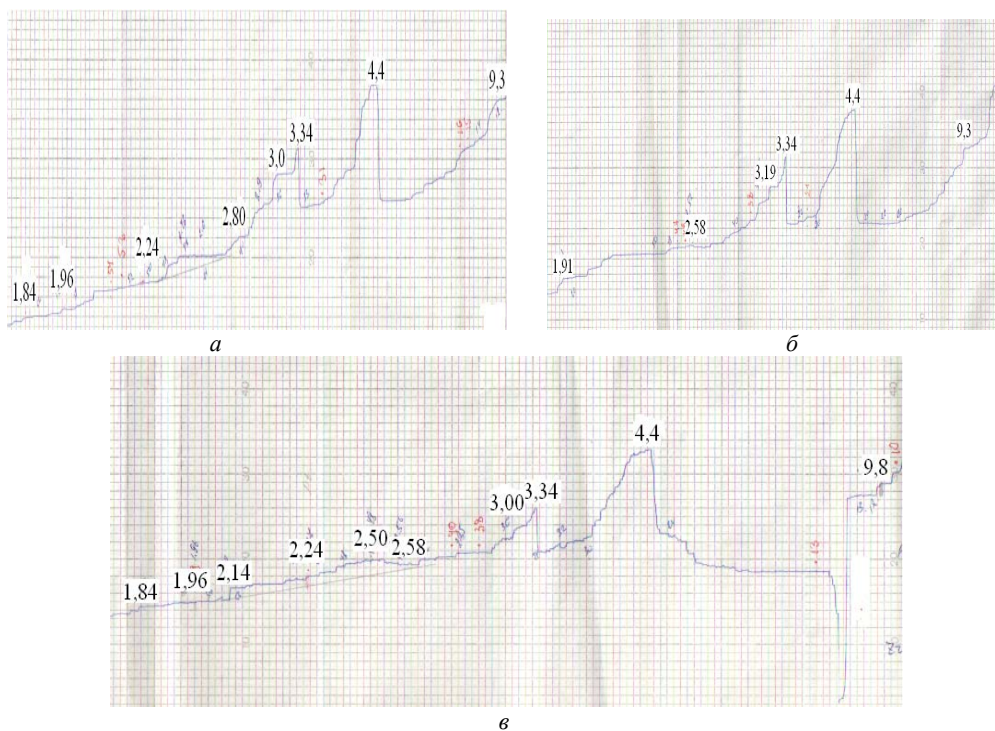
При пилларировании цирконием помимо рефлексов CaНММ появляются рефлексы 3,16 и 2,84 возможно оксид циркония в виде моноклинной модификации (ASTM 36-420).



Ось абсцисс – угол  $2\theta$ , град. Ось ординат – относительная интенсивность.  
Обозначения кривых: а – 1,5 ммоль/г  $Zr^{4+}$ /г; б – 2,5 ммоль/г  $Zr^{4+}$ /г; в – 5,0 ммоль/г  $Zr^{4+}$ /г

Рисунок 2 – Дифрактограммы катализаторов на основе ZrCaHMM с различным соотношением  $Zr^{4+}$ /CaHMM

При введении 0,35% Pt для концентрации Zr(1,5)CaHMM помимо рефлексов CaHMM появляются рефлексы 2,24 и 1,96 возможно металлическая платина (ASTM 4-802). Рефлексы 3,00 и 1,84 возможно оксид циркония в виде тетрагональной модификации (ASTM 24-1164).



Ось абсцисс – угол  $2\theta$ , град. Ось ординат – относительная интенсивность.  
Обозначения кривых: а – Pt(0,35%)/Zr(1,5)CaHMM; б – Pt(0,35%)/Zr(2,5)CaHMM; в – Pt(0,35%)/Zr(5,0)CaHMM

Рисунок 3 – Дифрактограммы Pt/ZrCaHMM катализаторов с различным соотношением  $Zr^{4+}$ /CaHMM

Метастабильный тетрагональный  $ZrO_2$  вызывает особый интерес, который в последние годы используется как компонент кислотных катализаторов, способных эффективно катализировать многие реакции органических соединений. Открытие и разработка этого нового семейства гетерогенных кислотных катализаторов явились важным достижением катализа за последнее десятилетие. Они позволяют осуществлять изомеризацию *n*-парафинов при низкой температуре с высоким выходом высоковетвленных изомеров [18]. Для концентрации пилларирующего агента  $Zr^{4+}$ , равной 2,5 ммоль/г, появляются рефлексy 3,19 и 2,58 возможно это  $PtO_2$  (ASTM 23-1306). При увеличении концентрации пилларирующего агента  $Zr^{4+}$  до 5,0 ммоль/г помимо рефлексов CaHMM появляются рефлексy 2,58 и 2,14, которые можно отнести к PtO (ASTM 27-1331), рефлексy 2,24 и 1,96 близки к рефлексам металлической платины. Рефлексy 3,00 и 1,84 возможно оксид циркония в виде тетрагональной модификации (ASTM 24-1164).

В таблице 2 собраны данные по структурным характеристикам исходной кальциевой активированной H-формы Таганского монтмориллонита и пилларируемого цирконием монтмориллонита с содержанием 1,5; 2,5; 5,0 ммоль/г  $Zr^{4+}$ /г, полученные методом БЭТ по низкотемпературной адсорбции азота ( $S_{уд.}$ ,  $V_{адс.}$ , R).

Таблица 2 – Сравнительные структурные и адсорбционные характеристики исходной кальциевой, активированной H-формы Таганского монтмориллонита и катализаторов на основе ZrCaHMM

Образец	$S$ , $m^2/g$	Общий объем пор, $cm^3/g$	R, $\text{Å}$	Относительное количество, %	
				Микропоры, (0-20Å)	Мезопоры, (20-80Å)
CaMM	89,2	0,075	12,0-70,0	46,1	53,9
CaHMM	99,2	0,086	12,5-70,0	40,7	59,3
Zr(1,5)CaHMM	174,3	0,127	12,5-75,0	55,8	44,2
0,35%Pt/Zr(1,5)CaHMM	104,7	0,094	12,5-70,0	55,2	44,8
Zr(2,5)CaHMM	185,2	0,136	12,5-70,0	50,7	49,3
0,35%Pt/Zr(2,5)CaHMM	115,3	0,103	12,5-70,0	45,9	54,1
Zr(5,0)CaHMM	202,3	0,159	12,5-75,0	29,3	70,7
0,35%Pt/Zr(5,0)CaHMM	190,4	0,149	12,5-75,0	49,3	50,7

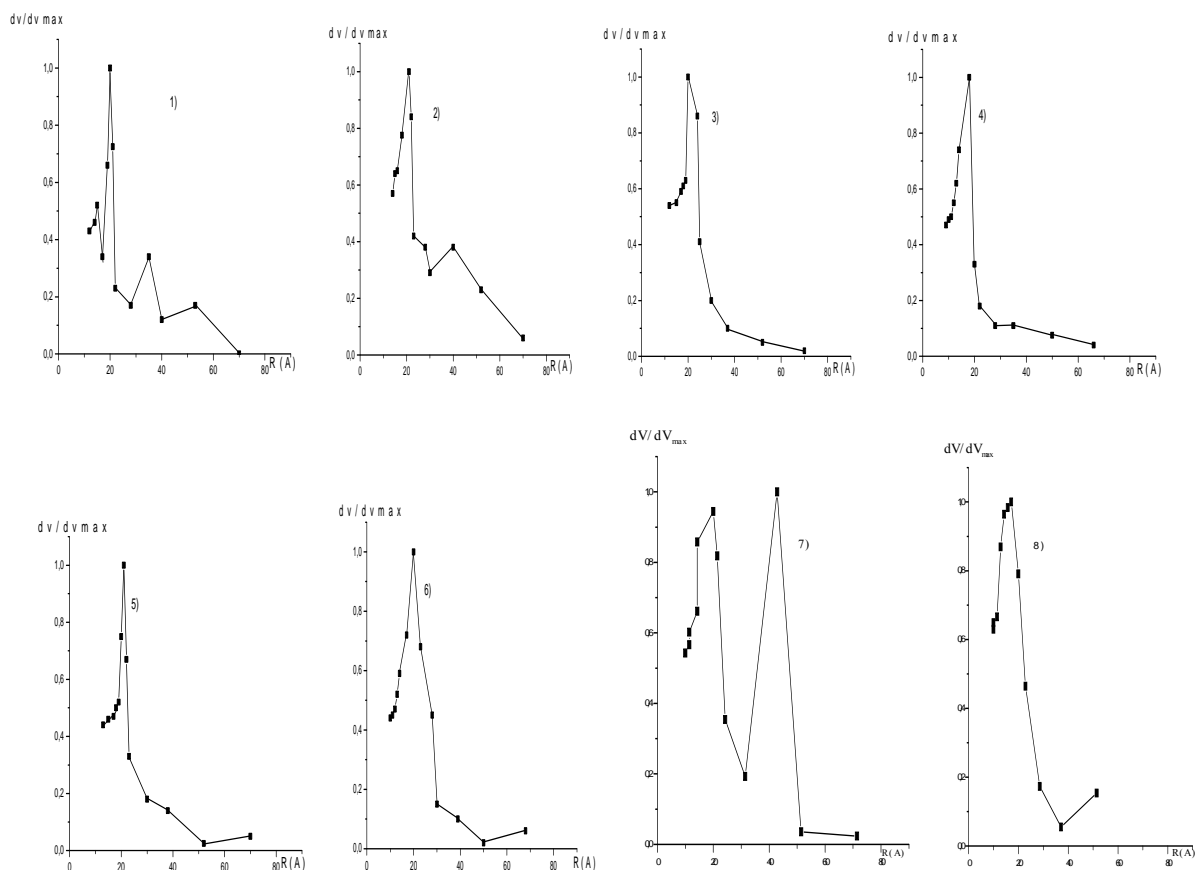
Как видно из таблицы 2, при пилларировании удельная поверхность образца растет от 99,2 до 174,3  $m^2/g$ . Увеличение концентрации пилларирующего агента от 1,5 ммоль Zr/гCaHMM до 5,0 ммоль Zr/гCaHMM приводит к росту удельной поверхности от 174,3 до 202,3  $m^2/g$ , а также общий объем пор растет. Нанесение Pt на ZrCaHMM приводит к значительному снижению удельной поверхности с 174,3 до 104,7  $m^2/g$ , эффективный объем пор снижается с 0,127 до 0,094  $cm^3/g$ .

Согласно общепринятой [19] классификации пор, предложенной Дубининым, поры с шириной <20Å-микропоры, 20-200Å-промежуточные мезопоры, поры с шириной >200Å-макропоры. Следует отметить отсутствие макропор (>200Å) у синтезированных образцов. Расчет из таблицы 2 показывает, что по сравнению с CaMM и CaHMM, для которых на долю микропор (до 20Å) приходится 46,1 и 40,7%, соответственно, у фиксированного MM из H-формы при соотношении  $Zr^{4+}/CaHMM = 1,5$  ммоль/г содержание микропор – 55,8%. Доля мезопор – 44,2%.

Меняющуюся пористую структуру Таганского MM наглядно иллюстрирует, кроме того, рисунок 4.

При увеличении концентрации пилларирующего агента  $Zr^{4+}$  число микропор падает, а мезопор значительно растет и при концентрации Zr, равной 5,0 ммоль/г, количество микропор равно 29,3% и мезопор составляет 70,7%.

Интересным представляется сопоставление кислотных характеристик пилларируемого монтмориллонита.



Обозначения кривых: CaHMM (1); CaHMM (2); Zr(1,5)CaHMM (3); 0,35%Pt/Zr(1,5)CaHMM (4); Zr(2,5)CaHMM (5); 0,35%Pt/Zr(2,5)CaHMM (6); Zr(5,0)CaHMM (7); 0,35%Pt/Zr(5,0)CaHMM (8)

Рисунок 4 – Кривые распределения пор по их эффективным радиусам на Pt/ZrCaHMM – композитном катализаторе при разных соотношениях Zr/глина

Таблица 3 – Кислотность на Zr(1,5)-, (2,5)-, Zr(5,0)-CaHMM-катализаторах по данным ТПД аммиака

№	Образец	Содержание, К.ц.	Кислотные центры			
			Слабые <200 <sup>0</sup> С	Средние 200-300 <sup>0</sup> С	Сильные >300 <sup>0</sup> С	Общая кислотность
1	Zr(1.5)CaHMM	%	52.60	29.99	17.41	100
		мкмоль NH <sub>3</sub> /г	61.33	34.96	20.30	116.59
2	Zr(2.5)CaHMM	%	30.71	43.45	25.74	100
		мкмоль NH <sub>3</sub> /г	41.73	59.04	35.11	135.88
3	Zr(5.0)CaHMM	%	40.65	42.48	16.87	100
		мкмоль NH <sub>3</sub> /г	85.30	89.13	35.40	209.83

Как видно из таблицы 3, спектр кислотности приготовленных катализаторов претерпевает изменения в зависимости от содержания Zr. С увеличением концентрации Zr от 1.5 до 5.0 ммоль/г глины общая кислотность растет почти в 2 раза со 116,59 мкмоль NH<sub>3</sub>/г до 209,83 мкмоль NH<sub>3</sub>/г, одновременно происходит перераспределение кислых центров по силе. Растет доля средних кислотных центров с 34,96 мкмоль NH<sub>3</sub>/г (Zr=1.5 ммоль/г глины) до 89,13 мкмоль NH<sub>3</sub>/г (Zr =5,0 ммоль/г глины). Баланс распределения кислотных центров по силе в каждом образце индивидуален. У образца с содержанием Zr 1,5 ммоль/г глины количество слабых к.ц. превалирует, к.ц. средней силы меньше почти в 2 раза, а количество сильных к.ц. меньше, практически, в 3 раза, чем к. ц. слабой силы. Для образца с содержанием Zr 2.5 ммоль/г глины наоборот, превалируют



к.ц. средней силы и их доля составляет 43,45%(59,04 мкмоль NH<sub>3</sub>/г). Подобная картина наблюдается и у образца с содержанием Zr 5.0 ммоль/г. глины, однако для этого образца характерны более высокие относительные количества слабых к.ц.(40,65%), в то время как относительная доля средних к.ц. сохраняется примерно равной(42,48%), а относительное количество сильных к.ц. снижается до 16,87% по сравнению с Zr(2.5)CaHMM.

Pt/ZrCaHMM-катализаторы с различным соотношением Zr<sup>4+</sup>/CaHMM 1,5; 2,5; и 5,0 ммоль/г глины исследованы в процессе изомеризации на модельной пентан-гексановой смеси. В исходной смеси содержание н-пентана 37,1мас.%, а н-гексана 62,9мас.%. В таблице 4 показано изменение изомеризирующей активности Pt/ZrCaHMM-катализаторов в зависимости от температуры и количества Zr в катализаторе.

Таблица 4 – Изомеризация пентан-гексановой смеси на 0,35%Pt/ZrCaHMM – композитном катализаторе при соотношениях Zr/CaHMM = 1,5; 2,5 и 5,0 ммоль/г

Соотношение Zr:HMM	T, °C	α, %	S <sub>C<sub>5</sub>,C<sub>6</sub></sub> , %	S <sub>C<sub>5</sub>+</sub> , %	Выход продуктов реакции, %											
					{C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub>	i-Б	2,2ДМПр	2М Б	2,2Д МБ	2МП	2,2ДМП	2,2,3 ТМБ	3,3ДМП	2МГ	3МГ	3ЭП
1,5	250	6,6	54,5	93,9	–	0,4	0,1	–	2,0	1,5	–	2,1	–	0,1	–	0,4
	300	10,3	75,7	95,1	–	0,5	0,1	–	4,5	3,2	–	1,8	–	0,1	–	0,1
	350	27,7	85,9	99,6	–	0,1	1,5	0,3	12,9	9,1	0,4	2,8	0,5	0,1	–	–
	400	29,1	76,3	99,3	0,1	0,1	2,0	0,4	11,4	8,4	2,2	3,1	1,1	0,1	0,1	0,1
2,5	250	5,6	62,5	100	–	–	0,4	–	1,8	1,3	–	1,9	0,2	–	–	–
	300	11,2	82,1	100	–	–	0,9	0,1	4,9	3,3	0,1	1,7	0,1	0,1	–	–
	350	26,1	86,2	100	–	–	1,1	0,1	12,3	9,0	0,2	2,9	0,4	0,1	–	–
	400	20,8	86,1	98,6	0,1	0,2	0,7	0,1	9,2	7,9	0,1	2,1	0,3	0,1	–	–
5,0*	250	11,6	72,4	95,7	–	0,5	–	0,1	4,9	3,4	–	2,2	–	0,2	–	0,3
	300	29,5	85,8	96,6	–	1,0	–	0,1	14,4	10,8	–	2,4	0,5	0,1	0,1	0,1
	350	30,6	72,5	98,7	0,1	0,3	1,8	0,1	12,0	8,3	0,3	5,9	1,8	–	–	–
	400	54,8	53,8	99,3	0,3	0,1	2,6	0,4	14,4	12,1	0,9	11,9	11,6	0,2	0,2	0,1

Как видно из таблицы 4, на модельной пентан-гексановой смеси оптимальную активность в реакции гидроизомеризации проявляет платиновый катализатор с соотношением 5,0 ммоль Zr<sup>4+</sup>/г CaHMM, конверсия смеси на котором достигает 54,8% при 400<sup>0</sup>С. Повышение температуры приводит к значительному росту активности. На этом катализаторе выход изогексанов составляет 26,5%, из которых выход С<sub>6</sub>-диизомера составляет 14,4%. Выход изопентанов составляет 3,0%. Найдено, что в исследованном интервале температур селективность по С<sub>5+</sub> изомерам для всех катализаторов сохраняется очень высокой 93,9-100%, что является принципиально важным для катализаторов гидроизомеризации н-алканов. Количество продуктов гидрокрекинга не превышает 0,3%.

Наличие С<sub>7</sub>-изомеров свидетельствует, вероятно, о побочно протекающих процессах диспропорционирования при изомеризации смеси н-пентана с н-гексаном, интенсивность которых растет с температурой (рисунок 5). С повышением температуры от 350 до 400<sup>0</sup>С наблюдается значительное повышение выходов изо-С<sub>5</sub>-С<sub>7</sub>-углеводородов.

Как видно из рисунка 5, при концентрации пилларирующего агента, равной 2,5 ммоль/г, активность катализатора проходит через минимум при температурах 350 и 400<sup>0</sup>С. На 0,35%Pt/Zr(1,5)CaHMM-катализаторе при 400<sup>0</sup>выход изопентанов и изогексанов составляет 22,2%. Для 0,35% Pt с концентрацией Zr 2,5 ммоль/г выход изопентанов и изогексанов уменьшается до 17,9%. При увеличении концентрации пилларирующего агента до 5,0 ммоль/г выход изогексанов и изопентанов составляет 29,5% [20].

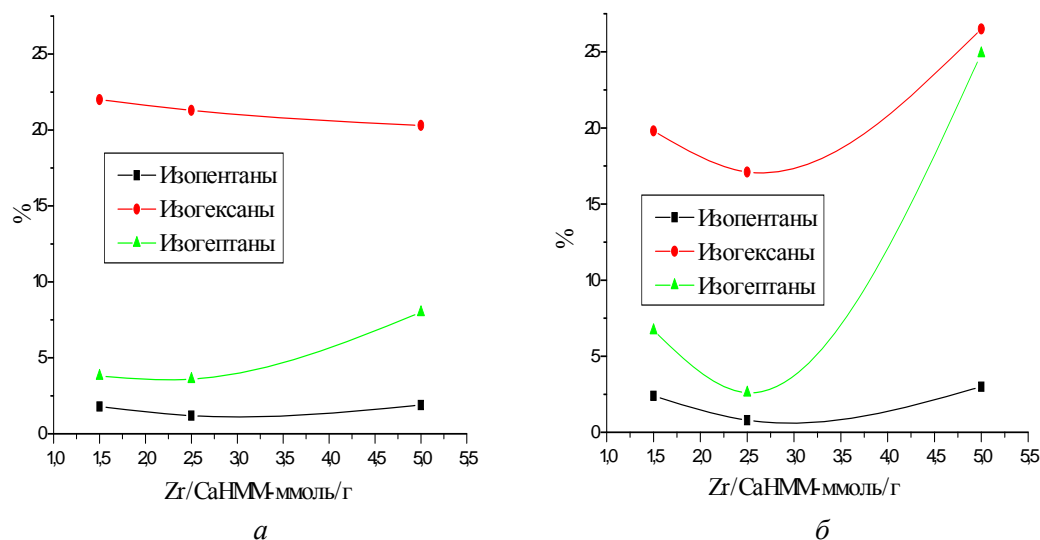


Рисунок 5 – Выход изомеров при 350<sup>0</sup>С (а) и при 400<sup>0</sup>С (б) на 0,35мас.% Pt/ZrCaHMM катализаторах с различным соотношением Zr<sup>4+</sup>/CaHMM

Следует отметить, что наряду с изопентанами и изогексанами на этих катализаторах образуются значительные количества изогептанов. С ростом содержания Zr от 1,5 до 2,5 ммоль/г количество образующихся изогептанов, как и изогексанов, проходит через минимум. Так, на катализаторах с содержанием Zr, равным 1,5 и 2,5 ммоль/г, выход изогептанов снижается от 6,7 до 2,6%. С ростом содержания циркония в катализаторе выход изогептанов растет и при 400<sup>0</sup> на 0,35%Pt/Zr(5,0) CaHMM достигает 24,9%.

Таблица 5 – Кислотность 0,35% Pt/ZrCaHMM при различных соотношениях Zr<sup>4+</sup>/г CaHMM =1,5; 2,5 и 5,0 ммоль/глина

Соотношение Zr:CaHMM	Содержание кц	Кислотные центры			
		Слабые <200 <sup>0</sup> С	Средние 200-300 <sup>0</sup> С	Сильные >300 <sup>0</sup> С	Общая кислотность
(1,5)	%	83,53	16,47	–	100
	мкмоль NH <sub>3</sub> /г	39,92	7,87	–	47,79
(2,5)	%	45,31	43,16	11,53	100
	мкмоль NH <sub>3</sub> /г	32,45	30,92	8,26	71,63
(5,0)	%	54,32	37,91	7,77	100
	мкмоль NH <sub>3</sub> /г	93,41	65,18	13,36	171,94

При увеличении концентрации пилларирующего агента суммарное содержание кислотных центров растет. Оптимальное суммарное число средних и сильных кислотных центров (54,7% и 45,7%) приходится на Pt-катализатор с соотношением 2,5 и 5,0 ммоль/г = Zr<sup>4+</sup>/г CaHMM. Именно на этих композитных катализаторах выход изопарафинов растет в~2 раза. Для Pt/ZrCaHMM-контактов, таким образом, наблюдается корреляция активности с суммарным количеством средних и сильных кислотных центров.

Полученные данные свидетельствуют о возможности использования столбчатого ММ для приготовления бесцеолитных катализаторов в изомеризации пентан-гексановой фракции.

**Благодарность.** Выражаем благодарность сотрудникам лаборатории физико-химических методов исследований с.н.с., к.х.н. Шаповалову А.А., н.с., Григорьевой В.П. и н.с., Яскевичу В.И. за определение текстурных свойств, фазового и элементного состава катализаторов.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Иванова А.А., Гильмутдинов А.Т. Изомеризация пентан-гексановой фракции. Высокие технологии в современной науке и технике. – 2013. – Т. 2. – С. 59-63.
- [2] Кузнецова Л.И., Казбанова А.В., Кузнецов П.Н. Текстуальные свойства и кристаллическая структура модифицированного вольфрамат-анионами диоксида циркония-катализатора изомеризации легких алканов // Нефтехимия. – 2012. – Т. 52, № 5. – С. 377-379.
- [3] Лapidус А.Л., Ментюков Д.А., Дергачев А.А., Мишин И.В., Силакова А.А. Изомеризация n-гексана на Pt-содержащих цеолитах L и эрионите // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2005. – № 7. – С. 9-12.
- [4] Бикметова Л.И., Казанцев К.В., Затолокина Е.В., Дроздов В.А., Шилова А.В., Паукштис Е.А., Смоликов М.Д., Белый А.С. Исследование Pt/SO<sub>4</sub>/ZrO<sub>2</sub> систем, нанесенных на SiO<sub>2</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, в реакции изомеризации n-гексана // Химия в интересах устойчивого развития. – 2013. – № 1. – С. 47-53.
- [5] Смоликов М.Д., Гончаров В.Б., Садовская Е.М., Казанцев К.В., Затолокина Е.В., Кирьянов Д.И., Паукштис Е.А., Бальжинимасев Б.С., Белый А.С. Изучение роли состояния платины в катализаторах Pt/SO<sub>4</sub>/ZrO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> для изомеризации n-гексана // Катализ в промышленности. – 2013. – № 6. – С. 51-60.
- [6] Кузнецов П.Н., Твердохлебов В.П., Кузнецова Л.И., Казбанова А.В., Мельчаков Д.А., Довженко Н.Н. Новые катализаторы на основе диоксида циркония для изомеризации алканов нефтяных фракций // Journal of Siberian Federal University. Engineering and Technologies. – 2011. – № 4. – P. 438-452.
- [7] Иванова А.А., Гильмутдинов А.Т. Исследование низко- и среднетемпературной изомеризации пентан-гексановой фракции // Нефтегазовое дело. – 2013. – № 1. – С. 341-348.
- [8] Мириманян А.А., Вихман А.Г., Мкртычев А.А. Промышленный опыт работы установок изомеризации пентан-гексановой фракции // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2006. – № 4. – С. 22-31.
- [9] Чеканцев Н.В., Кравцов А.В., Дуброва Т.В. Формализованный механизм превращений углеводородов пентан-гексановой фракции на поверхности бифункциональных Pt-катализаторов изомеризации // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – № 3. – С. 34-37.
- [10] Ибрагимов А.А., Ягафарова Я.А., Панчихина Л.А. и др. Изомеризация n-гексана в присутствии катализатора – суперкислотной ионной жидкости с добавлением метициклопентана // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2013. – № 2. – С. 24-29.
- [11] Волченко А.Г., Пантелеев Д.В., Сыркин А.М. Перспективы внедрения процесса изомеризации пентан-гексановой фракции на Оренбургском гелиевом заводе // Башкирский химический журнал. – 2012. – № 3. – С. 40-42.
- [12] Агабеков В.Е., Сеньков Г.М. Каталитическая изомеризация легких парафиновых углеводородов // Катализ в промышленности. – 2006. – № 5. – С. 31-35.
- [13] Брей В.В., Левчук Н.Н., Мележик А.В., Патриляк К.И. Влияние условий синтеза суперкислотных WO<sub>x</sub>/ZrO<sub>2</sub>-систем на их каталитические свойства в реакции изомеризации n-гексана // Катализ и нефтехимия. – 2000. – № 5-6. – С. 59-65.
- [14] Yamanaka S., Brindley G.W. High surface area solids obtained by reaction of montmorillonite with zirconyl chloride // Clays and clay Minerals. – 1979. – Vol. 27. – P. 119-124.
- [15] Gil A., Massinon A., Grange P. Analysis and comparison of the microporosity in Al-, Zr- and Ti-pillared clays // Microporous Materials. – 1995. – Vol. 4, N 5. – P. 369-378.
- [16] Issaadi R., Garin F., Chitour Ch.E., Maire G. Catalytic behaviour of combined palladium – acid catalysts: use of Al and Zr- pillared montmorillonite as supports. Part I: Reactivity of linear branched and cyclic hexane hydrocarbons // Applied Catal. – 2001. – Vol. 207. – P. 323-332.
- [17] Малимбаева М.М., Закарина Н.А., Акулова Г.В. Pt-катализаторы на столбчатом цирконий содержащем монтмориллоните в изомеризации n-гексана // Известия НАН РК. Сер. хим. – 2007. – № 3. – С. 27-31.
- [18] Кузнецов П.Н., Кузнецова Л.И., Жижаев А.М. Скоростной синтез наноструктурированного тетрагонального оксида циркония в механохимическом аппарате // Химия в интересах устойчивого развития. – 2002. – № 10. – С. 135-141.
- [19] Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. – М.: Мир, 1970. – 408 с.
- [20] Акурпекова А.К., Закарина Н.А., Акулова Г.В., Далелханулы О., Жумадуллаев Д.А. Изомеризация пентан-гексановой фракции на Pt-катализаторах, нанесенных на пилларированный цирконием монтмориллонит V Российская конференция // Актуальные проблемы нефтехимии. Памяти академика В. Н. Ипатьева. – Звенигород, 18-21 октября 2016. – С. 132-133.

## REFERENCES

- [1] Ivanova A.A., Gil'mutdinov A.T. *Vysokie tekhnologii v sovremennoy nauke i tekhnike*. 2013. Vol. 2. P. 59-63 (in Russ.).
- [2] Kuznecova L.I., Kazbanova A.V., Kuznecov P.N. *Neftekhimiya*. 2012. Vol. 52, N 5. P. 377-379 (in Russ.).
- [3] Lapidus A.L., Mentuykov D.A., Dergachev A.A., Mishin I.V., Silakova A.A. *Neftepererabotka i neftekhimiya*. 2005. N 7. P. 9-12 (in Russ.).
- [4] Bikmetova L.I., Kazancev K.V., Zatolokina E.V., Drozdov V.A., Shilova A.V., Paukshtis E.A., Smolikov M.D., *Himiya v interesah ustojchivogo razvitiya*. 2013. N 1. P. 47-53 (in Russ.).
- [5] Smolikov M.D., Goncharov V.B., Sadovskaya E.M., Kazancev K.V., Zatolokina E.V., Kir'yanov D.I., Paukshtis E.A., Bal'zhinimasev B.S., Belyj A.S. *Kataliz v promyshlennosti*. 2013. N 6. P. 51-60 (in Russ.).
- [6] Kuznecov P.N., Tverдохlebov V.P., Kuznecova L.I., Kazbanova A.V., Mel'chakov D.A., Dovzhenko N.N. *Journal of Siberian Federal University. Engineering and Technologies*. 2011. N 4. P. 438-452 (in Russ.).
- [7] Ivanova A.A., Gil'mutdinov A.T. *Neftegazovoe delo*. 2013. N 1. P. 341-348 (in Russ.).
- [8] Mirimanyan A.A., Vihman A.G., Mkrtychev A.A. *Neftepererabotka i neftekhimiya*. 2006. N 4. P. 22-31 (in Russ.).

- [9] Chekancev N.V., Kravcov A.V., Dubrova T.V. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta*. **2008**. N 3. P. 34-37 (in Russ.).
- [10] Ibragimov A.A., YAgafarova Y.A.A., Panchihina L.A. i dr. *Neftepererabotka i neftekhimiya*. **2013**. N 2. P. 24-29 (in Russ.).
- [11] Volchenko A.G., Panteleev D.V., Syrkin A.M. *Bashkirskij himicheskij zhurnal*. **2012**. N 3. P. 40-42 (in Russ.).
- [12] Agabekov V.E., Sen'kov G.M. *Kataliz v promyshlennosti*. **2006**. N 5. P. 31-35 (in Russ.).
- [13] Brej V.V., Levchuk N.N., Melezhih A.V., Patrilyak K.I. *Kataliz i neftekhimiya*. **2000**. N 5-6. P. 59-65 (in Russ.).
- [14] Yamanaka S., Brindley G.W. *Clays and clay Minerals*. **1979**. Vol. 27. P. 119-124.
- [15] Gil A., Massinon A., Grange P. *Microporous Materials*. **1995**. Vol. 4, N 5. P. 369-378.
- [16] Issaadi R., Garin F., Chitour Ch.E., Maire G. *Applied Catal*. **2001**. Vol. 207. P. 323-332.
- [17] Malimbaeva M.M., Zakarina N.A., Akulova G.V. *Izvestiya NAN RK. Ser. him*. **2007**. N 3. P. 27-31 (in Russ.).
- [18] Kuznecov P.N., Kuznecova L.I., Zhizhaev A.M. *Himiya v interesah ustojchivogo razvitiya*. **2002**. N 10. P. 135-141 (in Russ.).
- [19] Greg S., Sing K. *Adsorbciya, udel'naya poverhnost', poristost'*. Moskva: Mir, **1970**. 408 p. (in Russ.).
- [20] Akurpekova A.K., Zakarina N.A., Akulova G.V., Dalelhanuly O., ZHumadullaev D.A. *V Rossijskaya konferenciya. Aktual'nye problemy neftekhimii. Pamyati akademika V.N. Ipat'eva*. Zvenigorod. 18-21 oktyabrya **2016**. P. 132-133 (in Russ.).

**Н. А. Закарина, А. К. Акурпекова**

«Д. В. Сокольский атындағы Жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ, Алматы, Қазақстан

### **БАҒАНАЛЫ ЦИРКОНИЙ ТАҒАН МОНТМОРИЛЛОНИТІНЕ ЕНГІЗІЛГЕН Рҫ-КАТАЛИЗАТОРЫНДА ПЕНТАН-ГЕКСАН ФРАКЦИЯЛАРЫН ИЗОМЕРЛЕУ**

**Аннотация.** Жұмыста циркониймен пилларирленген Тағандық монтмориллонитке (ZrCaHMM) енгізілген Рт-катализатордағы пентан-гександы фракцияның гидроизомеризациясының мәліметтері келтірілген. РФА мәліметтері бойынша цирконийдің әртүрлі құрамы бар 0,35%Pt/ZrCaHMM-катализаторында әдебиеттердегі мәліметтер бойынша изомерлеуші белсенділікті арттыратын тетрагональді түрдегі цирконий оксиді идентифицирленген. Аммиактың ТПД мәліметтері бойынша Zr концентрациясы 1,5 ммоль/г-нан 5,0 ммоль/г-ға дейін артқанда жалпы қышқылдық 116,59 мкмоль NH<sub>3</sub>/г-нан 209,83 мкмоль NH<sub>3</sub>/г-ға дейін 2 есеге жуық өсетіні көрсетілді, ал орташа және әлсіз қышқылдық орталық құрамы басым катализаторлар көбірек белсенділік танытты. Массалық қатынасы 37,1:62,9 болған пентан-гексан модельдік қоспасының гидроизомеризация реакциясында 400<sup>0</sup>С кезінде конверсиясы 54,8%-ға жететін 0,35%Pt/Zr(5,0)CaHMM-катализаторы оптимальді белсенділік көрсетті. Бұл катализаторда изогександар шығымы 26,4% құрайды, оның ішінде С<sub>6</sub>-диизомерлері-14,4%, ал изопентандар шығымы-3,0%. Цирконий құрамды Рт-катализатордағы пентан-гександы модельдік гидроизомеризациясында 400<sup>0</sup>С кезінде изогептандардың көп мөлшері түзілетіні анықталды. Катализатор құрамы оңтайлы болғанда пайда болатын изогептандар мөлшері 24,9%-ға жеткен.

**Түйін сөздер:** изомеризация, катализатор, қ-пентан, қ-гексан, цирконий, бағаналы монтмориллонит, диметилбутан, метилпентан.

#### **Сведения об авторах:**

Закарина Н. А. – д.х.н., проф. ИТКЭ им Д. В. Сокольского, Алматы, nelly\_zakarina@rambler.ru  
Акурпекова А. К. – к.х.н., с.н.с., ИТКЭ им Д. В. Сокольского, Алматы, akurpekova@mail.ru



**S. A. Mashekov, M. R. Maulenova**Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satpaev, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: maulenova\_m@mail.ru**METHODS OF PRODUCTION OF PREFORM FOR FOIL**

**Abstract.** Sheets, ribbons, wires, aluminum alloy foil may be manufactured using different processing schemes. The economic efficiency of the processing of aluminum alloys depends on many factors, such as technical and economic characteristics of the equipment, production capacity, raw material costs and materials, and so on. Traditional rolled production schemes of the ingot exist for decades, and their improvement is, as a rule, by improving the equipment.

In the world about 50% of pre-strip to foil still produce the traditional method of hot rolling ingots. Till 1960s it was the only way to produce foil blanks, which in the following decades, faced with strong competition from the direct strand reduction method of rolling. In practice, almost all the new foil mills built in the last half-century, working on the direct strand reduction procurement.

Combined method of casting aluminum alloys at casting-rolling units from the melt is one of the new directions in the development of the production of rolled products and foils. The method of continuous casting and rolling to flat pieces of aluminum has a relatively short history, and has received intensive development in 70-80- years of the last century and is an alternative method for producing the slab from an ingot in a conventional manner. The article provides an overview comparing the methods of making a foil work piece.

**Keywords:** aluminum bars, foils, molding, rolling.

ӨОЖ 621.771

**С. А. Машеков, М. Р. Мауленова**

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті, Алматы, Қазақстан

**ФОЛЬГАҒА АРНАЛҒАН ДАЙЫНДАМАЛАРДЫ  
ӨНДЕУ ӘДІСТЕРІ**

**Аннотация.** Алюминий балқымаларынан жолақтар, таспалар, сым, фольгалар түрлі технологиялық сұлба арқылы дайындалуы мүмкін. Алюминий балқымаларын өңдейтін өндірістің экономикалық тиімділігі: жабдықтың технико-экономикалық көрсеткіштеріне, өндіріс көлеміне, материалдар мен шикізаттың өзіндік құны сияқты әртүрлі факторларға байланысты. Құйма арқылы илемдеу өндірісінің дәстүрлі сызбасы көптеген жылдар бойы жабдықтарды заманауи технологиямен жетілдіру арқылы дамып келеді.

Алюминий фольгаларына арналған дайындамаларды өңдеу технологиясына келер болсақ, әлемде шамамен 50% дәстүрлі құймаларды қыздырып илемдеу әдісімен өндіріледі. 1960 жылдарға дейін бұл фольга дайындамаларын өңдеудің жалғыз жолы болып келді. Ол кейіннен құймасыз жаймалау әдісі тарапынан үлкен бәсекелестікке ұшырады. Соңғы жылдары салынған фольгаилемдеу кәсіпорындары түгелдей құймасыз дайындамамен жұмыс істейді. Алюминий таспасын салқын түрде жаймалау алюминий қаңылтырын, профилдерді, фольгаларды қажетті қалыңдықтағы тағы да басқа басқа өнімдерді алудың соңғы сатысы болып табылады. Жұқатабақтық илемдеу мен фольга өндіру дамуының жаңа бағытының бірі – құю-илемдеу агрегаттарында алюминий қорытпаларын құюдың және илемдеудің біріккен әдісі. Жазық алюминий дайындамаларына арналған үздіксіз құю және илемдеу әдісі өткен ғасырдың 70-80 жылдары қарқынды дами бастады. Мақалада осы екі әдісті салыстыра отырып кемшілігі мен артықшылықтарына шолу жасалған.

**Түйін сөздер:** алюминий дайындамалары, фольга, құю, илемдеу технологиясы.

**Кіріспе.** Жұқа алюминий фольгаларын үзіліссіз жаймалаудың негізгі маңызды шарттарының бірі – шығын металлдың жоғары сапалы болуы. Өндіру тәжірибесі мен көптеген зерттеулер қорытындысы фольгаға арналған дайындамаға қойылатын талаптарды айқындауға мүмкіндік берді: 100 г металлда сутегі көлемі  $0,17 \text{ м}^3$  аспауы, оксидтер мен зиянды қоспалар мөлшері минималды болуы, металл көлемі бойынша химиялық құрамының біркелкілігі, сондай-ақ ұсақ түйіршіктерінің құрылымы біртектілігі және темір мен кремний қосылысы 3 %-тен көп болуы керек. Мұндай талаптарды орындау балқыту, балқымаларды күйудың заманауи жаңа технологияларына қол жеткізу арқылы мүмкін болып отыр [1].

Ұзақ уақыт бойы фольга тек техникалық А0, А5, А7 алюминий маркаларынан өндіріліп келді. 80-жылдардың соңында ғана жоғары американдық тауар маркалары – АА 1050, АА 1200, АА 8011, механикалық сипаттамаларымен азлегірленген алюминий қорытпалары қолданыла бастады. 8006, 3003 жоғырлегірленген алюминий қорытпаларынан фольга өндіру 2001-2003 жылдары ғана Санкт-Петербург фольгаилемдеу зауытында енгізіле бастады [2].

**Құймалар арқылы фольгаға арналған дайындамалар өңдеу.** Көптеген ТМД аймағындағы және шетелдік кәсіпорындар жұқатабақтық өнімдерді құймалық дайындамамен өндіреді. Фольганы дәстүрлі әдіспен өндіру балқыманы өңдеу, оны қыздыру соңынан ыстықтай және суықтай илемдеу процессінен тұрады.

*Алюминиді балқытуға арналған пештер.* Алюминий фольгасын өндіретін кәсіпорындарда технологиялық процесс балқытудан басталады. Ол үшін газдық немесе мазуттық пештер пайдаланылады. Әдетте газдық пештерде жалын жылдамдығы 90 м/с дейінгі жоғары жанарғылар қолданылады. Олар балқытуға керекті уақыт шығыны өте аз жоғары турбуленттілік арқасында жылу алмасу мүмкіндігі жоғары пеш камерасында температураның біркелкі таратады, балқыту кезінде шлақтың пайда болуын төмендетеді. Пештер рекуператорлармен жабдықталған. Кеткен газдар  $1050 \text{ }^{\circ}\text{C}$ -қа дейінгі жанарғыға берілген ауаны қыздырады, содан кейін газ температурасы  $450 \text{ }^{\circ}\text{C}$ -қа дейін түседі.

Балқыту пештерінің өнімділігі құймасыз жаймалау қондырғыларынан екі есе жоғары. Пештегі сұйық металл астауының тереңдігі 65-75 см-ге дейін жетеді.

1-суретте «FATA-Hunter» фирмасының стационарлық газ пешінің және араластырғышының сұлбасы берілген [3].

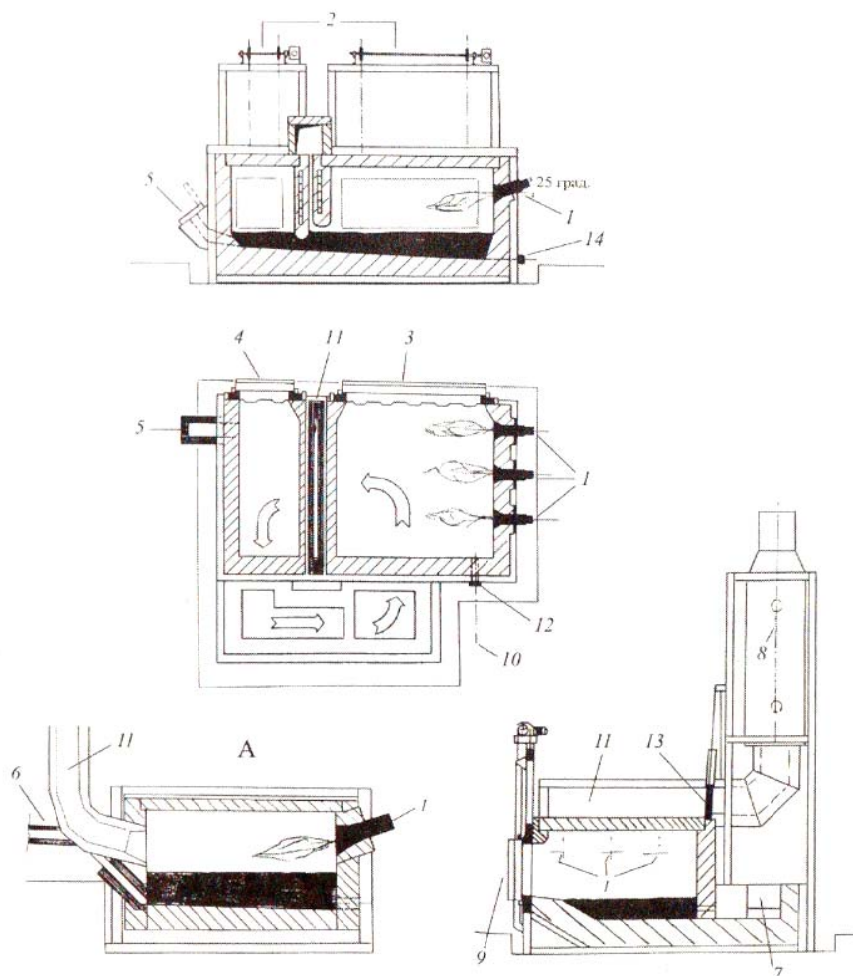
Пештегі балқытылған алюминий бетінен шлак түріндегі қоспаларды сүзіліп алып тазарту үшін флюстармен өңделеді. Химиялық құрамы тексерілгеннен кейін алюминий еңкейту жолымен миксерге құйылады. Стационарлық пештерде науалар арқылы құйылады.

Миксердегі салынды  $700-760 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ -та температурада ұсталады. Алюминийді ұстап араластырғыш-пеш балқытатын пешке қарағанда сыйымдылығы екі есе аз болады. Онда балқыма тазартылып, алдын-ала газсыздандырады. Миксердің шығу тұсында алюминий балқымасы ағынының біркелкілігін қамтамасыз ететін қалытқылы деңгей өлшеуші реттегіш – аралық футерлік қорап орналастырылады. Реттегіш миксердің еңкеюіне ықпал етеді.

*Сұйық алюминийді өңдеу.* Сүзу – саңылаусыз, өте жұқа алюминий фольгаларын өндіру құрамынан сілтілік металлдардың микроқоспаларын, оксидтердің бөлшектерін жою және оттегі мөлшерін азайту үшін сұйық алюминийді өндеудің түрлі тәсілдерін қолдануды талап етеді. Ең маңыздысы сұйық алюминийді түрлі құралдар қолданып – шыныталшықтарынан тоқылған торлардан бастап, пенокерамикалық немесе ұсақ түйіршікті сүзгілеуіш ортаны қолдану арқылы сүзуге болады. Пенокерамикалық фильтрлер қолдануға қарапайым, қымбат емес, шағын және қосымша әрдайым қыздырып отыруды қажет етпейді. Осы қасиеттеріне байланысты ол әлемдік алюминий шикізаттарын өндіруде, соның ішінде фольга өндірісінде кеңінен қолданылады.

Технологиялық ағымда сонымен қатар сүзгілеуден бөлек сутегін жою қажет. «Foseco International» (Ұлыбритания) фирмасы балқыманы механикалық араластыруға арналған қанатшалары бар вакуумдық газсыздандыру құрылғысын шығарды.

Балқыған алюминийді оксидтерден тазалау үшін керамикалық пеносүзгіштер қолданылды. Мұндай фильтрлерді қолдану жұқа алюминий фольгасын алу үшін өте маңызды, өйткені оксид түйіршіктерінен фольгада тесік-ақаулар пайда болады, мұндай фольгаларды орама өндірісінде қолдану мүмкіндігін азайтады.



1-сурет – «Fata-Hunter» фирмасының балқыту пеші мен миксері:

- 1 – жанарғылар; 2 – есікті көтеру механизмі; 3 – басты есік; 4 – скрапты жүктеу есігі; 5 – сұйық металлды құю терезесі; 6 – балқытқыш пештен келетін сұйық металл; 7 – сұйық металлды рециркуляциялау жүйесі; 8 – жылу рекуператоры; 9 – жүктеу есігі; 10 – миксерге; 11 – мұржа; 12 – летка; 13 – заслонка; 14 – дренаждық саңылау

Алюминий таспаларын және фольга өндіретін зауыттарда құймасыз жаймалау қондырғыларында өлшемі 230-380 мм дейінгі ұяшық диаметрі 0,9 мм. фильтрлер қолданылады. Бұл фильтрлердің өткізу қабілеті сағатына 2,5 тоннадан 10 тоннаға дейін. Мұндай фильтрлерді 20 т алюминий өткізгеннен кейін ауыстырып отыру керек.

Керамикалық фильтрді сұйық металл ағып өтетін арнайы астауға орналастырады. Жұмыс алдында астау мен сүзгіні астыңғы жағынан газды-ауа жанарғыларымен 15-20 минут қыздырады. Қыздыру температурасы (қызыл-шие түсіне дейін) 700 °C тан аспау керек [4].

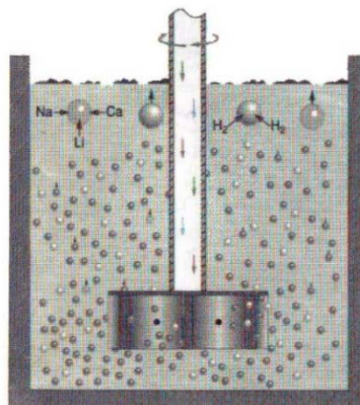
*Ағымды газсыздандыру және рафинадтау.* Рафинадтау мен газсыздандыруға арналған (сопло арқылы инертті газбен флотациялау) Америкалық «Union Carbide» фирмасының SNIF қондырғысы көптеген елдердің құю цехтарында кеңінен қолданылады. Ол балқытылған алюминий құрамынан сутегіні, метал емес бөлшектерді, сілтілік металдарды (Na, Li, Ca, K) технологиялық газдың (Ar+0.5-1.0 %) ұсақ көпіршіктерін айналмалы ротормен жіберу арқылы іске асады (2-сурет).

Ротордың айналуы балқытылған алюминийдің түгелдей таралатын көп мөлшерде газ көпіршіктерін шығарады. Қалқып шыққан көпіршіктері балқымада еріген сутегіні адсорбациялайды. Хлор ерігенсілтілік металдармен реакцияласып, тұз түзеді. Ол балқыма бетіне қалқып шығып, сүзіліп алынып тасталады.

Металл емес қосындылар газ көпіршіктеріне жабысып балқыма бетіне қалқып шығады [5].

*Құю деңгейін реттеу.* Заманауи құймаларды құю және фольгалық дайындамаларды құймасыз жаймалау сұйық алюминий ағынын жоғары дәлдікпен реттеуді және құю қораптарында металл деңгейін реттеуіш құралдарды талап етеді.

2-сурет –  
Алюминий балқымасын  
газдық дисперсионды өндеу



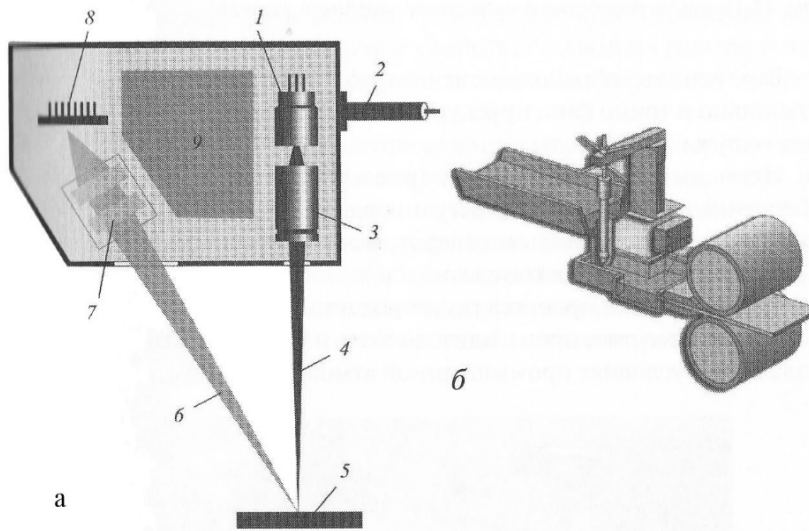
Сұйық алюминий деңгейін механикалық реттеу, сапалы өнім шығарудың барлық талаптарына сай тұрақты шарттарды қамтамасыз ету оператор жұмысына байланысты. Қорытпа бетіне бірнеше сантиметр жоғары орналастырылатын байланыссыз және индуктивтік датчиктерді қолданудың мүмкіндіктері өте шектеулі. Өйткені, балқыма деңгейі кенет көтеріліп, немесе деңгейді бақылауда қателіктер болған жағдайда датчиктер бұзылудан еш қорғалмаған. Жиі бұзылып, көп жөндеу жұмыстарын талап етеді. Мұндай жүйелер басқарудың кешенді жүйесін талап етеді.

Деңгейді ультрадыбыстық бақылау құралдары балқытылған алюминийдің жылулық әсерінен айтарлықтай қателіктерге ұшырайды.

Байланысты-электродты датчиктер жоғары және төменгі деңгейлерді сәтті қадағалай алады, бірақ үздіксіз өзгерістерді бақылай алмайды.

Лазерлік техника негізінде датчиктерді қолдану кейінгі кезде алюминий дайындамаларын даярлау өндірісінде кеңінен қолданылуда. Оларды алюминий балқымасынан жоғары жағына қашықтан орналастырады. Жылудан қорғайтын таттанбайбын болаттан жасалған қорабы ауа арқылы суытылып, оны жоғары температурадан, шыққан газдан, механикалық зақымданудан қорғайды.

«Precimater» (Швеция) фирмасының шығарған «ProH» сұйық металлдың деңгейін бақылау құралы лазерлік техникаға және түтін, жоғары температура, бу жағдайларында жұмыс істеуге негізделген (3-сурет).

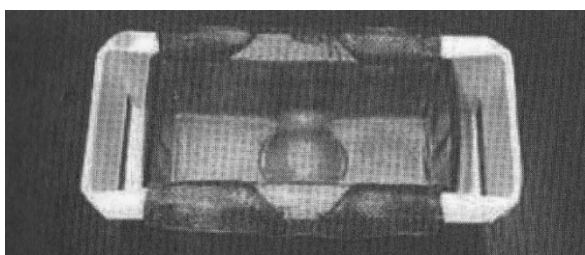


3-сурет – Ультрадыбыстық «ProH» датчигінің жұмыс принципі

1-2 лазерлік диод 3 фокустеуші жүйесі арқылы 5 металл айнасына 4 жіңішке сәуле шығарады. Онда жарық сызығы пайда болып, сәуле оптикалық жүйеде мегапиксельдік цифрлық видеокамераның матрицасына түседі. Процессор шағылысқан беттің қашықтығын есептейді. Процессор алынған белгіні талдайды, деңгейін анықтайды. Жарық нұрының күшін азайту үшін белгіні жарық шығаратын диодқа жібереді. Егер осы аралықта қандай да бір кедергі кездесетін болса процессор оны анықтап сәуле күшін артырады. Металл деңгейін өлшеу дәлдігі 0,3-0,5 мм. Процессордан белгі балқыма ағынын реттеу үшін орындаушы механизмге беріледі. Лазер шығарған жарық күші 1 МВт, лазер классификациясының 2 класына жатады, көзге зиянсыз.

*Құю кезінде балқыманы тарату.* Алюминий құймаларын құятын зауыттарда машинаның кристаллизаторына әйнекталшықты маталардан жасалған балқытылған металлды таратқыштар кеңінен қолданылады. Металды құю кезінде тарату кристаллизатордың температуралық профилін, құйманың микроқұрылымын, оксид бөлшектерінің, кез-келген ірі бөлшектер мен қосындылардың құймаға түспеуін анықтайды. Бұл жұқа фольгаларды жаймалау кезінде тесіктер пайда болмауына әсер етеді.

«Pyrotek» фирмасы көп рет қолданылатын, қажет жағдайда формасын тез өзгертетін сұйық алюминийді таратуға арналған «ТСК» формалар жасап шығарды. Ол сырты композиттік материалмен қоршалған, ішкі беті жанбайтын, түтінсіз әйнекталшықты «F-100» матасымен жабылған. Бұл таратқыштардың артықшылығы біркелкі температура, құйманың тұрақты қасиеті, металл ағынының аз турбуленттігі, ыңғайлы жанбайтын құрылым, қасиетті мен өлшемінің әрдайымдалығы, түтінсіз жұмыс, балқытылған алюминийдің температурасында 75 минутқа дейін қалыбын сақтап тұруы, қолданудың қарапайымдылығы және ыңғайлылығы. «ТСК» таратқыш алюминий ағынынан мүлде деформацияға ұшырамайды (4-сурет).



4-сурет –  
Көпретті қолдануға арналған сұйық металл таратқыш

*Құймаларды құю және оларды илемдеуге дайындау.* Алюминий құймаларын әдетте құю үстелін гидравликалық немесе механикалық босату арқылы жұмыс істейтін жартылай үздіксіз құю машиналарында орындалады

Соңғы жылдары алюминий құймаларын жартылай үздіксіз құюға арналған машиналар құрылымы айтарлықтай жетілдірілді. «Thermcon Ovens» (ФРГ) фирмасы әрдайым сұйық металл түсіп, қатып, құю процессіне токтатуға тура келетін құю үстелінде орналасқан ішкі бағыттауыштарды жойды. Оның орнына құю үстелін демеуге және жылжытуға үстелді металл құю жылдамдығына сай берілген жылдамдықпен қозғалатын жабық гидроцилиндрді қолдана бастады. Заманауи жабдықтар кристаллизатордағы балқыманың деңгейін бақылау және құюды автоматтандыратын лазерлі датчиктермен жабдықталған. Құю жылдамдығы, салқындатқыш суды беру, құйылатын құйманың ұзындығы мен сапасы реттеліп отырады. Әдетте, бір мезетте 3-5 құйма құйылады. Соңғы онжылдықта көптеген алюминий илемдеуші зауыттарда электромагнитті кристаллизаторларға (ЭМК) құю технологиясы кең етек алды. ЭМК-ға құйылған құймалар беті тегіс, өндірісте механикалық өндеусіз қолданылады.

Алюминий құймаларының жоғарғы және төменгі бөліктерін кесу үшін дискілі аралар қолданады. Соңғы жылдары бұл мақсатта таспалық аралар да қолданыла бастады. Салмаларға арналған таспалық аралардың кесу жылдамдығы өндірушінің жарнамалық мәліметтері бойынша қалыңдығы 600 мм, ені 1500 мм салманы кесуде 11 мм/с. Дискілі аралардың кесу жылдамдығы 25 мм/с [6].

*Слябтарды қыздыруға арналған пештер.* 2001 жылы «Otto Janker» фирмасы Грекияда «Elval» зауытында слябтарды қыздыру итермелеуші газды пештер өндіріске енгізді. Бір мезгілде пешке 15 немесе 30 слябты (бір қатар немесе сәйкесінше 2 қатар) қалыңдығы 620 мм, ұзындығы 8,4 м. ені 2660 мм дейін. Қарқынды конекциялық қыздырғышпен пештің максималды салындысы рекупертивті жанарғыларымен 450 т. Пеш ЭЕК базасында бақылап отыруға болады, ол толықтай автоматтандырылған. Пеш ішінде слябтарды тасымалдау беттік сырғу арқылы іске асырылады, ол қызған құймалардың тозуына жол бермейді.

*Фольгаға арналған дайындамаларды ыстықтай илемдеу.* 3-6 мм қалыңдыққа дейінгі ыстықтай илемдеу бір клетті реверсивті орнақтарда, сондай – ақ көпклетті жартылай үздіксіз реверсивті қысқыш клеттерімен және үздіксіз бөліктеуші тандем клеттерімен желілерде орындай береді. 5-суретте фольга дайындамаларын ыстықтай илемдеуге арналған орнақтардың негізі түрлерінің сұлбасы берілген [7].

I		<p>1 - дуо немесе кварто реверсивті орнағы 2 - гильотинді қайшылар 3 - орағыш</p>
II		<p>1 - реверсивті орнак 2 - гильотинді қайшылар 3 - дискілі қайшылар 4 - орағыш</p>
III		<p>1 - реверсивті орнак 2 - гильотинді қайшылар 3 - тандем -орнак 4 - дискілі қайшылар 5 - орағыш</p>
IV		<p>1 - реверсивті қысқыш орнак 2 - гильотинді қайшылар 3 - реверсивті аралық орнак 4 - тандем-орнак 5 - дискілі қайшылар 6 - орағыш</p>

5-сурет – Фольгаға дайындамаларын өндеуде қолданылатын ыстықтай илемдеуге арналған орнақтардың сұлбасы:

I – Реверсивтік орнак 2440 мм, фольгалық орнаққа арналған дайындама 1570 мм; «Alcan» фирмасы (Канада);

II – Реверсивтік орнак 2200 мм, фольгалық орнаққа арналған дайындама 1350 мм;

«Hute Aluminium Kopin» фирмасы (Польша);

III – Желі – 2500 мм, фольгалық орнаққа арналған дайындама 2080 мм; «Alunorf-2» зауыты (Германия);

IV – Желі – 2500 мм, фольгалық орнаққа арналған дайындама 1680 мм; Давенпорттағы «Alcoa» зауыты (АҚШ).

Бұл мақсатта қолданылған алғашқы реверсивті орнақтар дуо мен кварто болатын. Ол екінші отан соғысына дейін жұмыс істеп аз көлемде фольгалық дайындамалар шығаратын болған. Кейбір аз көлемде өндіретін зауыттарда олар әлі де қолданылады.

Құйманы илемдеу алында қоспаның құрамы мен қалыңдығына қарай 450-580 °С-қа дейін қыздырып алады. 180-300 м/мин және одан да жоғары жылдамдықпен қайтадан илемдеу кезінде илемдеуді арнайы тұрақты эмульсиялар қолдану арқылы іске асырады. Оның алғашқы концентрациясы 2-6% ал кіру температурасы 35-60 °С соңғы шығу температурасы 230-дан 280 °С-қа дейін [8].

Ыстықтай илемдеу процесі дайындаманы біліктер арасында кристалсыздану температурасы аймағында қысу болып табылады. Ыстықтай илемдеу кезінде қатарынан екі процесс жүреді. Деформациялау кезінде материалды беріктеу және кристалдану нәтижесінде беріксіздендіру. Бұл процесстердің жылдамдықтарының қатынасы ыстықтай илемденген шикізаттардың құрылымы мен қасиетін анықтайды. Ыстықтай илемдеу процесі 3 сатыдан тұрады: а) деформация алдында қыздыру; б) деформациялау; в) деформациядан кейін суыту.

Деформация алдында қыздыру құйылған слябтар жеңіл деформациясы және деформация кезінде аз механикалық күш жұмсалу жағдайларын жасау үшін орындалады. Температураның жоғарлауына байланысты металдың майысқақтығы жоғарлайды, соның әсерінен атомдардың жылулық тербелісі артып, жазықта сырғу кедергісі төмендейді. Илемдеу технологиялық процесін дайындағанда құймаларды илемдеу алдындағы қыздырудың тиімді температурасын, қыздыру жылдамдығын және берілген температурада ұстау уақытын анықтап алу керек [9].

Илемдеуді мүмкін болатын максималды жоғары температурада жүргізу қажет. Илемдеу температурасының жоғары шегі құйма құрамындағы жеңілбалқығыш металдың эвтетикалық қасиеті ескеріледі. Төменгі легіріленген құймалар жоғарылегіріленген құймаларға қарағанда қыздыруды жоғары температураға дейін ұстайды. Илемдеу кезінде жоғары температура құйма майысқақтығын арттыра отырып микротүйіршіктер өлшеміне оң әсер етеді. Ыстықтай илемдеу кезінде температура жоғары болса жұмсартудан кейін микротүйіршіктер өлшемі ұсақ болады.

Қыздырудың төменгі шегі құйылған сляб майысқақтығының төмендеуі ескеріледі. Төменгі температураға әсіресе алғашқы өткелде құйма әлі деформацияланбаған құрылымда болғанда жол берілмейді. Мұндай жағдайда сызаттар пайда болу процесі басталады. Егер құйма жабылмаған



болса (плакирован) оның бетінде ұсақ тор түрінде сызаттар, ал шеттерінде терең жырықтар (надрыв) пайда болады. Бұдан басқа төменгі температурада илемдеу өткелдерде үлкен қысымды қолдануға жол бермейді [10].

Ыстықтай илемдеудің температуралық интервалы көптеген факторларға байланысты: құйманың химиялық құрамы, сляб массасы, қыздыру температурасына, қысу мен илемдеу жылдамдығына, берілген эмульсия көлеміне, жайылманың ені мен қалыңдығына және т.б. Сондықтан әр жағдайда бұл аралықты эксперименталды түрде орнатқан дұрыс.

Ыстықтай илемдеу кезінде температураны таңдауда құймада берілген температура мен қысым әсерінен болатын фазалық айналуы ескеру керек.

Құймаларды қыздыру слябтар барлық бойымен бірқалыпты қызуы керек Қыздырудың жоғары жылдамдығы дұрыс, онда пеш өнімділігі артып, құйма сапасы жақсарады. Бдан басқа қызу кезінде қажетсіз процесстер де орын алуы мүмкін [11].

Алюминий құймалары өте үлкен жылуөткізгіштікке ие, сондықтан қыздыру кезінде температураның төмендеуі тіптен жоғары жылдамдықтың өзінде елеусіз болып саналады. Ауа циркуляциясы бар заманауи пештер құйманың бұзылуына әкеп соғатындай қыздыру жылдамдығына жол бермейді.

Деформация алдында құймалар тотығуы мүмкін. Температура жоғары ал оның илемдеу жылдамдығы төмен болса тотығу жоғары болады. Сляб бетінің жоғары тотығуы жабылған слябтар үшін қауіпті.

1-кестеде алюминий құймаларын жартылайүздіксіз орнақтарда илемдеу кезінде температуралық интервал көрсетілген [12].

1-кесте – Алюминий құймаларын ыстықтай илемдеуде температуралық интервалдар

Құйма маркасы	Металл температурасы, °C			Құйма маркасы	Металл температурасы, °C		
	Илемдеу алдында	Үздіксіз бесклетті топпен	Илемдегеннен кейін		Илемдеу алдында	Үздіксіз бесклетті топпен	Илемдегеннен кейін
А1	>480	480-470	350-360	АМг5	410-450	400-430	360-370
АМг2	450-500	450-470	350-360	АМг6	430-470	400-430	360-370
АВ				D1	410-450	400-410	340-360
АМг	450-480	450-470	350+360	D16			
АМг3	410-450	390-420	310-330				

Қыздыру уақыты қорытпаның маркасы мен құйманың өлшемінен, пеш құрылымына байланысты әдетте 2-8 сағ.

Алюминий қорытпаларынан құймаларын қыздыру әдістемелік электрлік немесе газбен қыздырылатын конвейерлі пештер қолданады. Қыздыру пештерін автоматтандыру қыздыру процессін тұрақтандырып, пештердің өнімділігін арттырады, өнім сапасын жақсартады. Төменде заманауи конвейерлік пештің техникалық сипаттамасы берілген [13].

Пеш қуаты, кВт	540
Пеш кернеу, В	380
Пештегі камералар саны	2
Камералар габариті, мм:	
ұзындығы	38 000
ені	2 550
биіктігі	338
Камерадағы құймалар саны, дана	10-12
Қыздыру аймағының саны	5 (I-V)
Аймақ бойынша қуаты, кВт:	
I, II	150
III	120
IV	80
V	40

Қорытпаның жоғары жылуөткізгіштігі оның бастапқыдағы төменгі температурасы пештің I және II аймағында үлкен жылу ағынын қолдануға мүмкіндік береді. Кіре берісте температурада жылутасушы  $600^{\circ}\text{C}$ , қабылдау аймағында берілген құйма маркасына мүмкін болатын температура орнатылады. Мұндай қыздыру режимі пеш ұзындығы бойынша көлденең ауа циркуляциясы көмегімен реттеледі. Ауа ағынының жылдамдығы  $10\text{ м/с}$ . Қыздырылған құймалар пеш конвейерінен алынып илемдеу орнағының рольгангіне арнайы шанышқылы кранмен ауыстырады. Илемдеуді құйма температурасы қажетті деңгейге түскен кезде бастайды [14].

Зерттеу жұмыстарының мәліметтері бойынша металлды ыстық қысыммен өндеуде сәтті жүргізу үшін негізгі үш факторға қатысты жағдай жасау керек: құрылымдық, температура-жылдамдықты және механикалық.

*Құрылымдық фактор* қорытпаның химиялық құрамымен, негізгі компоненттердің тор түрімен, олардың саны мен орналасуы (шекарасында немесе кристалдар ішінде, жинақталған түрде немесе қатты ертінді түрінде) сондай-ақ мөлшері, формасы және кристалдар бағыты бойынша анықталады.

Құрылымдық фактордың зиянды әсері құйылған материалда көбірек көрінеді. Компоненттердің қолайлы орналасуына қол жеткізу үшін құйылған құрылымды жақарту керек. Ол үшін құманы алдын-ала біртектілендіріп (гомогенизация) ыстық дформацияға ұшырату керек. Қорытындысында берік шекарасы біркелкі микротүйіршіктері бар құрылым пайда болады.

*Температура-жылдамдыққа факторына* келсек, ыстықтай илемдеу жағдайында деформациялауда алғашқыда аз қысым мен температура содан кейін оны жоғарлату арқылы.

*Механикалық фактор* деформациялау кезінде кернеуді құйма қиындысы бойынша біркелкі таралуын талап етеді. Әдеттегі жағдайда кернеу мен деформацияның құйма жолағы немесе қимасы бойынша біркелкі таралмауы айтарлықтай байқалады, әсіресе, капталында және шеттерінде. Бірақ механикалық факторды жақсарту үшін кернеудің біркелкі таралмауын төмендету шаралары емес, құйманың шеткі аймақтарының майысқақтығын арттыру шаралары қолданылады. Мысалы, шеткі аймақтарын көлденең біліктер арқылы илемдеуде, яғни олардың деформациясы керу кернеуін азайтады. Бұл әдіс әсіресе ірі көлемдегі құймаларды илемдегенде тиімді.

Алюминий қорытпаларын илемдегенде деформациялау аймағындағы металл ағынын зерттеу жұмыстары негізінде деформациялау ошағында металл ағынының сипатамасы ыстықтай илемдеу процессіне әсер етеді деп бекітуге болады. Қима бойынша металл ағыны жылдамдығының біркелкі еместігі кернеудің біркелкі таралмауына әкелуі мүмкін. Қорытындысында металдың майысқақтық қасиеті төмендеп, қалдық керу пайда болады. Одан басқа еңбек өнімділігімен өнім сапасы төмендейді.

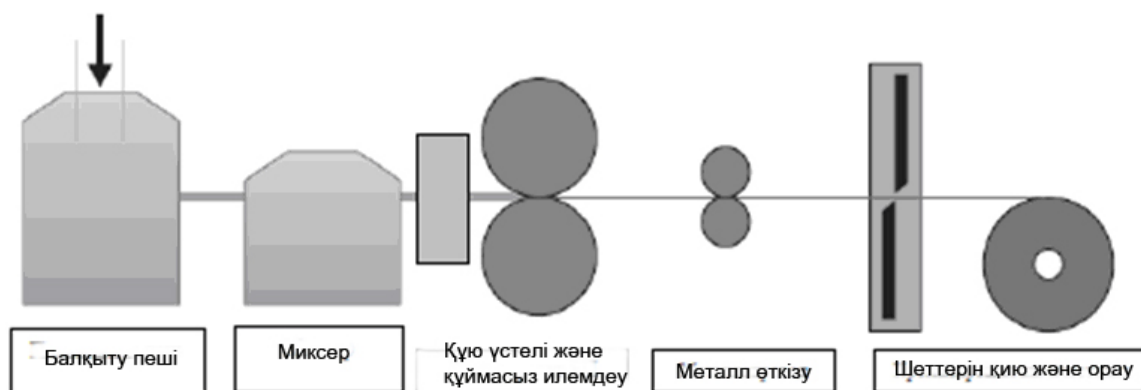
Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде деформацияның біркелкі болмауынан құйманың беткі қабатында кристалсыздану көп, өйткені ол ішкі қабатына қарағанда деформацияға көбірек ұшырайды. Бұл онда кристалсыздану температурасын басталуын төмендетеді. А1 маркалы алюминийді Рентген құрылымдық зерттеу құйманың беткі қабаты әр өткел сайын кристалсызданады, ортанғы қабаты айтарлықтай сирек кристалсызданады. Қорытындысында ыстықтай илемденген алюминийде аймақтық құрылым байқалды: ортанғы аймағы құныстанған және талшықты құрылымға ие [15].

**Құймасыз фольгаға арналған дайындамалар алу.** Жұқа табақтық илемдеу мен фольга өндіру дамуының жаңа бағытының бірі – құю-илемдеу агрегаттарында алюминий қорытпаларын құюдың біріккен әдісі. Ол өткен ғасырдың 70-80 жылдары қарқынды дами бастады.

Біріккен әдіс жартылай сұйық-қатты фазада 50% қысу арқылы кристалдаушы біліктер түйіскен аймақта тікелей деформациялау арқылы балқымадан алюминий жолақтарын алу процесі.

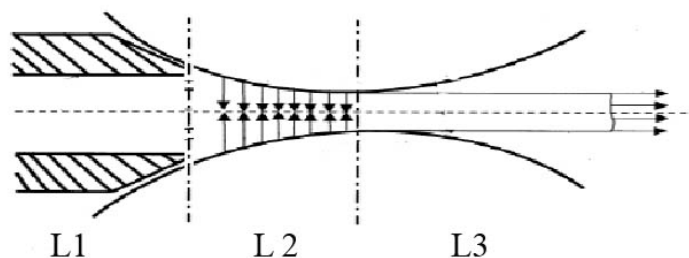
Құймасыз илемдеу (КИ) кешені индукционды немесе шағылыстырыш пештермен сәйкестендірілген. Пеште өңделгеннен кейін балқыма құйғыш науамен немесе ожаумен электрлік миксерге келіп түседі. Дайындалған және белгілі бір температураға дейін жеткізілген алюминий балқымасы миксерден арнайы ыдысқа рафинадтау үшін бағытталады. Әрі қарай кристаллизатор-біліктерге жіберіледі, Біліктің жұмыс аймағына ені бойынша біркелкі жайылады. Кристаллизатордың бетімен түйісу нәтижесінде сұйық металл кристалданып, әріқарай 40-50 % қысылу дәрежесімен ыстықтай илемденеді. Табақтық дайындама илемденген жолақтар түрінде түзетіліп және шеттері кесіледі және рулонға оралады. 6-суретте жалпы сұлбасы көрсетілген [16].





6-сурет – Құймасыз дайындама алудың технологиялық схемасы

Қю мен илемдеудің бірігуінің бір сипаты – кристаллдаушы біліктер осы кристаллдаушы фронтымен (шұқыры) тұрақты жағдайда болуы. Процесс тұрақтылығы шұқыр тереңдігі 22-30 мм, белсенді аймақ өлшемі (құйып таратқыш салманың соңынан біліктің осьтік жазықтығына дейінгі қашықтық) 40-60 мм, құю температурасы 680-700 °С білік беті ~120 °С. Осы шарттарда құйылған жолақ кристалданғаннан кейін біліктердің осьтік жазығына келіп 45-65 % деформациялану дәрежесімен илемденеді. 7-суретте құймасыз илемдеудің белсенді аймағы көрсетілген [17].



7-сурет – Құймасыз илемдеудің белсенді аймағы:  
L1 – суыту аймағы, L2 – кристалдану аймағы; L3 – илемдеу аймағы

2-кесте – Дайындама алу әдістерін салыстыру (8 т. үшін)

Технологиялық операция	Құйма арқылы дайындама алу		Құймасыз дайындама алу	
	Қажетті жұмысша саны, адам	Операцияның орташа уақыты, сағат	Қажетті жұмысша саны, адам	Операцияның орташа уақыты, сағат
Қю	2	16	2	8
Тасымалдау	2	3	9	0,5
Кесу	2	3	0	0
Фрезирование	2	6	0	0
Қыздыру	4	18	0	0
Ыстықтай илемдеу	8	6	0	0
Жылы илемдеу	2	2	0	0
0,5 мм дейін суықтай илемдеу	2	6	1	3
Шеттерін кесу	1	6	1	3
Дайындаманы жұмсарту	4	6	4	6
0,1 мм дейін суықтай илемдеу	2	3	2	2
Қабаттап илемдеу	2-4	8	2-4	6
Фольганы дайын өлшемдерге кесу	2	16	2	10
Фольганы соңғы жұмсарту	4	6	2	6
Барлығы	39-42	105	26-28	45

Рулондық дайындамаларды құю мен деформациялауды біріктіру арқылы құймасыз жаймалау агрегаттарында өндіру балқымаларды өңдеу мен құю, қыздыру мен ыстықтай илемдеу операцияларын қажет етпейді. Құймасыз жаймалау агрегаттарын қолдану қуат сыйымдылығын, еңбек шығыны, және күрделі салымдарды азайтады [18]. Алюминий жолақтарын құю және илемдеу процесінің негізгі артықшылығына тапсырыс берушінің техникалық талаптарына сай қажетті диаметрде 5-8 мм рулондық дайындама алу мүмкіндігі жатқызуға болады. Алюминий жолақтарын құю мен илемдеуді біріктіру арқылы алудың кемшілігіне өнімділігінің төмендігі, құйылатын балқыманың шектеулі диапазоны, беттік сапасының төмендігі және құйылған жолақ микроструктурасының біркелкі еместігін жақызуға болады [17].

Құю кезінде жоғары дәрежелі және сығу жылдамдығы өңделіп жатқан металлдың деформациялау ошағында температураның жоғарлауына алып келеді. Ұйымдастыру тәжірибесі мен логистика фольгаилемдеу өндірісі мен алюминий өндіру өндірістерін біріктіру әлдеқайда тиімді екенін көрсетіп отыр [16].

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Бажин В.Ю. Фольговые алюминиевые сплавы под глубокою вытяжку высоколегированные алюминиевые сплавы Al-Fe-Si-Mn. Монография. Palmarium Academic Publishing. 2013. – 184 с.
- [2] Райков Ю.Н., Кручер Г.Н. Алюминиевая фольга. Производства и применение. – М.: ОАО «Институт Цветметобработка», 2009.– 184 с.
- [3] Biankotti E. Революционный способ высокоскоростной непрерывной разливки тонкой ленты: установка Speed Caster // Fata Hanter, 1995.
- [4] Бобров А. Изготовление алюминиевой фольги // Национальная металлургия. Январь-февраль 2007.
- [5] Булыгин А. UC RUSAL: новые возможности прежней структуры // Aluminium International Today, 2007, май. – С. 2-4.
- [6] Nussbaum A.I. Ed. «Aluminum Foil Processing Technology» // Light Metal Age. – 1994 December. – P. 6-40.
- [7] Злотин Л.Б.и др. Современные станы для холодной прокатки лент и фольги из алюминия и его сплавов. – М.: ЦНИИЭИЦМ, 1988.
- [8] Рудской А.И., Лунев В.А. Теория и технология прокатного производства Учебное пособие. – СПб.: Наука, 2005. – 540 с.
- [9] Попов В.А., Маняк Н.А., Бредихин В.Н. В. Организационные и технологические особенности производства алюминиевых сплавов // Наукові праці ДонНТУ. Металургія. – Випуск 13 (194). – С.137-147.
- [10] Бажин В.Ю., Сизяков В.М., Власов А.А., Фещенко Р.Ю. Поверхностные дефекты бесслитковой фольговой заготовки из высоколегированных алюминиевых сплавов // Металлург. – 2012. – № 11. – С. 75-79.
- [11] Aluminium Times. European Map of Aluminium Rolling Mills. – January // February. 2003.
- [12] Aluminium Flat Rolled Markets // Metal Bulletin Research. – 29 october, 2007.
- [13] Бажин В.Ю., Баранов М.В. Формирование алюминиевой полосы при бесслитковой прокатке // Расплавы. – 2005. – № 4. – С. 33-41.
- [14]Белецкий В.М., Кривов Г.А. Алюминиевые сплавы. Состав, свойства, технология, применение Справочник / Под общ. ред. акад. И. Н. Фридляндера. – Киев: КОМИНТЕХ, 2005. – 365 с.
- [15] Баранов М.В., Бажин В.Ю. Дефекты фольговых заготовок и фольги из алюминиевых сплавов: Учебное пособие. – Екатеринбург, 2006. – 126 с.
- [16] Капланов В.И. Холодная прокатка тонких полос с зеркальной поверхностью высшего класса // Вестник приазовского державного техничного університету // Серія: Технічні науки. – 2011. – Вип. 22.

#### REFERENCES

- [1] Bazhin V.Ju. *Fol'govye aljuminievye splavy pod glubokuju vytjazhku vysokolegirovannye aljuminievye splavy Al-Fe-Si-Mn*. Monografija. Palmarium Academic Publishing. **2013**. 184 p. (in Russ.).
- [2] Rajkov Ju.N., Krucher G.N. *Aljuminievaja fol'ga. Proizvodstva i primenenie*. M.: ОАО «Institut Cvetmetobrabotka», **2009**. 184 p. (in Russ.).
- [3] Biankotti E. *Revoljucionnyj sposob vysokoskorostnoj nepreryvnoj razlivki tonkoj lenty: ustanovka Speed Caster // Fata Hanter, 1995* (in Russ.).
- [4]Bobrov A. *Izgotovlenie aljuminievoj fol'gi. Nacional'naja metallurgija. Janvar'-fevral' 2007* (in Russ.).
- [5] Bulygin A. UC RUSAL: *novye vozmozhnosti prezhnej struktury. Aluminium International Today, 2007*, maj. P. 2-4 (in Russ.).
- [6] Nussbaum A.I. Ed. «Aluminum Foil Processing Technology». **Light Metal Age**. **1994** December. P. 6-40 (in Eng.).
- [7] Zlotin L.B. i dr. *Sovremennye stany dlja holodnoj prokatki lent i fol'gi iz aljuminija i ego splavov*. M.: CNIIJECM, **1988**. (in Russ.).
- [8] Rudskoj A.I., Lunev V.A. *Teorija i tehnologija prokatnogo proizvodstva Uchebnoe posobie*. SPb.: Nauka, **2005**. 540 p. (in Russ.).

- [9] V.A. Popov, N.A. Manjak, V.N. Bredihin. B. *Organizacionnye i tehnologicheskie osobennosti proizvodstva aljuminievych splavov*. Naukovi praci DonNTU. Metalurgija Vipusk 13 (194) **2012**. P. 137-147 (in Russ.).
- [10] Bazhin V.Ju., Sizjakov V.M., Vlasov A.A., Feshhenko R.Ju. Poverhnostnye defekty besslitkovej fol'govej zagotovki iz vysokolegirovannyh aljuminievych splavov. *Metallurg*. N 11. **2012**. P. 75-79 (in Russ.).
- [11] Aluminium Times. *European Map of Aluminium Rolling Mills*. January- February. **2003**. (in Eng.).
- [12] Aluminium Flat Rolled Markets// *Metal Bulletin Research*, 29 october, **2007**.
- [13] Bazhin V.Ju., Baranov M.V. Formirovanie aljuminievoj polosy pri besslitkovej prokatke // *Rasplavy*. **2005**. N 4. P. 33-41 (in Russ.).
- [14] Beleckij V.M., Krivov G.A. Aljuminievye splavy. Sostav, svojstva, tehnologija, primenenie Spravochnik / Pod obshh. red. akad. I. N. Fridljandera. Kiev: KOMINTEH, **2005**. 365 p. (in Russ.).
- [15] Baranov M.V., Bazhin V.Ju. *Defekty fol'govyh zagotovok i fol'gi iz aljuminievych splavov*. Uchebnoe posobie. Ekaterinburg. **2006**. 126 p. (in Russ.).
- [16] Kaplanov V.I. Holodnaja prokatka tonkih polos s zerkal'noj poverhnost'ju vysshego klassa. *Vestnik priazov'skogo derzhavnogo tehničnogo universitetu. Serija: Tehnični nauki* **2011**. Vip. 22 (in Russ.).

**С. А. Машеков, М. Р. Мауленова**

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

### **СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА ЗАГОТОВКИ ДЛЯ ФОЛЬГИ**

**Аннотация.** Листы, ленты, проволока, фольга из алюминиевых сплавов могут быть изготовлены с использованием разных технологических схем. Экономическая эффективность производства обработки алюминиевых сплавов зависит от многих факторов, таких как технико-экономические характеристики оборудования, объем производства, себестоимость сырья и материалов и т.д. Традиционные схемы производства проката из слитка существуют многие десятилетия, и их улучшение идет, как правило, путем совершенствования оборудования.

В мире приблизительно 50 % полосовой заготовки для фольги все еще производят традиционным методом горячей прокатки слитков. До 1960-х гг. Это был единственный способ производства фольговой заготовки, который в последующие десятилетия столкнулся с сильной конкуренцией со стороны метода бесслитковой прокатки. Практически почти все новые фольгопрокатные предприятия, построенные в последние полвека, работают на бесслитковой заготовке.

Совмещенный способ литья алюминиевых сплавов на литейно-прокатных агрегатах из расплава является одним из новых направлений развития производства тонколистового проката и фольги. Метод непрерывного литья и прокатки для плоских алюминиевых заготовок имеет сравнительно небольшую историю, и получил интенсивное развитие в 70-80-ые годы прошлого столетия и является альтернативным способом получения листовой заготовки из слитка традиционным способом. В статье сделан обзор сравнивая способы изготовления заготовки фольги.

**Ключевые слова:** алюминиевые заготовки, фольга, литье, прокатка.

**I. Aminova**

«Akjayik» State Nature Reserve, Atyrau, Kazakhstan.  
E-mail: agrimony92@mail.ru

## **ZOOBENTHOS OF THE URAL RIVER ESTUARY AND LOWER REACHES BASED ON THE 70s-90s STUDIES (survey)**

**Abstract.** Multi-year data based on the materials of study of zoobenthos condition in the Ural river estuary and lower reaches demonstrate that during an extensive period, zoobenthic deltaic complex was stable including more than 40 species of benthic organisms. Of them, almost half of the taxonomic composition was formed of endemic species.

Alteration of habitat due to the rise of the sea level and acclimatization of benthic organisms (anthropogenic factor) has resulted in changes in benthic biocoenosis. The following factors such as flowage, oxygen regimen, level of salinization and demineralization as a result of the increased river run-off and effect of surges and retreats as well as changes in composition of introduced bottom sediments significantly affect a formation of zoobenthic assemblage. With this in mind, anthropogenic factor of impact on benthos as a result of the environmental pollution is causing, as a rule, a degradation of both particular species and benthic communities as a whole.

A general review of quantitative indicators for the recent decades has identified a sustainable reduction of benthic organism diversity in deltaic biocoenosis. It demonstrated a relevance of benthos surveys on a permanent basis as an indicator value of biotope status in the low reaches and delta-front estuary of the Ural river.

**Key words:** zoobenthos, eco-systems, biotopes, biocoenosis, the Ural River estuary.

УДК 502.52/57.087

**И. М. Аминова**

Государственный природный резерват «Акжайык», Атырау, Казахстан

## **ЗООБЕНТОС ДЕЛЬТЫ И НИЗОВИЙ РЕКИ УРАЛ ПО ИССЛЕДОВАНИЯМ 70–90-х ГОДОВ (обзор)**

**Аннотация.** Многолетние данные по материалам исследований состояния зообентоса в дельте и в низовьях реки Урал показывают, что зообентосный придельтовый комплекс в течении продолжительного периода пребывал в стабильном состоянии и включал более 40 видов донных организмов, из которых практически половину таксономического состава формировали эндемичные виды.

Изменение среды обитания за счет подъема уровня моря и акклиматизации донных организмов (антропогенный фактор) привело к перестройке донного биоценоза. Такие факторы, как проточность, кислородный режим, степень осолонения или опреснения вследствие увеличения речного стока и влияния сгонов – нагонов, а также изменение состава привносимых донных наносов оказывают существенное влияние на формирование зообентосного комплекса, при этом антропогенный фактор воздействия на бентос в результате загрязнения окружающей среды токсическими веществами как правило приводит к деградации как отдельных видов, так и в целом донных сообществ.

Обзорный анализ количественных показателей за последние десятилетия выявил устойчивую тенденцию к снижению разнообразия донных организмов в придельтовом биоценозе и показал актуальность проведения исследований зообентоса на постоянной основе, как индикаторного показателя состояния биотопов в низовьях реки Урал и придельтовом взморье.

**Ключевые слова:** зообентос, экосистемы, биотоп, биоценоз, дельта Урала.

**Введение.** Такие факторы, как проточность, кислородный режим, степень осолонения или опреснения вследствие увеличения речного стока и влияния сгонов – нагонов, а также изменение физико-химических свойств донных отложений оказывают значительное воздействие на формирование зообентосного комплекса – дельты, который занимает дельту Урала и незначительное пространство вблизи дельты. 46% донных беспозвоночных Урало-Каспия – эндемики, для которых характерна значительная морфологическая изменчивость признаков, что затрудняет их видовое определение, но способствует их высокой пищевой и топической пластичности. Изменение среды обитания за счет подъема уровня моря и акклиматизации донных организмов (антропогенный фактор) привело к определенной перестройке бентосных сообществ. Антропогенный фактор воздействия на бентос в результате загрязнения окружающей среды токсическими веществами обычно приводит к деградации отдельных видов донных сообществ. В связи с этим очень актуально исследование зообентоса, так как на нём показательно отражаются все изменения в биоте в долговременном плане.

**Материалы и методы.** Исследование состояния зообентоса проводилось ежегодно на протяжении вегетационного периода с апреля по октябрь по общепринятым методикам [1, 3]. Видовой состав организмов идентифицировался по определителям [4-7].

**Результаты исследований и их обсуждение.** По материалам литературных источников и собственных исследований, зообентосный придельтовый комплекс складывается преимущественно из форм, не встречающихся при солености свыше 2-3‰ [8-10] и включает более 40 видов донных организмов (таблица 1).

Таблица 1 – Видовой состав зообентоса низовьев и дельты Урала

Виды	Экологическая группа	Источник
1	2	3
Тип <b>coelenterata</b> Класс <i>Hydrozoa</i> Отряд <i>Leptolida</i> Сем. <i>Clavidae</i>		
<i>Cordylophora caspia</i> (Pallas)	Пелофил	[11]
Тип <b>Annelida</b> Класс <i>Polychaeta</i> Подкласс <i>Sedentaria</i> Сем. <i>Ampharetidae</i>		
<i>Hupaniainvalida</i> (Grube)	Пелофил	[11, 12] Собственные данные
<i>Hupaniolakowalewskii</i> (Grimm)	Пелофил, псаммофил	[11-13] Собственные данные
Класс <i>Oligochaeta</i> Отряд <i>Oligochaeta</i> Сем. <i>Naididae</i>		
<i>Prislinalongis</i> Etaehrenb.		[13]
<i>Naiselenguis</i> O. F. Muller	Фитофил	[13, 14] Собственные данные
Сем. <i>Tubificidae</i>		
<i>Limnodrilushelveticus</i> Piguet	Пелореофил	[11, 13-15]
<i>Limnodrilusmichaelseni</i> (Lastockin)		[11] собственные данные
<i>L.(Isochaetides) newaensis</i> Michaelsen	Пелофил	[11, 13]
<i>Tubifextubifex</i> (O. F. Muller)	Пелофил	[11, 14] Собственные данные
Класс <i>Hirudinea</i>		

Продолжение таблицы 1		
1	2	3
Подкласс <i>Euhirudinea</i> Отряд <i>Rhynchobdella</i> Сем. <i>Piscicolidae</i>		
<i>Piscicolacaspica</i> Salensky		[11, 14] Собственные данные
<i>Piscicolageometra</i> (L.)	Фитореофил	[11, 12, 14] Собственные данные
Отряд <i>Arhynchobdellea</i> Сем. <i>Herpobdellidae</i>		
<i>Archaeobdella esmonti</i> Grimm		Собственные данные
Тип <b>Mollusca</b> Класс <i>Bivalvia</i> Сем. <i>Unionidae</i>		
<i>Unio pictorum</i> (L.)		[12, 13] Собственные данные
<i>Unio tumidus</i> Philips		[12, 13] Собственные данные
<i>Unio crassus</i> Retzius		[14, 16] Собственные данные
<i>Anodonta cygnea</i> (L.)	Фитофил	[11, 13] Собственные данные
Отряд <i>Gastropemta</i> Сем. <i>Dreissenidae</i>		
<i>Dreissena polymorpha</i> (Pallas)	Фитофил	[11-13] Собственные данные
Тип <b>Arthropoda</b> Класс <i>Crustacea</i> Отряд <i>Mysidacea</i> Сем. <i>Mysidae</i>		
<i>Paramysis (Paramysis) baeri</i> Czerniavsky	Пелофил, аргиллофил	[11-13, 15] Собственные данные
<i>P. (Metamysis) ullskyi</i> Czerniavsky	Пелофил, аргиллофил	[11-13, 16] Собственные данные
<i>P. (Metamysis) lacustris</i> (Czerniavsky)	Пелофил, аргиллофил	[11-13, 16] Собственные данные
<i>P. (Metamysis) intermedia</i> (Czerniavsky)	Пелофил	[11, 13, 16] Собственные данные
Отряд <i>Cumacea</i> Сем. <i>Pseudocumidae</i>		
<i>Pterocuma pectinata</i> (Sowinsky)		[11, 12] Собственные данные
Отряд <i>Amphipoda</i> Сем. <i>Gammaridae</i>		
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i> (Eichwald)	Аргиллофил, литореофил	[11-14] Собственные данные
<i>Niphargoides (Pontogammarus) obesus</i> (G. O. Sars)		[11, 13, 16] Собственные данные
<i>Pandorites platycheir</i> (G. O. Sars)		[11, 13]
<i>Gmelina costata</i> Grimm (G. O. Sars)		[11, 13, 16] Собственные данные
<i>Gammarus (Chaetogammarus) Wapachowskyi</i> (G. O. Sars)		[11, 13, 16] Собственные данные
Сем. <i>Corophiidae</i>		
<i>Corophium curvispinum</i> G. O. Sars	Аргиллофил, литореофил	[11-14, 16] Собственные данные
<i>Corophium chelicorne</i> G. O. Sars		[11, 12] Собственные данные
Отряд <i>Decapoda</i> Сем. <i>Astacidae</i>		

Окончание таблицы 1		
1	2	3
Сем. <i>Xanthidae</i>		
* <i>Rhithropanopeus harrisii</i> (Gould)		Собственные данные
Класс <i>Insecta</i> Отряд <i>Diptera</i> Сем. <i>Chironomidae</i>		
<i>Chironomus</i> f. <i>L. Plumosus</i> L.	Пелофил, псаммофил, аргиллофил	[11-13, 16]
<i>Ch. Heterodentatus</i> Konst.		[11, 12]
<i>Cryptochironomus</i> ex. gr. <i>defectus</i> Kieff		[11-13, 16]
<i>Procladius ferrugineus</i> Kieff		[11, 12]
Сем. <i>Simulidae</i>		
<i>Simulium</i> sp.		[17] Собственные данные
Отряд <i>Odonata</i> Сем. <i>Aeschnidae</i>		
<i>Anax imperator</i>		Собственные данные
Сем. <i>Gomphidae</i>		
<i>Gomphus flavipes</i> (Charpentier)	Пелореофил, Фитофил	[13, 14] Собственные данные
<i>Gomphus vulgatissimus</i> (Linne)		[11] собственные данные
Отрядер <i>Hemeroptera</i> Сем. <i>Polymitarcyidae</i>		
<i>Polymitarcys virgo</i> (Oliver)	Аргиллофил	[11-13]
Сем. <i>Palingeniidae</i>		
<i>Palingenia sublongicauda</i> Tschern	Аргиллофил	[11-13] Собственные данные
Отряд <i>Trichoptera</i> Сем. <i>Hydropsychidae</i>		
<i>Hydropsyche ornatula</i> McLachlar	Литореофил, элеофил	[11-13]
<i>Hydropsyche pellucidula</i> (Curtis)		Собственные данные
* <i>R. Harrisii</i> (Gould) встречался только на выходе из устья Урала.		

Исследования 70 – 80-х годов показывают, что распределение донных организмов в реке Урал определяется, главным образом, характером грунтов и скоростью течения. По этим факторам в донной фауне реки Урал выделено 6 биоценозов [9-11]. Главная роль в донной фауне низовий и дельты реки Урал в данный период принадлежала хирономидам и ракообразным. Кроме того, для зообентоса реки Урал и ее дельты была характерна высокая численность личинок подёнок рода *Palingenia*, являющихся видами-индикаторами чистоты речных вод.

Исследования 90-х годов показали, что при сезонных колебаниях численности и биомассы донных животных в низовьях и дельте реки Урал, структура зообентосных сообществ сохраняла постоянство: доминировали черви (олигохеты) и личинки хирономид (без учета крупных некормовых моллюсков родов *Union* и *Anodonta*). Анализ количественных данных за 90-е годы показал, что в целом наблюдается устойчивая тенденция уменьшения мягкого (без учета моллюсков) зообентоса в низовьях и дельте Урала. (таблица 2).

В то же время сравнение многолетних данных (1980–1999 гг.) показывает, что биомасса кормового зообентоса в нижнем течении реки Урал никогда не превышала порядка 10 г/м<sup>2</sup> и в летний нагульный период для бентосоядных рыб оставалась на уровне 1–3 г/м<sup>2</sup>, что покрывало их пищевую потребность, о чем свидетельствуют высокие индексы накормленности этих рыб [18-20].

Повышение доли олигохет до 82,9% в биомассе мягкого зообентоса с одновременным уменьшением доли личинок поденок является одним из признаков, продолжающихся эвтрофикационных процессов в низовьях и дельте Урала [19-20].

Таблица 2 – Динамика зообентоса низовьев и дельты р. Урал в 1991–2000 гг.

Биомасса, мг/м <sup>2</sup> Численность, экз.	Годы										
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Среднее
Общие	1808 4,14	507 30,22	867 82,9	807 48,79	924 8,87	1464 46,17	523 44,54	2249 138,5	476 43,89	703 292,36	1033 74,04
Без моллюсков	1808 4,14	443 2,58	846 2,6	795 2,45	921 1,66	1444 2,99	520 0,85	2242 3,91	470 0,95	687 2,02	1018 2,42

**Закключение.** Исследования, проведенные на протяжении 70–90-х годов по зообентосу низовьев и дельты урала показали, что зообентосный придельтовый комплекс включает более 40 видов донных организмов. В 70–80-х годах главная роль в донной фауне низовий и дельты реки урал принадлежала хирономидам и ракообразным. В исследованиях 90-х годов структура зообентосных сообществ сохраняла постоянство: доминировали черви – олигохеты и личинки хирономид (без учета моллюсков). Анализ количественных данных за 90-е годы выявил устойчивую тенденцию уменьшения мягкого (без учета моллюсков) зообентоса в низовьях и дельте урала, что в общем покрывало пищевые потребности рыб – бентофагов. Повышение доли олигохет (свыше 80%) в этот период в биомассе мягкого зообентоса с одновременным уменьшением доли личинок поденок является одним из признаков, продолжающихся эвтрофикационных процессов в низовьях и дельте урала.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Л.: Гидрометиздат, 1983. – 240 с.
- [2] Методические указания к изучению бентоса южных морей СССР. – М.: ВНИРО, 1983. – 13 с.
- [3] Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – С. 139-178.
- [4] Атлас беспозвоночных Каспийского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1968. – 415 с.
- [5] Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. – Т. 4. – СПб.: Наука, 1999. – 998 с.
- [6] Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. – Т. 5. – СПб.: Наука, 2001. – 836 с.
- [7] Аминова И. М. Влияние зон гипоксии на макрозообентос в прибрежных районах Северного Каспия, прилегающих к устью р. Урал. Каспийский плавучий университет // Научный бюллетень. – 2001. – № 2. – С. 51-60.
- [8] Бенинг А.Л. Материалы по гидробиологии р. Урал // Труды Казахского филиала АН СССР. – Л II. – Т. 2. – 1938. – С. 152-257.
- [9] Стыгар В. М. Питание и пищевые отношения молоди осетровых с другими рыбами в нижнем течении р. Урал: Дис. – ВНИРО, 1984. – 286 с.
- [10] Бекешев А.Б., Песериди Н.Е., Зачетнова Т.И. Эффективность нереста, характеристика ската и питание молоди осетровых. Фонды Урало-Каспийского отделения ЦНИОРХ. – Гурьев, 1972. – 199 с.
- [11] Зачетнова Т.И. Основные биоценозы донной фауны нижнего течения Урала. Тезисы отчетной сессии ЦНИОРХ по итогам работы в 9-й пятилетке (1971–1975). – Гурьев, 1976. – С. 59-60.
- [12] Зачетнова Т.И. О распространении Каспийской реликтовой фауны в бассейне р. Урал // Тезисы отчетной сессии ЦНИОРХ по итогам работы в 9-й пятилетке (1971–1975). – Гурьев, 1976. С. 58-59.
- [13] Стальмакова Г.А. К гидробиологическим характеристикам среднего течения р. Урала и прилегающих пойменных водоемов // Труды зоологического института. – Т. 16. – Изд-во АН, 1954. – С. 499-516.
- [14] Чекановская О.В. Определитель донных макробеспозвоночных. – 1962.
- [15] Державин А.Н. К познанию перакарид р. Урала // Русский гидробиологический журнал. – 1926. – Т. 5, вып. 3. – С. 48-51.
- [16] Панкратова В.Я. Фауна личинок тендипедид в водоемах района Государственной Лесной полосы гора Вишневая Каспийское море // Тр. Зоологического института. – Т. XI. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1952. – С. 279-92.
- [17] Рубцов И.А. Кровососущие мошки поймы р. Урала // Тр. Зоол. Институт. – АН СССР, 1962. – С. 182-189.
- [18] Отчеты по НИР. – 1976–2002. – Фонды АФНПЦРХ.
- [19] Аминова И.М. Состояние кормовой базы осетровых и полупроходных бентосоядных рыб Урало-Каспия в современных экологических условиях // Тезисы докладов Международной конференции «Осетровые на рубеже XXI века». – Астрахань, 11-15 сентября 2000 г. – С. 36-37.
- [20] Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. Гидрометеорология и гидрохимия морей. – Т. 6. Каспийское море. – Вып. 2. – СПб.: Гидрометеоздат, 1996. – 412 с.



## REFERENCES

- [1] Guidelines on the methods of hydrobiological analysis of surface water and bottom sediments. L.: Gidrometeoizdat, 1983. 240 p.
- [2] Methodical instructions for study of benthos of southern seas of USSR. M.: VNIRO, 1983. 13 p.
- [3] Methodology used to study inner water body biogeocenoses. M.: Nauka, 1975. P. 139-178.
- [4] Atlas of Invertebrates of the Caspian Sea. M.: Food Industry Publishers, 1968. 415 p.
- [5] Determinant of freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories. Vol. 4. Saint Petersburg: Nauka, 1999. 998 p.
- [6] Determinant of freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories. Vol. 5. SPb.: Nauka, 2001. 836 p.
- [7] Aminova I. Impact of hypoxia zones on macrozoobenthos in coastal areas of the North Caspian adjacent to the Ural River estuary. The Caspian floating university // Research bulletin. 2001. N 2. P. 51-60.
- [8] Bening A. Materials on the Ural River hydrobiology // Works of Kazakh branch of the USSR AS. L II. Vol. 2, 1938. P. 152-257.
- [9] Zachetnova T. The major biocoenoses of benthid fauna of the Ural River downstream. Talk abstracts of the CNIORKH reporting session based on the results of work in the 9th five-year plan (1971–1975). Guriev, 1976. P. 59-60.
- [10] Zachetnova T. On the spread of the Caspian relict fauna in the Ural River basin // Talk abstracts of the CNIORKH reporting session based on the results of work in the 9th five-year plan (1971–1975). Guriev, 1976. P. 58-59.
- [11] Bekeshev A., Peseridi N., Zachetnova T. Efficiency of spawning, characteristic of ray and feeding of the sturgeons young species. Funds of the Ural-Caspian department of TSCHIORKHю Guriev, 1972. 199 p.
- [12] Stygar V. Feeding and food relations of the sturgeons young fishes with other fishes in the Ural River downstream: Dis. VNIRO, 1984. 286 p.
- [13] Stalmakova G. Towards the hydrobiological characteristics of the Ural River middle reaches and adjacent inundated water reservoirs // Proceedings of zoological institute. AS Publishers, 1954. Vol. 16. P. 499-516.
- [14] Chekanovskaya O. Determinant of benthic macroinvertebrates. 1962.
- [15] Derzhavin A. Towards the study of peracarides of the Ural River // The Russian hydrobiological magazin. 1926. Vol. 5, issue 3. P. 48-51.
- [16] Pankratova V. Fauna of tendipedides larvae in the water reservoirs of the State Forest Belt the Vishnevaya mountain the Caspian Sea // Proceedings of Zoological institute. 1952. Vol. XI. M.-L.: issue USSR AS. P. 279-92.
- [17] Rubtsov I. Blood-sucking blackflies of the Ural River floodplain. Proceedings of Zoological institute. 1962. Vol. XI, issue USSR AS. P. 182-189.
- [18] R&D Reports. 1976–2002. AFNPCRH funds.
- [19] Aminova I. State of forage reserve base of the sturgeons and Ural-Caspian semi-anadromous benthophage fishes under modern ecological conditions. Scientific conference abstracts of the International conference on "Sturgeons at the edge of XXI century". Astrakhan, September 11-15, 2000. P. 36-37.
- [20] Hydrochemical conditions and oceanologic ground of biological productive capacity formation. Hydrometeorology and hydrochemistry of seas. Vol. 6. The Caspian Sea. Issue 2. SPb.: Hydrometeoizdat, 1996. 412 p.

## И. М. Аминова

«Акжайық» мемлекеттік табиғи резерваты, Атырау, Қазақстан

## 70–90 ЖЖ. ЖАЙЫҚ ӨЗЕН САҒАСЫНЫҢ ЗООБЕНТОС БОЙЫНША ЗЕРТТЕУЛЕР (ШОЛУ)

**Аннотация.** Жайық өзенінің атыруы мен сағаларындағы зообентостың ахуалын зерттеулердің материалдары бойынша көп жылдық деректер атырау жанындағы зообентос кешені ұзақ кезеңнің барысында тұрақты ахуалда болғанын және таксономикалық құрамының жартысы дерлігін эндемиялық түрлер қалыптастырған су түбі организмдерінің 40-тан астам түрін қамтығанын көрсетеді.

Теңіз деңгейінің көтерілуінің және су түбі организмдерінің акклиматизациясының (антропогендік фактор) есебінен мекендеу ортасының өзгеруі су түбі биоценозының қайта құрылуына алып келді. Өзен ағысының ұлғаюы мен лықсу-айдаудың ықпалының нәтижесіндегі аққыштық, оттектік режим, тұздану немесе тұщылдану дәрежесі секілді факторлар, сондай-ақ ағызылып келетін су түбі үйінділерінің құрамының өзгеруі зообентос кешенінің қалыптасуына елеулі ықпал етеді, бұл орайда қоршаған ортаны ұятты заттектермен ластанудың нәтижесінде бентосқа әсердің антропогендік факторы әдетте су түбі қауымдастықтарының жекелеген түрлерінің, сондай-ақ жалпы азуына әкеліп соғады.

Соңғы онжылдықтардағы сандық көрсеткіштерді шолушылық талдау атырау жанындағы биоценозда су түбі организмдерінің сан алуандығының төмендеуіне орнықты тенденцияны анықтады және Жайық өзенінің сағалары мен атырау жанындағы теңіз кемеріндегі биотоптардың ахуалының индикаторлық көрсеткіші ретінде зообентосты зерттеулерді тұрақты негізде жүргізудің өзектілігін көрсетті.

**Түйін сөздер:** зообентос, экожүйелердің, биоценозда, биотоптары, Жайық өзен сағасы.

**Сведения об авторах:**

Аминова Ирина Менежановна – учёная степень: научный сотрудник-гидробиолог, магистр, Государственный природный резерват «Акжайык», г. Атырау, aggimony92@mail.ru

V. V. Sadomskiy<sup>1</sup>, E. G. Krupa<sup>2</sup>, I. M. Aminova<sup>3</sup>

<sup>1</sup>”SED” LLP, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>Republican State Enterprise "Institute of Zoology", Almaty, Kazakhstan,

<sup>3</sup>”Akjayik” State Nature Reserve, Atyrau, Kazakhstan.

E-mail: sadomsky@list.ru, elena\_krupa@mail.ru, agrimony92@mail.ru

## EXPERIMENTAL SURVEYS OF SEISMIC-ACOUSTIC IMPACT ON THE NORTH CASPIAN AQUATIC ORGANISMS

**Abstract.** Materials of experimental and field surveys of seismic-acoustic impact on the North Caspian zooplankton, zoobenthos and ichthyofauna in summer, 2012-2013 are provided in this article. The article also demonstrates that for assessment of seismic exploration impact, the following is of high indicator value: proportion of traumatized or dead specimens, the values of Shannon-Wiener diversity index and the value of an average individual mass of the specimen in hydrocoenoses. The highest proportion of the traumatized and/or dead specimens was recorded in plankton and benthic invertebrates populations in the course of experimental tests at a distance of 1 m and 5 m from the seismic SP. At the same period, a deviation of the Shannon-Wiener diversity index values and average individual mass of the specimen from background values was recorded in the both communities. Species composition of ichthyofauna was characterized by a high level of similarity throughout all stages of the surveys implemented. The lowest indicators of diversity (number of species, values of Shannon-Wiener diversity index) and fish numbers were recorded during seismic exploration. An increased average individual mass of a specimen in ichthyocoenoses together with the reduced numbers during seismic exploration may indicate the avoidance of unfavorable zone by younger fishes.

**Key words:** zooplankton, zoobenthos, fishes, seismic acoustics, air gun, seismic surveys.

УДК 502.53/57.087

В. В. Садомский<sup>1</sup>, Е. Г. Крупа<sup>2</sup>, И. М. Аминова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ТОО «SED», Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>РГП на ПХВ «Институт зоологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан,

<sup>3</sup>Государственный природный резерват «Акжайык», Атырау, Казахстан

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГИДРОБИОНТОВ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

**Аннотация.** Представлены материалы экспериментальных и натуральных исследований сейсмоакустического воздействия на зоопланктон, зообентос и ихтиофауну Северного Каспия в летний период 2012–2013 гг. Показано, что для оценки влияния сейсморазведочных работ наибольшую индикаторную значимость имеют доля травмированных или мертвых особей, значения индекса разнообразия Шеннона-Уивера и величины средней индивидуальной массы особи в гидроценозах. Максимальная доля травмированных и/или мертвых особей в популяциях планктонных и донных беспозвоночных была зафиксирована в период проведения опытных испытаний на расстоянии 1 и 5 м от пневмоисточника. В этот же период наблюдалось отклонение значений индекса разнообразия Шеннона-Уивера и средней индивидуальной массы особи в обоих сообществах от фоновых значений. Видовой состав ихтиофауны имел высокую степень сходства на всех этапах проведения исследований. Минимальные показатели разнообразия (число видов, значения индекса Шеннона-Уивера) и численности рыб были отмечены во время проведения сейсморазведочных работ. Увеличение

средней индивидуальной массы особи в ихтиоценозах, наряду со снижением численности во время проведения сейсморазведочных работ, может свидетельствовать об избегании рыбами младших возрастов неблагоприятной зоны.

**Ключевые слова:** зоопланктон, зообентос, ихтиофауна, пневмоисточник, сейсморазведочные работы.

Интенсивная сейсмическая разведка с целью освоения нефтяных месторождений приводит к наращиванию антропогенной нагрузки на всю экосистему Каспийского моря. Современные опубликованные сведения по оценке сейсмоакустического воздействия не отражают степень и рамки его влияния на различные группы гидробионтов, с чем связана актуальность данной работы.

Экспериментальное изучение сейсмоакустического воздействия на сообщества гидробионтов реализовано на двух участках Северного Каспия (рисунок 1) в июне 2012 г. и августе 2013 г. Проведено три серии исследований – до воздействия (фоновый уровень, 1 этап), во время воздействия пневмоисточника (опытные испытания, 2 этап) и после окончания воздействия сейсморазведочных работ (3 этап). С целью оценки воздействия сейсмоакустики на поведенческую реакцию ихтиофауны проведены исследования состава и количественных показателей бенто-пелагического сообщества рыб на всех этапах сейсморазведочных работ.

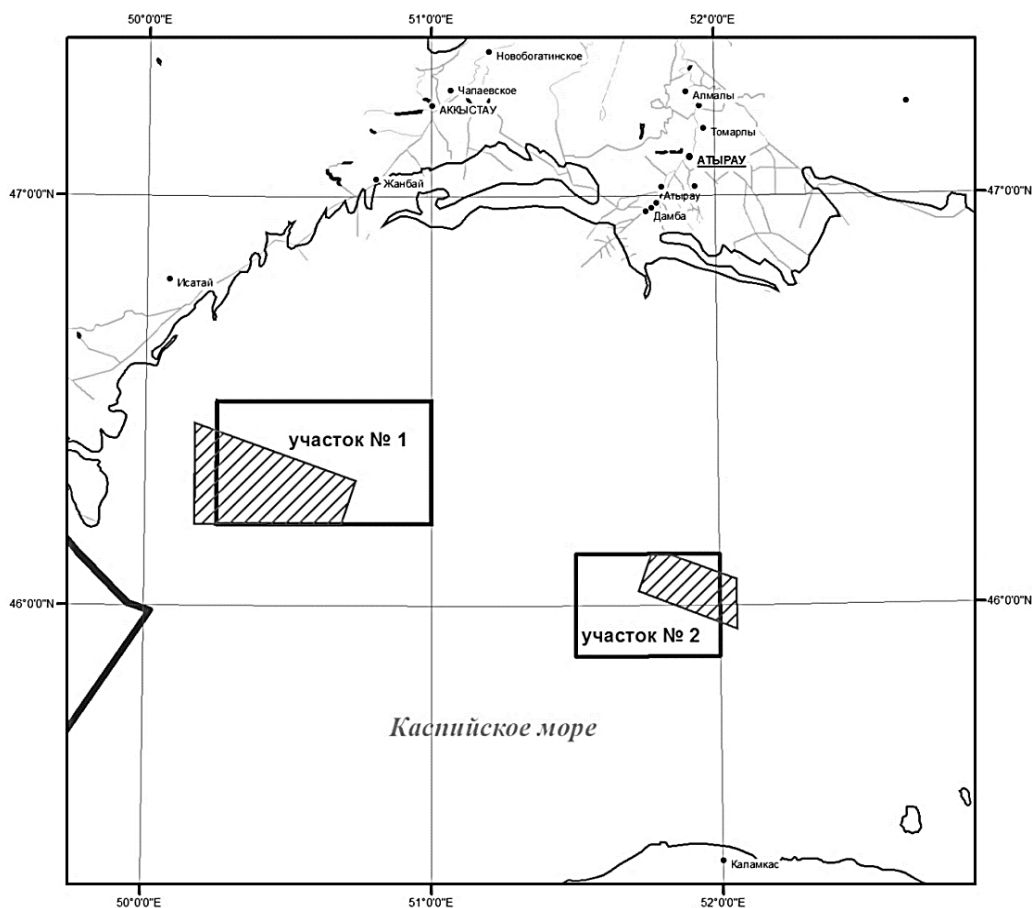


Рисунок 1 – Схема расположения опытных участков по оценке воздействия сейсморазведки на гидробионты Северного Каспия

Отбор и обработку образцов зоопланктона, зообентоса и ихтиофауны проводили стандартными методами [1-5]. На всех этапах проведения исследований оценивалась доля травмированных и/или мертвых особей в популяциях планктонных и донных беспозвоночных.

Во время опытных испытаний садки с заранее отловленными образцами рыб и зоопланктоном размещались на глубине 3–4 м и на расстоянии 1 м, 5 м и 10 м от пневмоисточника (рисунок 2). С целью соблюдения относительной точности в дистанцировании между пневмоисточником и



Рисунок 2 – Схема расположения станций по исследованию воздействия сейсмоакустики на гидробионтов

точками постановки садков, возбуждение сейсмоакустического сигнала выполнялось с понтонного устройства, буксируемого шутером, в момент его прохождения через реперный буёк. Образцы донных отложений с зообентосом отбирались на опытных станциях в течении 15 минут после возбуждения пневмоисточником сейсмоакустических сигналов.

Регистрация гидрологических и гидрофизических параметров проводилась параллельно с опытными испытаниями.

Экспериментальные участки характеризовались небольшими глубинами с близкими по значению гидрофизическими и гидрохимическими характеристиками (таблица 1). Донные отложения были представлены терригенными осадками, в которых преобладала (76,5-54,6%) песчаная фракция (0,05-1,0 мм) [6].

Таблица 1 – Гидролого-гидрофизические показатели на опытных участках

Участок	Глубина, м	Прозрачность, м	Температура, °С	Соленость воды, ‰	Мутность, NTU	pH	Скорость течений, м/с
Участок № 1, июнь 2012 г.	6,5	1,0	26,6	5,1	9,06	7,7	9-11
Участок № 2, август 2013 г.	5,1	0,7	24,8	6,0	8,9	8,4	7-13

Разнообразие зоопланктона варьировало в пределах от 23 до 50 таксонов. Фоновыми являлись обычные для Каспийского моря виды: коловратки *Brachionus quadridentatus*, *B. plicatilis*, *Filinia longiseta*; ветвистоусые *Cornigerius maeoticus hirsus*, *Podonevadne camptonux*, *P. angusta*, *P. trigona*, *Cercopagis pengoi*; веслоногие *Acartia tonsa*, *Calanipeda aqueductalis*: личинки *Cirripedia*, *Bivalvia*, *Hediste diversicolor*; краб *Rhitropanopeus harrisi*. Состав фоновых видов сохранял существенные черты сходства на протяжении всех этапов исследований.

Число видов планктонных беспозвоночных и их суммарная численность в фоновых условиях и после окончания воздействия характеризовались одинаковыми или близкими величинами (таблица 2). В период проведения опытных испытаний более низкое разнообразие и отклонение численности зоопланктона от значений, полученных на 1 и 3 этапах, обусловлены методикой проведения исследований – нахождением подопытных сообществ в изолированных садках.

Большую индикаторную значимость имеют относительные показатели – доля травмированных или мертвых особей, значения индекса разнообразия Шеннона-Уивера и средней индивидуальной массы особи. Так доля травмированных или мертвых особей в популяциях планктонных беспозвоночных на фоновом уровне и после окончания воздействия была примерно одинаковой и при

Таблица 2 – Структурные показатели зоопланктона обследованной акватории Северного Каспия на различных этапах исследований

Показатель	Фоновые условия	Опытные испытания	После воздействия
<sup>1</sup> Число видов	34	29	35
<sup>2</sup> Число видов	19	10	18
<sup>1</sup> Средняя численность, тыс. экз./м <sup>3</sup>	43,5	110,0	53,9
<sup>2</sup> Средняя численность, тыс. экз./м <sup>3</sup>	95,6	31,0	71,7
<sup>1</sup> Доля мертвых и/или травмированных особей, %	0,5	10,8	0,7
<sup>1</sup> Индекс Шеннона-Уивера, бит/экз.	2,12	1,84	2,14
<sup>2</sup> Индекс Шеннона-Уивера, бит/экз.	1,94	2,36	1,86
<sup>1</sup> Индекс Шеннона-Уивера, бит/мг	1,88	2,32	2,05
<sup>2</sup> Индекс Шеннона-Уивера, бит/мг	0,74	0,44	1,27
<sup>1</sup> Средняя масса особи, мг	0,0051	0,0045	0,0051
<sup>2</sup> Средняя масса особи, мг	0,0540	0,0100	0,0470

*Примечание.* Цифрами обозначены соответствующие участки.

этом на порядок ниже, чем во время воздействия сейсмоакустики. Частота встречаемости мертвых и/или травмированных особей веслоногих *Calanipeda aquedulcis* и *Acarcia tonsa* на всех этапах проведения исследований была близкой по значению, для остальных видов, за исключением полихеты *H. diversicolor* и коловратки *B. plicatilis*, частота встречаемости мертвых и/или травмированных особей была выше во время воздействия.

Анализ пространственного распределения показал, что доля травмированных и/или мертвых особей планктонных беспозвоночных была максимальной на удалении от пневмоисточника от 1 до 5 м, а на расстоянии 10 м снижалась с различной интенсивностью, но не достигала фоновых значений (рисунок 3).

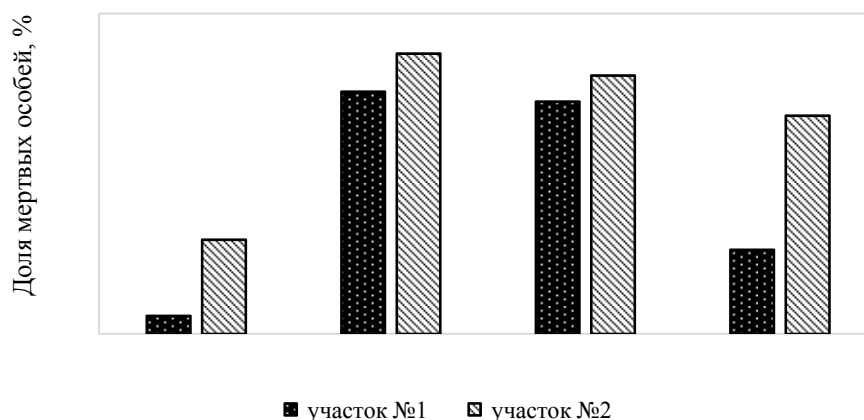


Рисунок 3 – Изменение доли травмированных и/или мертвых особей в зоопланктоне на различном удалении от пневмоисточника

Динамика значений индекса Шеннона-Уивера на каждом из участков имела свои особенности (рисунок 4). Величины показателя, рассчитанные по доле видов в суммарной численности (бит/экз), в фоновый период и после окончания воздействия сейсморазведочных работ по обоим участкам не различались. При этом во время проведения опытных испытаний, значения индекса на участке №1 снизились, а на участке №2, напротив, возросли относительно двух других этапов.

В период опытных испытаний, динамика второго варианта индекса (бит/мг) характеризовалась противоположными тенденциями: имела положительную на участке №1 и отрицательную – на участке №2. При этом относительно фоновых значений показатель был несколько выше, чем после окончания воздействия.

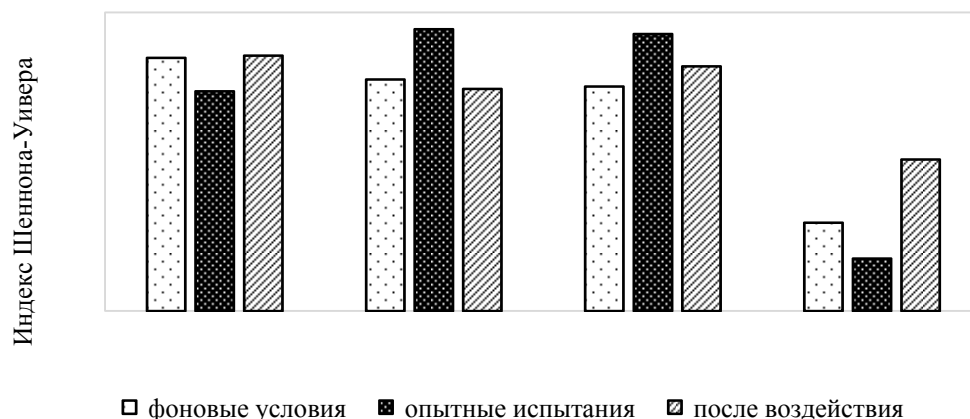


Рисунок 4 – Динамика значений индекса Шеннона-Уивера на различных этапах исследования воздействия сейсмоакустики на зоопланктон

По обоим участкам средняя масса зоопланктона заметно снижалась в период воздействия и вновь возвращалась к фоновым или близким к фоновым значениям после его прекращения.

Разнообразие зообентоса варьировало по участкам в пределах от 16 до 26 видов. Фоновыми являлись обычные для Каспийского моря виды: черви *Hediste diversicolor*, *Oligochaeta* gen. sp., моллюски *Abra ovata*, *Cerastoderma lamarcki*; ракообразные *Stenocuma gracilis*, *S. graciloides*, *Pontogammarus (Obesogammarus) obesus*, личинки насекомых.

Разнообразие и численность зообентоса на различных этапах исследований изменялись незакономерно (таблица 3), что можно объяснить выраженной агрегированностью распределения бентосных организмов. Доля в суммарной численности бентоценоза мертвых и/или травмированных особей была выше в период проведения опытных работ, при довольно близких значениях этого показателя при фоновых условиях и после окончания воздействия сейсморазведочных работ.

Таблица 3 – Структурные показатели зообентоса обследованной акватории Северного Каспия на различных этапах исследований

Показатель	Фоновые условия	Опытные испытания	После воздействия
<sup>1</sup> Число видов	20	14	13
<sup>2</sup> Число видов	14	15	10
<sup>1</sup> Средняя численность, экз./м <sup>2</sup>	1862	1810	1300
<sup>2</sup> Средняя численность, экз./м <sup>2</sup>	887	961	1294
<sup>1</sup> Доля мертвых и/или травмированных особей, %	1,8	2,6	1,9
<sup>2</sup> Доля мертвых и/или травмированных особей, %	0,5	1,5	0,8
<sup>1</sup> Индекс Шеннона-Уивера, бит/экз.	1,51	0,66	0,80
<sup>2</sup> Индекс Шеннона-Уивера, бит/экз.	0,96	1,09	1,02
<sup>1</sup> Индекс Шеннона-Уивера, бит/мг	1,17	0,60	0,88
<sup>2</sup> Индекс Шеннона-Уивера, бит/мг	0,74	0,73	0,62
<sup>1</sup> Средняя масса особи, мг	7,75	12,8	8,90
<sup>2</sup> Средняя масса особи, мг	15,5	17,2	13,7

*Примечание.* Цифрами обозначены соответствующие участки.

Доля мертвых и/или травмированных особей в популяциях донных беспозвоночных была максимальной в непосредственной близости к пневмоисточнику (рисунок 5). Величина показателя снижалась по мере удаления от источника воздействия, и в тоже время на расстоянии 10 м оставалась выше фонового уровня.

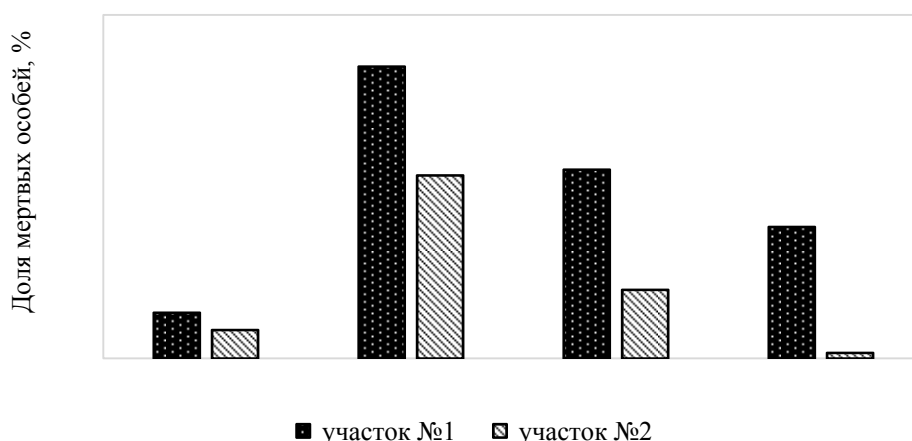


Рисунок 5 – Изменение доли мертвых и/или травмированных особей в популяциях донных беспозвоночных на различном удалении от пневмоисточника

Величина средней индивидуальной массы особей в донных ценозах была максимальной в период опытных испытаний.

Динамика значений индекса Шеннона-Уивера по участкам изменялась незакономерно, но во всех случаях отмечено отклонение величины показателя как от фоновых значений, так и от значений, полученных в период после окончания воздействия (рисунок 6).

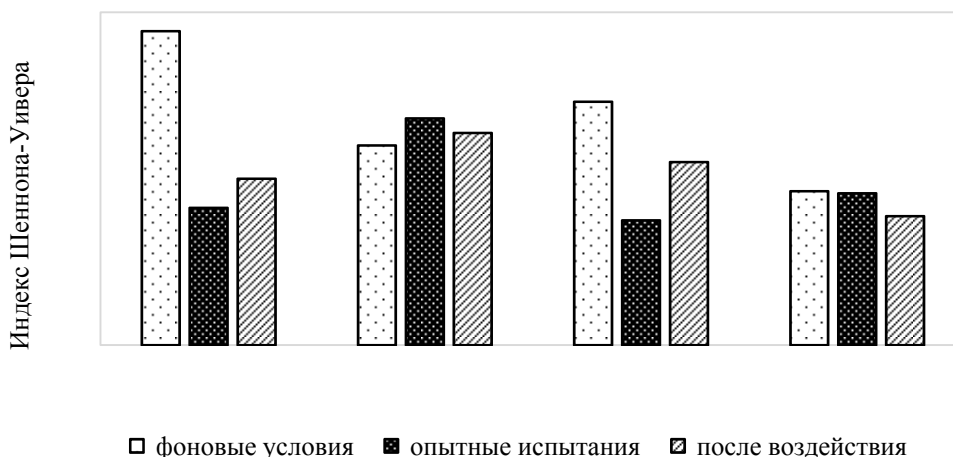


Рисунок 6 – Динамика значений индекса Шеннона-Уивера на различных этапах исследования воздействия сейсмоакустики на зообентос

Ихтиофауна была представлена 11-13 бенто-пелагическими видами. Состав фоновых видов включал воблю (*Rutilus rutilus*), кильку (*Clupeonella cultriventris*), атерину (*Atherina boyeri caspia*), бычков – *Neogobius melanostomus*, *Mesogobius gymnotrachelus macrophth*, *Neogobius caspius*. При этом видовой состав ихтиофауны имел высокую степень сходства на всех этапах проведения исследований (рисунки 7, 8).

Численность и показатели разнообразия бенто-пелагического ихтиоценоза в период проведения сейсморазведочных работ на обоих участках была ниже по сравнению с фоновым уровнем и этапом после воздействия (таблица 4). Изменения структуры ихтиоценоза в период проведения сейсморазведочных работ сопровождалась относительным увеличением средней индивидуальной массы особи.

Значения индекса Шеннона-Уивера в период проведения сейсморазведочных работ были минимальными относительно других этапов исследований (рисунок 9).

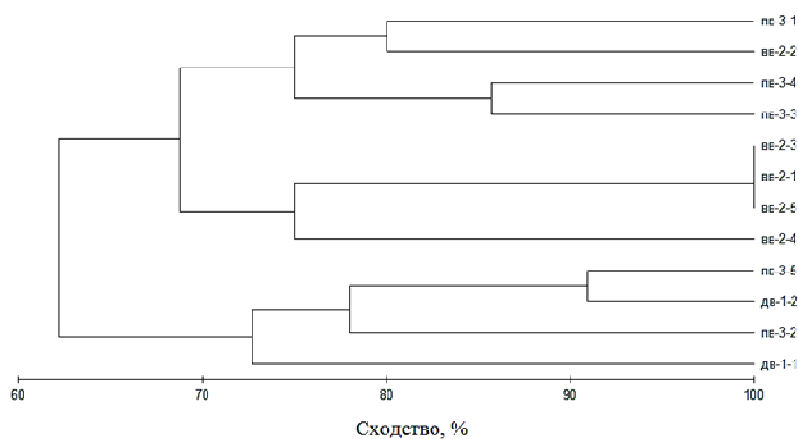


Рисунок 7 – Дендрограмма сходства видового состава ихтиофауны участка № 1: дв – до воздействия, вв – во время воздействия, пв – после воздействия

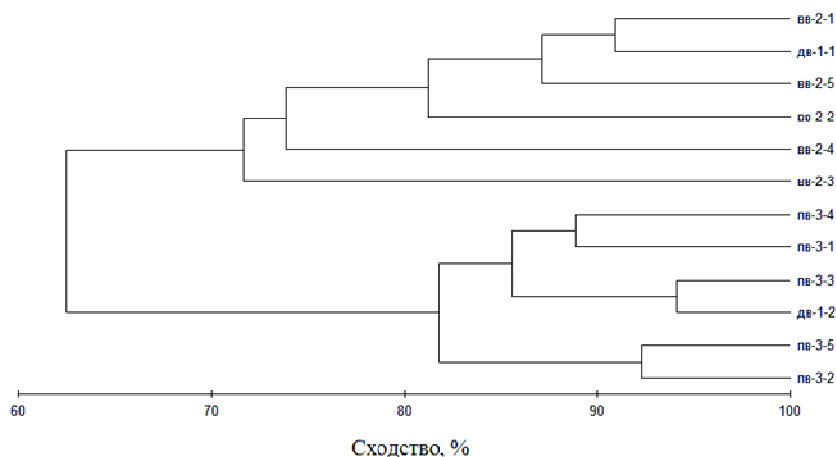


Рисунок 8 – Дендрограмма сходства видового состава ихтиофауны участка № 2: дв – до воздействия, вв – во время воздействия, пв – после воздействия

Таблица 4 – Структурные показатели ихтиофауны (бенито-пелагического сообщества) обследованной акватории Северного Каспия на различных этапах исследований

Показатель	Фоновые условия	Во время воздействия	После воздействия
<sup>1</sup> Число видов	13	8	10
<sup>2</sup> Число видов	8	6	9
<sup>1</sup> Средняя численность, экз./усилие	355	70	312
<sup>2</sup> Средняя численность, экз./усилие	213	112	121
<sup>1</sup> Индекс Шеннона-Уивера, бит/экз.	1,8	1,2	1,6
<sup>2</sup> Индекс Шеннона-Уивера, бит/экз.	1,45	1,12	1,51
<sup>1</sup> Индекс Шеннона-Уивера, бит/мг	1,45	1,13	1,29
<sup>2</sup> Индекс Шеннона-Уивера, бит/мг	1,40	0,98	1,41
<sup>1</sup> Средняя масса особи, мг	6,1	6,9	5,6
<sup>2</sup> Средняя масса особи, мг	6,3	7,3	6,9

*Примечание.* Цифрами обозначены соответствующие участки.



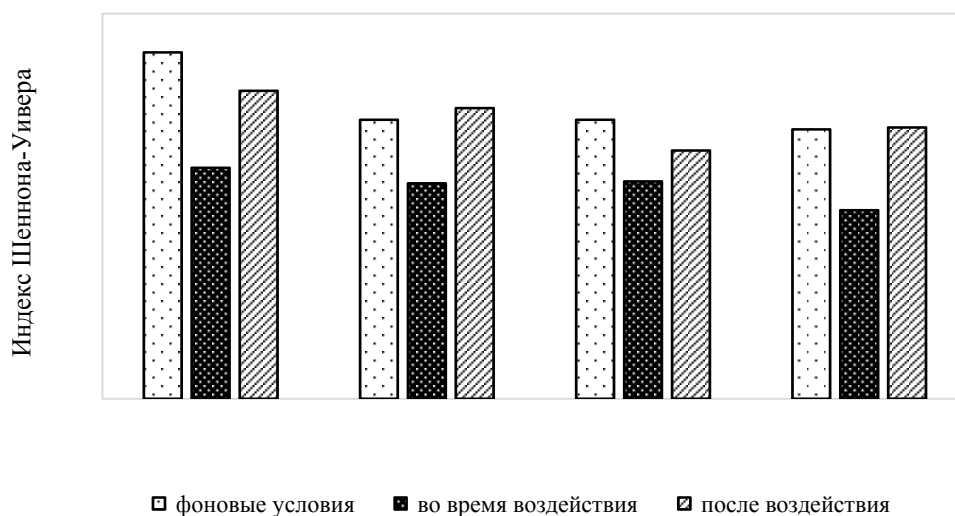


Рисунок 9 – Динамика значений индекса Шеннона-Уивера на различных этапах исследования воздействия сейсморазведочных работ на ихтиофауну

На этапе проведения опытных испытаний в популяциях бенто-пелагических видов рыб доля травмированных особей снижалась по мере удаления от пневмоисточника (таблица 5, рисунок 10). На участке №1 величина этого показателя по всем опытным станциям была выше более чем в 1,5 раза, по сравнению с участком №2.

Таблица 5 – Средние показатели травматизма ихтиофауны при опытных испытаниях, %

Показатель	Удаление от пневмоисточника, м		
	1	5	10
<sup>1</sup> Доля мертвых и/или травмированных особей	33,3	13,3	0,0
<sup>2</sup> Доля мертвых и/или травмированных особей	68,4	39,2	10,5

*Примечание.* Цифрами обозначены соответствующие участки.

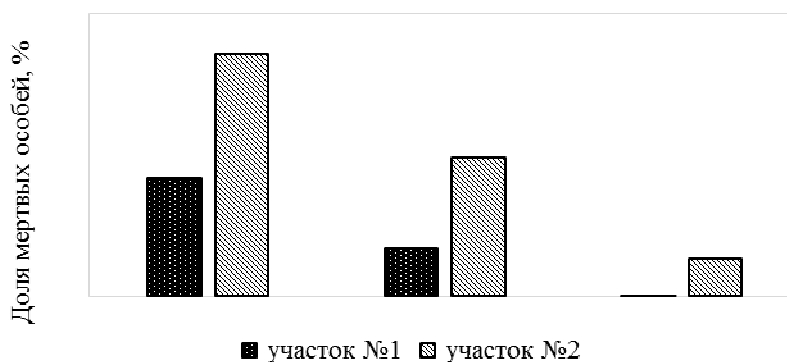


Рисунок 10 – Изменение доли мертвых особей в популяциях зообентоса на различном удалении от пневмоисточника

Таким образом, наши экспериментальные и натурные исследования показали, что для оценки влияния сейсморазведочных работ наибольшую индикаторную значимость имеют относительные показатели – доля травмированных и/или мертвых особей, значения индекса разнообразия Шеннона-Уивера и величины средней индивидуальной массы особи в гидроценозах. Максимальная доля травмированных и/или мертвых особей в популяциях планктонных и донных беспозвоночных, а также отклонение значений индекса разнообразия Шеннона-Уивера и средней индиви-

дуальной массы особи в обоих сообществах от фоновых значений были зафиксирована в период проведения опытных испытаний в непосредственной близости к пневмоисточнику.

При отсутствии отличий в видовом составе ихтиофауны на различных этапах проведения исследований, минимальное разнообразие и численность рыб были отмечены во время проведения сейсморазведочных работ. Увеличение средней индивидуальной массы особи в ихтиоценозах, наряду со снижением численности во время проведения сейсморазведочных работ, может свидетельствовать об избегании рыбами младших возрастов неблагоприятной зоны. Эта группа гидробионтов является наиболее мобильной и в период проведения всего комплекса сейсморазведочных работ может быстро покинуть акваторию с раздражающими физическими воздействиями (шум, вибрация и т.д.), что подтверждается данными по динамике структурных показателей ихтиоценозов. Немаловажен факт, что в зоне проведения сейсморазведочных работ остаются более крупные особи, которые менее подвержены сейсмоакустическому воздействию. Аналогичные примеры в поведенческой реакции рыб отмечались в материалах других экспериментальных исследований по оценке влияния сейсмоисточников на гидробионтов [7-9].

Полученные нами результаты позволяют сделать вывод, что при проведении сейсморазведочных работ представители бенто-пелагического ихтиоценоза подвержены незначительному воздействию, которое не отражается на условиях их естественной жизнедеятельности. Планктонные и бентосные беспозвоночные с относительно низким уровнем подвижности подвержены более значительному риску травматизма непосредственно в зоне воздействия пневмоисточника.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Л.: Гидрометиздат, 1983. – 240 с.
- [2] Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 377 с.
- [3] Инструкции по сбору и первичной обработке водных ресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания. – Астрахань: ФГУП КаспНИРХ, 2011. – 233 с.
- [4] Атлас беспозвоночных Каспийского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1968. – 417 с.
- [5] Казанчев Е.Н. Рыбы Каспийского моря (определитель). – М.: Легкая и пищевая промышленность. 1981. – 168 с.
- [6] Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. – М.: Академия наук СССР, 1958. – 192 с.
- [7] Векилов Э.Х., Криксунов Е.А., Полонский Ю.М. Влияние на гидробионты упругих волн от сейсмоисточников для морской геофизической разведки // Информационно-справочное пособие. – М.: МГУ им. М. Ломоносова, 1995. – 64 с.
- [8] Веденев А.И. Анализ влияния морской и прибрежной сейсморазведки и бурения скважин на миграцию лосося на о. Сахалин. – М.: WWF, 2009. – 20 с.
- [9] Макаревич П.П. Воздействие разработки объектов морского нефтегазового комплекса на пелагические фитоценозы Баренцева моря // Вестник МГТУ. – 2013. – Т. 16, № 3. – С. 482.

#### REFERENCES

- [1] Guidelines on the methods of hydrobiological analysis of surface water and bottom sediments. L.: Gidrometeoizdat, 1983. 240 p.
- [2] Pravdin I. Guidelines for fish study. M.: Food industry, 1966. 377 p.
- [3] Instructions for gathering and primary processing of the Caspian Sea basin aquatic resources and their habitat. Astrakhan: FGUP, CaspNIRKH, 2011. 233 p.
- [4] Atlas of Invertebrates of the Caspian Sea. M.: Food industry, 1968. 417 p.
- [5] Kazanchev E. Fishes of the Caspian Sea (guide). M.: Light and Food industry, 1981. 168 p.
- [6] Kachinsky N. Mechanical and Micro-Agregative Composition of Soil, Methods of Study. M.: USSR Academy of Science, 1958. 192 p.
- [7] Vekilov E., Kriksunov E., Polonsky Y. Impact of elastic waves from seismic sources on aquatic organisms for marine geophysical exploration // Information and reference text-book. M.: Moscow State University named after M. Lomonosov, 1995. 64 p.
- [8] Vedenev A. Analysis of offshore coastal seismic exploration and well drilling impact on migration of salmon at the Sakhalin island. M.: WWF, 2009. 20 p.
- [9] Makarevich P. Impact of offshore oil and gas facilities development on pelagic phytozoenoses of the Barents Sea // Herald of MSTU. 2013. Vol. 16, N 3. P. 482.

В. В. Садомский<sup>1</sup>, Е. Г. Крупа<sup>2</sup>, И. М. Аминова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>"SED" ЖШС, Алматы, Қазақстан,

<sup>2</sup>ҚР БҒМ "Зоология институты" РММ, Алматы, Қазақстан,

<sup>3</sup>"Ақжайық" мемлекеттік табиғи резерваты, Атырау, Қазақстан

## СОЛТҮСТІК КАСПИЙ АКВАТОРИЯСЫНДАҒЫ ГИДРОБИОНТТАРДЫҢ СЕЙСМОАКУСТИКАЛЫҚ ӘСЕРІН ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУЛЕР

**Аннотация.** Мақалада 2012–2013 жылдардың жазғы кезеңінде Солтүстік Каспийдің зоопланктонына, макрозообентосына және ихтиофаунасына сейсмоакустикалық әсер етудің эксперименталдық және табиғи зерттеулерінің материалдары ұсынылған. Сейсmobарлау жұмыстарының әсер етуін бағалау үшін жарақат алған немесе өлген дарақтар үлесінің, Шеннон-Уивердің әртүрлілік индексі мәнінің және дарақтың гидроценоздардағы орташа жеке массасының шамасының ең көп индикаторлық маңыздылығы бар екендігі көрсетілген.

Жарақат алған немесе өлген дарақтардың планктонды және сутүбі омыртқасыздар популяцияларындағы максималды үлесі пневмокөзден 1 және 5 м арақашықтықта тәжірибелі сынақтарды жүргізу кезеңінде тіркелген болатын. Бұл кезеңде екі топтануда фондық шамалардан Шеннон-Уивердің әртүрлілік индексі шамаларының және дарақтың орташа жеке массасының ауытқуы байқалды.

Ихтиофаунаың түрлік құрамында зерттеулерді жүргізудің барлық кезеңдерінде жоғары дәрежесі бар болды. Әртүрліліктің минималды көрсеткіштері (түрлердің саны, Шеннон-Уивер индексінің мәні) және балықтардың саны сейсmobарлау жұмыстарын жүргізу кезінде байқалған болатын. Дарақтардың ихтиоценоздардағы орташа жеке массасының көбеюі, сейсmobарлау жұмыстарын жүргізу кезінде санның азаюымен қатар, кіші жастағы балықтардың қолайсыз аймақтардан аулақ болуын күәландыруы мүмкін.

**Түйін сөздер:** зоопланктон, зообентос, балықтар, пневматикалық соққы көздері, сейсмикалық барлау жұмыстары.

### Сведения об авторах:

Садомский Владислав Владимирович – ведущий специалист, магистр, ТОО «SED», лаборатория экологических исследований, vsadomsky@sed.kz

Крупа Елена Григорьевна – главный научный сотрудник, доктор биологических наук, РГП Институт Зоологии КН МОН РК, отдел энтомологии, elena\_krupa@mail.ru

Аминова Ирина Менежановна – научный сотрудник-гидробиолог, магистр, Государственный природный резерват «Ақжайық», agrimony92@mail.ru

**I. Aminova<sup>1</sup>, V. Sadoskiy<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>«Акжайык» State Nature Reserve, Atyrau, Kazakhstan,

<sup>2</sup>“SED” LLP, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: agrimony92@mail.ru, sadoskiy@list.ru

## **ZOOBENTHOS OF AQUATIC ECO-SYSTEMS OF THE URAL RIVER ESTUARY WITH THE CASPIAN SEA ADJACENT COASTAL AREA**

**Abstract.** Analysis of aquatic biotopes is provided in this article based on the materials of hydrobiological investigation of the lower reaches of the Ural river estuary. State of the quantitative development of zoobenthic communities similar to fauna associations is a key indicator used when zoning of aquatic ecosystem biocoenoses. Currently, the environmental consequences of man-induced pollution of the region are restricted just by organismic level as a whole and do not affect population and ecosystem mechanisms, thus characterizing a relative safety of the coastal and deltaic assemblage aquatic ecosystems.

Considering hydrological and hydrophysical characteristics of water bodies (type, salinity, depth, impact of surges and retreats, speed of a current, and flowage) as well as biological indicators of plant communities level of development and number of other factors (feed significance for fishes and birds, man-induced impact), a classifier of aquatic systems was prepared with specific characters determined for each biocoenosis: river running, river standing, areas not exposed to surges and retreats and flood phenomena, kultuk (sor), as well as marine and marine island.

From the biotopes identified, the maximum development of zoobenthos was recorded in "marine" and "river running" ecosystems at the Ural river estuarine coastal water.

**Key words:** zoobenthos, aquatic eco-systems, biotopes, biocoenosis, Ural river.

УДК 502.52/57.087

**И. М. Аминова<sup>1</sup>, В. В. Садомский<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Государственный природный резерват «Акжайык», Атырау, Казахстан,

<sup>2</sup>ТОО «SED», Алматы, Казахстан

## **ЗООБЕНТОС АКВАЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ ДЕЛЬТЫ РЕКИ УРАЛ С ПРИЛЕГАЮЩИМ ПОБЕРЕЖЬЕМ КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

**Аннотация.** Приведен анализ состояния водных биотопов по материалам гидробиологического обследования дельты р. Урал с предустьевым взморьем. Состояние количественного развития сообществ зообентоса, как и в целом фаунистических комплексов, является основным показателем при районировании биоценозов аквальных экосистем. В настоящее время экологические последствия антропогенного загрязнения региона в совокупности ограничиваются лишь организменным уровнем и в целом не затрагивают популяционные и экосистемные механизмы, что характеризует относительное благополучие водных экосистем прибрежного и придельтового комплекса.

С учетом гидрологических и гидрофизических характеристик водоемов (тип, солёность, глубина, влияние сгонов-нагонов, скорости течения, проточности), а также биологических показателей по степени развития растительных сообществ и ряда других факторов (кормовой значимости для рыб и птиц, антропогенного воздействия) составлен классификатор аквальных экосистем с определением характерных признаков для

каждого биоценоза: речные проточные, речные непроточные, участки, подверженные стогно-нагонным и паводковым явлениям, култушные, а также морские и морские островные. Из выделенных биотопов максимальное развитие сообществ зообентоса проявляется в «морских» и «речных проточных» экосистемах на приустьевом взморье р. Урал.

**Ключевые слова:** зообентос, аквальные экосистемы, биотоп, биоценоз, р. Урал.

**Введение.** В последние годы в дельте Урала происходят существенные изменения, приводящие к ухудшению условий обитания животного мира и его биоразнообразия в регионе. В результате антропогенного вмешательства, выраженного как в нерациональном использовании биоресурсов (добыча рыбы и дичи, безвозвратное водопотребление, нерегулируемый выпас скота), так и в загрязнении водной среды резко уменьшилась численность обитающих здесь животных, и, в первую очередь, рыб и птиц.

Повышенная водность рек Урал и Волга привела к увеличению выноса в море с речным стоком и поступлению с заливаемых берегов биогенных элементов и органических веществ, что способствует эвтрофированию прибрежной акватории. На отдельных прибрежных участках Северо-Восточного Каспия в летний период возникают обширные площади с дефицитом кислорода (гипоксия), что создает условия, непригодные для обитания рыб и водоплавающих птиц.

На современном этапе экологические последствия загрязнения Северного Каспия в совокупности ограничиваются только организменным уровнем и не затрагивают популяционные и экосистемные механизмы, что характеризует относительное благополучие водоема [1]. Однако масштабы антропогенного воздействия на экосистему и, прежде всего, интенсивно развивающихся процессов по добыче углеводородного сырья на шельфе моря, вселяют серьезное опасение относительно будущего этого уникального водоема.

В свете этого особую актуальность приобретает мониторинг экологического состояния северо-восточной части Каспийского моря с дельтой реки Урал, в частности, отслеживание динамики развития и состояния зообентоса. По ранее проведенным исследованиям [2, 3], основными факторами, определяющими состояние зообентоса в дельте реки Урал с прилегающим побережьем Каспийского моря, являются: характер грунта и количество органического вещества в нем, развитие гипоксии и степень устойчивости к ней организмов бентофауны (окисленность), присутствие сероводорода в грунтах, наличие разного рода загрязнений, в том числе и антропогенного происхождения, а также прессинг со стороны бентосоядных рыб и птиц водно-болотного комплекса. Кроме того, лимитирующими факторами в развитии зообентоса речных аквальных экосистем, являются: условия течений и низкая прозрачность воды, слабое развитие или отсутствие прибрежных и водных растений [2, 3].

Материалы и методы. В июне и августе 2005г. проведено гидробиологическое обследование различных биотопов дельты р. Урал с охватом 6 правосторонних и 7 левосторонних ериков, а также приустьевой морской зоны с близлежащими островами и култуками.

Состояние зообентоса исследовалось по общепринятым методикам [4-11]. Видовой состав организмов выявлялся по определителям [12-16].

**Результаты исследований.** В зообентосе исследованных биотопах в летний период 2005 года зарегистрировано 67 таксонов донных организмов из 6 групп: гидрзои – 1, губки – 1, черви – 11, ракообразные – 30, моллюски – 5 и личинки насекомых – 19 видов. Основу разнообразия зообентоса формировали высшие ракообразные: бокоплавы – 22 и кумовые – 8 видов.

Лидирующая роль по частоте встречаемости в сообществе зообентоса как в июне, так и в августе принадлежала кольчатым червям (в июне – 92,8%, в августе – 93,8 %). Встречаемость ракообразных в июне составляла – 78,6%, в августе она уменьшилась до 31,3 %. У насекомых преобладали личинки хирономид, частота встречаемости в июне достигала – 57,1%, а в августе – на 100% исследованных станций. При этом подвиды моллюсков (*Hypanis vitrea*) присутствовали на 57,1 % станций.

Генезис определённых организмов зообентоса различен: так, 21 вид относится к автохтонной каспийской фауне, что составляет 31,3 % от всей бентофауны исследуемой территории, к понто-каспийским представителям (известным для Азово-Черноморского бассейна) относятся – 12 видов.

Остальные группы таксонов, включая моллюсков, за исключением каспийского вида *Hypanis plicata* и понто-каспийского вида *Hypanis angusticostata*, а также насекомых, за исключением каспийского вида (*Chironomus albidus*), распространены в Палеарктике довольно широко.

Среди обнаруженных во время исследований организмов зообентоса – 24 вида выделены как ключевые, относящиеся к автохтонной каспийской фауне.

По результатам исследований можно утверждать, что состояние количественного развития сообществ зообентоса, как и в целом фаунистических комплексов являются основным показателем при районировании биоценозов в дельте реки Урал с предустьевым взморьем Северного Каспия.

В период исследований отмечено, что наибольшего видового разнообразия с участием каспийских и понто-каспийских эндемиков, являющихся ключевыми и мониторинговыми видами, таксономический состав бентосных организмов достигает в биотопах речных проточных экосистем – 29, морских – 28 и морских островных – 27 видов.

**Обсуждение.** По результатам исследований с учетом гидрологических и гидрофизических характеристик водоемов (тип, солёность, глубина, влияние сгонов-нагонов, скорости течения, проточности), биологических показателей по степени развития растительных сообществ и ряда других факторов (кормовой значимости для рыб и птиц, антропогенного воздействия) составлена классификация аквальных экосистем с картированием [17-20].

На районированной территории выделено шесть аквальных экосистем: 1. Речные проточные; 2. Речные непроточные; 6. Участки, подверженные сгонно-нагонным и паводковым явлениям. 3. Култучные; 4. Морские; 5. Морские островные (рисунок 1).

Как видно из рисунков 2 и 3 – наибольших количественных показателей развития достигает зообентос морских аквальных экосистем на приустьевом взморье реки Урал. Из речных аквальных экосистем, высокой численностью зообентоса выделяются речные проточные.

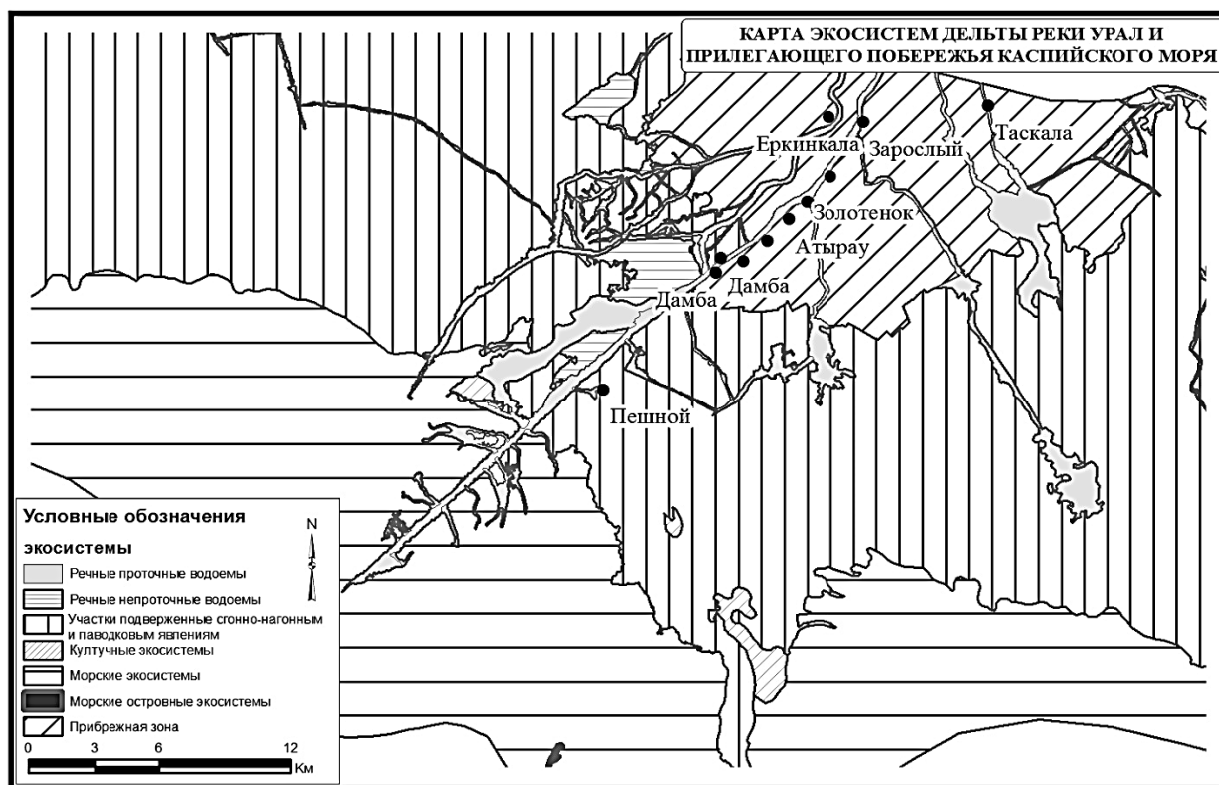


Рисунок 1 – Аквальные экосистемы дельты реки Урал с прилегающим побережьем Каспийского моря, 2005 г.

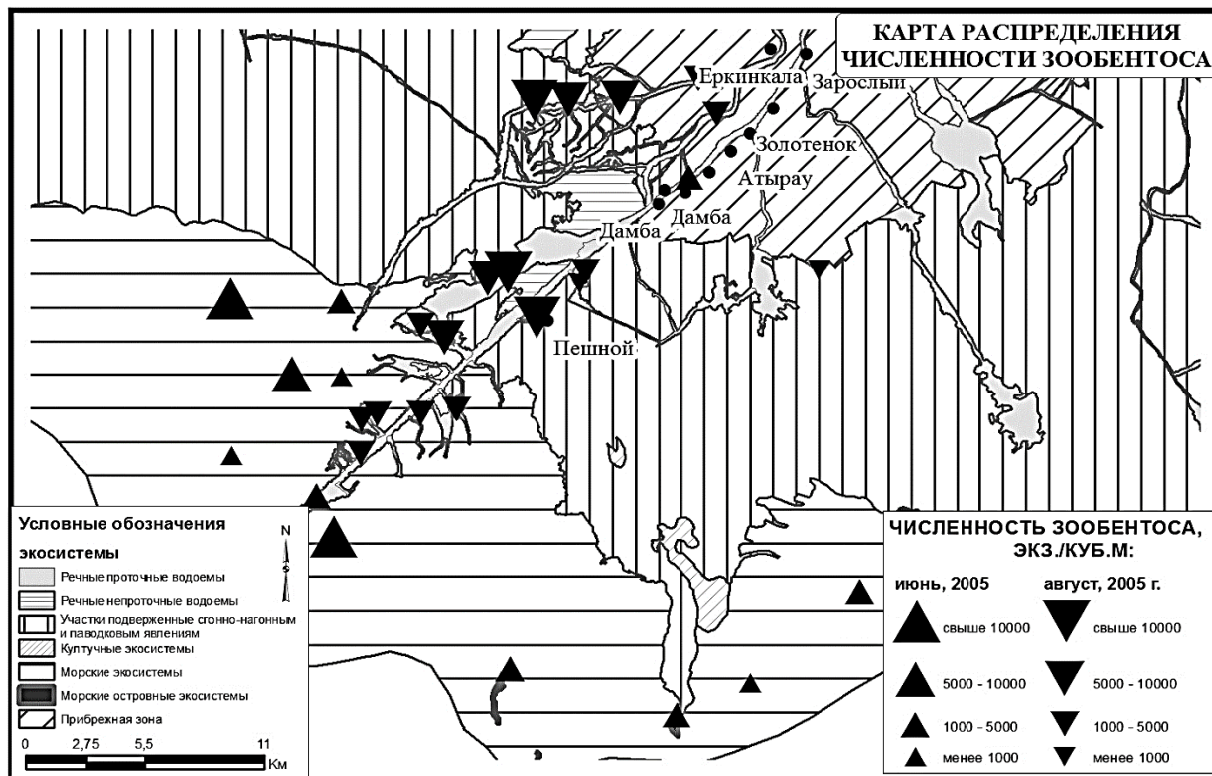


Рисунок 2 – Распределение численности зообентоса дельты реки Урал с прилегающим побережьем Каспийского моря, 2005 г.

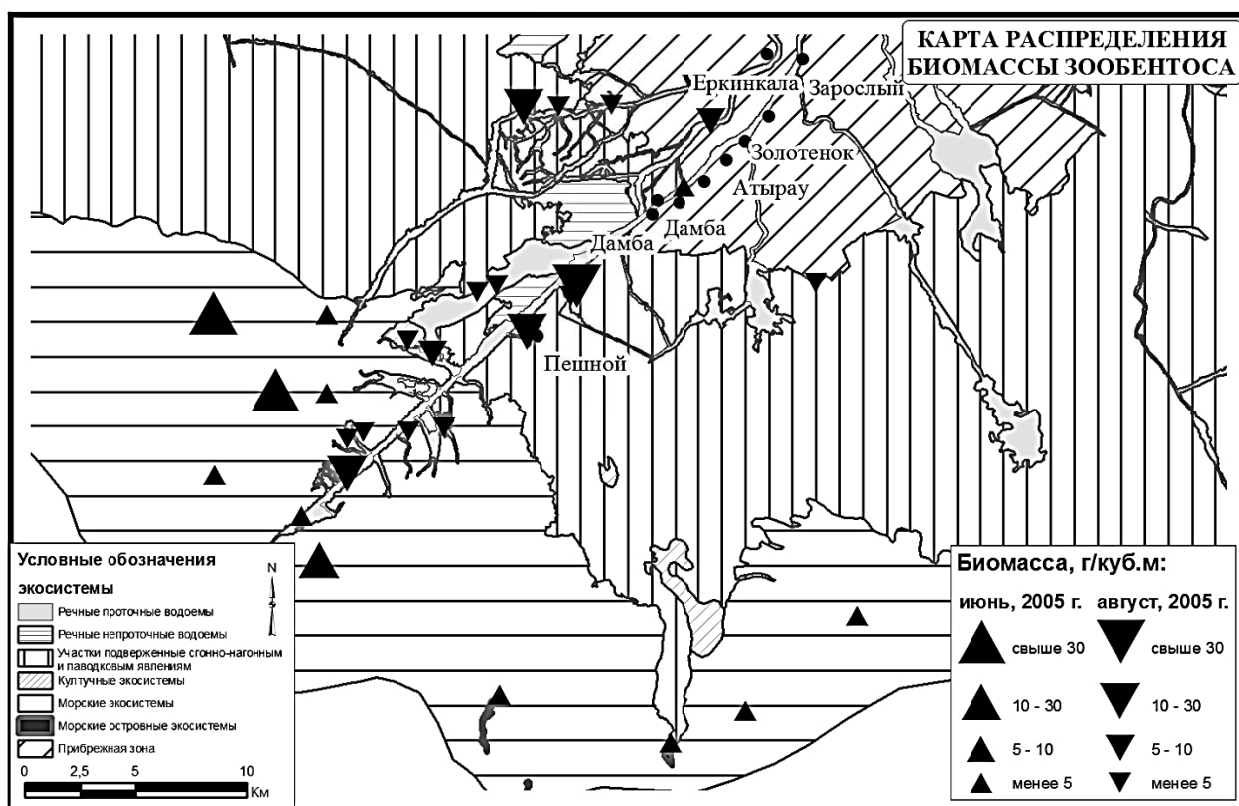


Рисунок 3 – Распределение биомассы зообентоса дельты реки Урал с прилегающим побережьем Каспийского моря, 2005 г.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Карпюк А.А., Катунин М.И. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М.: ВНИИОУиЭНП, 2005. – С. 81-88.
- [2] Аминова И.М. Влияние зон гипоксии на макрозообентос в прибрежных районах Северного Каспия, прилегающих к устью р. Урал // Каспийский плавучий университет. Научный бюллетень. – 2001. – № 2. – С. 51-60.
- [3] Аминова И.М. соавтор. Дельта реки Урал и прилегающее побережье Каспийского моря. – Т. 1. – С. 263.
- [4] ИСО 16665 Качество воды. Руководство для количественного отбора проб и обработки проб морской мягкопочвенной макрофауны. – Женева: Бюро регистрации авторских прав ИСО, 2014. – 26 с.
- [5] ИСО 19493 Качество воды. Руководство по биологическому морскому контролю сообществ в твердых субстратах. – Женева: Бюро регистрации авторских прав ИСО, 2007. – 22 с.
- [6] ПР РК 52.2.09-99 Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. – Ч. 2.4. Гидрологические наблюдения на озерах и водохранилищах. – Алматы: Казгидромет, 2005. – 426 с.
- [7] Методическое руководство по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях. Бентос и его продукция. – Л., ГосНИОРХ, 1983. – 50 с.
- [8] Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Л.: Гидрометиздат, 1983. – 240 с.
- [9] Инструкции по сбору и первичной обработке водных ресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания. – Астрахань: ФГУП КаспНИРХ, 2011. – 233 с.
- [10] Методические указания к изучению бентоса южных морей СССР. – М.: ВНИРО, 1983. – 13 с.
- [11] Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – С. 139-178.
- [12] Атлас беспозвоночных Каспийского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1968. – 415 с.
- [13] Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. – Т. 4. – СПб.: Наука, 1999. – 998 с.
- [14] Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. – Т. 5. – СПб.: Наука, 2001. – 836 с.
- [15] Чекановская О.В. Определитель донных макробеспозвоночных. – 1962.
- [16] Державин А.Н. К познанию перакарид р. Урала // Русский гидробиологический журнал. – 1926. – Т. 5, вып. 3. – С. 48-51.
- [17] Зачетнова Т.И. Основные биоценозы донной фауны нижнего течения Урала // Тезисы отчетной сессии ЦНИОРХ по итогам работы в 9-й пятилетке (1971–1975). – Гурьев, 1976. – С. 59-60.
- [18] Стыгар В.М. Питание и пищевые отношения молоди осетровых с другими рыбами в нижнем течении р. Урал: Дис. – ВНИРО, 1984. – 286 с.
- [19] Стальмакова Г.А. К гидробиологическим характеристикам среднего течения р. Урала и прилегающих пойменных водоемов // Труды зоологического института. – Т. 16. – Изд-во АН, 1954. – С. 499-516.
- [20] Аминова И.М. Состояние кормовой базы осетровых и полупроходных бентосоядных рыб Урало-Каспия в современных экологических условиях // Тезисы докладов Международной конференции «Осетровые на рубеже XXI века». – Астрахань, 11-15 сентября 2000 г. – С. 36-37.

REFERENCES

- [1] Karpuk A., Katunin M. The environmental protection in oil and gas complex. M.: VNIIOUiENP, 2005. P. 81-88.
- [2] Aminova I. Impact of hypoxia zones on macrozoobenthos in coastal areas of Northern Caspian adjacent to Ural entry // The Caspian floating university. Research bulletin. 2001. N 2. P. 51-60.
- [3] Aminova I. coauthor. The Ural River delta and adjacent Caspian Sea coastal area. Vol. 1. P. 263.
- [4] ISO 16665 Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna. Geneva: ISO copyright office, 2014. 26 p.
- [5] ISO 19493 Water quality - Guidance on marine biological surveys of hard-substrate communities, Geneva: ISO copyright office, 2007. 22 p.
- [6] Rules 52.2.09-99 of the RoK Instruction to hydrometeorological stations. Part 2.4. Hydrological monitoring at lakes and water reservoirs. Almaty: Kazgidromet, 2005. 426 p.
- [7] Guidelines for collection and processing of materials during hydrobiological surveys. Benthos and its products. L.: GosNIORKH, 1983. 50 p.
- [8] Guidelines on the methods of hydrobiological analysis of surface water and bottom sediments. L.: Gidrometeoizdat, 1983. 240 p.
- [9] Instructions for gathering and primary processing of the Caspian Sea basin aquatic resources and their habitat. Astrakhan: FGUP, CaspNIRKH, 2011. 233 p.
- [10] Methodical instructions for study of benthos of southern seas of USSR. M.: VNIRO, 1983. 13 p.
- [11] Methodology used to study inner water body biogeocenoses. M.: Nauka, 1975. P. 139-178.
- [12] Atlas of Invertebrates of the Caspian Sea. M.: Food Industry Publishers, 1968. 415 p.
- [13] Determinant of freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories. Vol. 4. SPb.: Nauka, 1999. 998 p.
- [14] Determinant of freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories. Vol. 5. SPb.: Nauka, 2001. 836 p.
- [15] Chekanovskaya O. Determinant of benthic macroinvertebrates. 1962.
- [16] Derzhavin A. Towards the study of peracarides of the Ural River // The Russian hydrobiological magazin. 1926. Vol. 5, issue 3. P. 48-51.



[17] Zachetnova T. The major biocoenoses of benthid fauna of the Ural River downstream. Talk abstracts of the CNIORKH reporting session based on the results of work in the 9th five-year plan (1971–1975). Guriev, 1976. P. 59-60.

[18] Stygar V. Feeding and food relations of the sturgeons young fishes with other fishes in the Ural River downstream: Dis.: VNIRO, 1984. 286 p.

[19] Stalmakova G. Towards the hydrobiological characteristics of the Ural River middle reaches and adjacent inundated water reservoirs // Proceedings of zoological institute. Vol. 16. AS Publishers, 1954. P. 499-516.

[20] Aminova I. State of forage reserve base of the sturgeons and Ural-Caspian semi-anadromous benthophage fishes under modern ecological conditions // Scientific conference abstracts of the International conference on "Sturgeons at the edge of XXI century". Astrakhan, September 11-15, 2000. P. 36-37.

**И. М. Аминова<sup>1</sup>, В. В. Садомский<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>"Ақжайық" мемлекеттік табиғи резерваты, Атырау, Қазақстан,

<sup>2</sup>"SED" ЖШС, Алматы, Қазақстан

### **КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ ЖАҒАЛАУЫНА ІРГЕЛЕС ЖАЙЫҚ ӨЗЕН САҒАСЫНЫҢ ЗООБЕНТОС АКВАЛДЫ ЭКОЖҮЙЕСІ**

**Аннотация.** Мақалада саға алдындағы теңіз кемерімен бірге Жайық өзені атырауын гидробиологиялық тексеру материалдары бойынша су биотоптарының ахуалының талдамасы келтірілген. Зообентос қауымдастықтарының, сондай-ақ жалпы фауналық кешендердің сандық дамуының ахуалы аквалдық экожүйелердің биоценоздарын аудандарға бөлу кезінде негізгі көрсеткіш болып табылады. Бүгінгі таңда аймақтың антропогендік ластануының экологиялық салдары жиынтығында тек организмдер деңгейімен шектеледі және жалпы алғанда популяциялық және экожүйелік механизмдерді қозғамайды, бұл жаға жанындағы және атырау жанындағы кешеннің су экожүйелерінің салыстырмалы әл-ауқатын сипаттайды.

Бөгендердің гидрологиялық және гидрофизикалық сипаттамаларын (типі, тұздылығы, лықсу-айдаудың ықпалы, ағыстың жылдамдығы, аққыштығы), сондай-ақ өсімдіктер қауымдастықтарының даму дәрежесі бойынша биологиялық көрсеткіштерді және басқа факторлардың бірқатарын (балықтар мен құстар үшін азықтық маңызы, антропогендік әсер) ескере отырып, әр биоценоз: өзендегі аққыш, өзендегі аққыш емес, лықсу-айдау және су тасқыны құбылыстарына ұшырайтын учаскелер, құлтықтық, сондай-ақ теңіз және теңіз-дегі аралдардың биоценоздары үшін тән нышандарды анықтаумен аквалдық экожүйелердің жіктеуіші жасалды. Бөліп алынған биотоптардан зообентос қауымдастықтарының максималды дамуы Жайық өзенінің саға жанындағы теңіз кемерінің «теңіз» және «өзен аққышты» экожүйелерінде байқалады.

**Түйін сөздер:** зообентос, аквалдық экожүйелердің, биоценозда, биотоптары, Жайық өзені.

#### **Сведения об авторах:**

Аминова Ирина Менежановна – научный сотрудник-гидробиолог, магистр, Государственный природный резерват «Ақжайық», [agrimony92@mail.ru](mailto:agrimony92@mail.ru)

Садомский Владислав Владимирович – ведущий специалист, магистр, лаборатория экологических исследований, [vsadomsky@sed.kz](mailto:vsadomsky@sed.kz)

**T. K. Salikhov**

L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.  
E-mail: salikhov\_tk@enu.kz

## **THE CURRENT STATE OF SOIL FERTILITY OF GEOECOSYSTEMS OF ZERENDA RURAL DISTRICT**

**Abstract.** As a result of researches the morphological characteristics and soil fertility indicators of geosystems were determined: the volume and density of solids, bulk density, soil moisture, mechanical and microaggregational composition, the smallest and the total moisture content, moisture stable wilting plant available moisture, water supplies and soil air, structure arable layer and the structural composition of soil, humus content of soil available elements, battery reserves absorbed by the base, the content of ions in the aqueous extract.

**Key words:** geocosystem, meadows ordinary black soil, fertility and soil properties, density, moisture content and texture of the soil, humus content and reserves of nutrients, the content of absorbed bases and ions in the aqueous extract.

УДК 910.3:631.4 (574)

**Т. К. Салихов**

Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ГЕОЭКОСИСТЕМ ЗЕРЕНДИНСКОГО СЕЛЬСКОГО ОКРУГА**

**Аннотация.** В результате исследований определены морфологические признаки и показатели плодородия почвенного покрова геоэкосистем: объем и плотность твердой фазы, объемная масса, влажность почвы, механический и микроагрегатный состав, наименьшая и полная влагоемкость, влажность устойчивого завядания растений, продуктивная влага, запасы воды и почвенного воздуха, строение пахотного слоя и структурный состав почв, содержание гумуса, доступные элементы почвы, запасы элементов питания, поглощенные основания, содержание ионов в водной вытяжке.

**Ключевые слова:** геоэкосистема, луговой обыкновенный чернозем, плодородие и свойства почвы, плотность, влажность и механический состав почвы, содержание гумуса и запасы элементов питания, содержание поглощенных оснований и ионов в водной вытяжке.

Земельный кодекс Республики Казахстан [1] обязывает проводить мониторинг земель и научный учет почв в соответствии с государственным земельным кадастром. Задачи государственного контроля состоят в обеспечении правил ведения земельного кадастра и землеустройства; выполнения мероприятий по сохранению и воспроизводству плодородия почв, рационального использованию и охране земель.

Повышение эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения путем сохранения и повышения плодородия почв является одной из приоритетных задач земледелия, решение которой имеет ключевое значение в обеспечении устойчивого развития аграрного сектора экономики и продовольственной безопасности страны.

Сохранение и повышение плодородия почв является основной частью общей проблемы рационального использования земельных ресурсов, увеличение продуктивности и улучшение почвенной экологии агроландшафтов.

По данным кафедры экологии, растениеводства и земледелия [2], на фоне длительного использования соломы в качестве органического удобрения в зернопаровых севооборотах, с включением озимых и зернобобовых культур, обеспечивается простое воспроизводство почвенного плодородия, а при внесении навоза и возделывании сидеральных культур – его расширенное воспроизводство.

В настоящее время в земледелии стало проблематично внесение на поле навоза и возделывание сидеральных культур. Поэтому расширение посевов многолетних трав на выводных полях полевых севооборотов позволяет существенно снизить потери гумуса, что при достаточной площади трав стабилизирует плодородие почвы.

В сравнительном опыте, проведенном на Уральской сельскохозяйственной опытной станции [3], содержание гумуса на старопахотных землях составило в слое 0-20 см - 2,5%, в слое 20-40 см – 2,16%, в пятипольном севообороте после второй ротации содержание гумуса составило 2,82 и 2,76%, а на выводном поле с житняком (12 лет) гумус в почве имел 3,07 и 2,78% соответственно.

Как известно, в процессе интенсивного воздействия человека на почву ухудшаются ее водно-физические свойства, уменьшается содержание важнейшей составной части почвы – гумуса. С количеством и качеством гумуса тесно связаны основные морфологические признаки почв, водный, воздушный и тепловой режимы, важнейшие физические и физико-химические свойства, содержание и формы соединений в почвах основных элементов питания растений, биохимические и микробиологические показатели [4, 5].

Поэтому изучение природных факторов почвообразования и производственной деятельности хозяйства; физических, биологических и химических показателей плодородия почв, коррелирующих с урожайностью культур позволяют на количественном уровне оценивать контрастность, сложность и неоднородность почвенного покрова конкретного массива. Это в свою очередь позволяет объективно решать вопрос о пригодности использования почв в хозяйственных целях и определить кадастровую стоимость земельного участка.

Цель наших исследований – изучение современного состояния физических, химических и биологических свойств почвенного покрова геозкосистем на территории Зерендинского сельского округа Зерендинского района Акмолинской области.

В связи с этим в исследованиях на территории села Зеренда Зерендинского района Акмолинской области были изучены физические, биологические и химические свойства почвенного покрова плодородия геозкосистем и морфологические признаки почв: объем и плотность твердой фазы, строение пахотного слоя, механический, микроагрегатный и структурный состав почв, наименьшая и полная влагоемкость, влажность устойчивого завядания растений, продуктивная влага, запасы воды и воздуха, содержание гумуса, доступных элементов, запасов элементов питания, поглощенные основания и содержание ионов в водной вытяжке по общепринятым методикам [6-11].

В настоящем систематическом описании выделены почвенные подразделения, которые были встречены нами на территории исследуемого района. Подробные диагностические показатели даны для наиболее распространенных почвенных разновидностей в пределах Зерендинского сельского округа Зерендинского района Акмолинской области. Указаны характерные морфологические генетические признаки почв, основанные на имеющихся данных полевых исследований и камеральной обработки.

На обследуемой территории в структуре почвенного покрова формируются черноземы обыкновенные. Почвенный разрез был заложен в 1,5 км северо-западнее с. Зеренда Зерендинского района Акмолинской области на очень пологом склоне водораздела северо-западной экспозиции. Растительность богато разнотравно-ковыльная, где преобладает из злаков ковыль, типчак, тонконог, тимофеевка; из разнотравья – лабазник, люцерна, гвоздика и др. Карбонаты в виде редких расплывчатых пятен заметны с 50 см. Вскипание от соляной кислоты отмечается на глубине 37-40 см.

На обследуемой территории были заложены мониторинговые площадки. На площадках методом конверта заложены точки отбора почвенных образцов, ниже приводится морфологическое генетическое описание почвенного разреза.

Характеристика основного разреза почвы:

- А<sub>1</sub> 0-18 Темно-серый, свежий, уплотнен, зернисто-комковатый, тяжелосуглинистый; переход в следующий горизонт – заметный.  
18
- В<sub>1</sub> 18-36 Темно-серый со слабым буроватым оттенком, светлый, более уплотнен, комковатый, тяжелосуглинистый; переход – заметный.  
18
- В<sub>2</sub> 36-68 Буровато-темно-серый с резким расплывчатыми заклинками материнской породы, плотный, крупно-комковатый, тяжело-суглинистый; переход – ясный.  
32
- С 68-135 Бурая с пятнами карбонатов суглинок, плотная.  
67

В полевых условиях морфологические признаки позволяют установить вид и разновидность подтипа почвы лугового обыкновенного чернозема, которая по мощности гумусового слоя А+В<sub>1</sub> характеризуется как среднемогучая, а по механическому составу А<sub>1</sub> – как тяжелосуглинистая.

В лабораторных условиях, были проведены методом пипетки механический и микроагрегатный анализы почвенных образцов [12], определили количественное содержание различных фракций, на основании которых уточнялось полевое название разновидности А<sub>1</sub> и разряд материнской породы (таблица 1).

Таблица 1 – Механический (числитель) и микроагрегатный (знаменатель) состав почвенного покрова лугового обыкновенного чернозема геоэкосистем Зерендинского сельского округа

Горизонт почвы	Влажность среднего образца, %	Потери при обработке НС1, %	Содержание фракции, %; размер частиц, мм							Фактор дисперсности	
			1,0-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	менее 0,001	менее 0,01		более 0,01
А <sub>1</sub>	<u>5,1</u> 5,1	<u>1,4</u> –	<u>16,0</u> 15,6	<u>9,8</u> 32,1	<u>18,1</u> 40,9	<u>9,3</u> 5,7	<u>10,1</u> 3,4	<u>36,7</u> 2,3	<u>56,1</u> 11,4	<u>43,9</u> 88,6	6,27
В <sub>1</sub>	<u>5,2</u> 5,2	<u>2,1</u> –	<u>17,1</u> 10,0	<u>7,5</u> 33,1	<u>18,9</u> 44,4	<u>9,5</u> 5,8	<u>11,7</u> 3,5	<u>35,3</u> 3,2	<u>56,5</u> 12,5	<u>43,6</u> 87,5	9,07
В <sub>2</sub>	<u>4,9</u> 4,9	<u>2,5</u> –	<u>20,1</u> 4,5	<u>12,2</u> 40,4	<u>13,6</u> 40,1	<u>9,1</u> 9,0	<u>9,8</u> 2,2	<u>35,2</u> 3,8	<u>54,1</u> 15,0	<u>45,9</u> 85,0	10,80
С	<u>4,5</u> 4,5	<u>3,6</u> –	<u>14,7</u> 16,5	<u>11,8</u> 34,0	<u>17,1</u> 35,6	<u>11,8</u> 7,0	<u>12,3</u> 2,5	<u>32,3</u> 4,4	<u>56,4</u> 13,9	<u>43,6</u> 86,1	13,62

По данным таблицы 1, луговой обыкновенный чернозем относится к тяжелосуглинистой илевато-пылевой разновидности, так как содержание физической глины в пахотном горизонте составляет 56,1%, причем большая часть 36,7% приходится на долю ила, а в составе физического песка преобладают фракции крупной пыли. В горизонте С количество физической глины достигает 56,4% и материнская порода характеризуется как тяжелосуглинистая илевато-пылевая.

Микроагрегатный состав свидетельствует, что фракции ила, крупной пыли и песка склеены в микроагрегаты размером 0,25-0,01 мм, а фактор дисперсности, рассчитанный по данным механического и микроагрегатного состава, указывает на относительно хорошее структурное состояние почвы и водопрочность ее агрегатов, что в конечном итоге отражают и другие физические свойства почвы лугового обыкновенного чернозема (таблица 2).

Физические свойства плодородия почвенного покрова геоэкосистем Зерендинского сельского округа показали, что тяжелосуглинистый луговой обыкновенный чернозем в горизонте А<sub>1</sub> имеет плотность почвы (ОМ) – 1,22 г/см<sup>3</sup> и общая скважность (порозность) почвы составила 52,71%, а при наименьшей влагоемкости – 28% имеет капиллярных скважин (пор) – 34,16%. Чем глубже горизонт тем плотность почвы увеличивается.

Физические свойства почвенного покрова геоэкосистем лугового обыкновенного чернозема позволяют рассчитать запасы воды и воздуха, соотношения при различных водно-физических константах, а также запасы продуктивной влаги и нормы полива для сельскохозяйственных культур (таблица 3).

Таблица 2 – Физические свойства плодородия почвенного покрова лугового обыкновенного чернозема геоэкосистем Зерендинского сельского округа

Горизонт почвы	Плотность, г/см <sup>3</sup>		ВУЗ	НВ	V <sub>тв</sub>	ОС	КС	НС	Соотношение КС и НС
	почвы, ОМ	твердой фазы, ρ	% от массы почвы		% от объема почвы				
A <sub>1</sub>	1,22	2,58	11,00	28,00	47,29	52,71	34,16	18,55	1,84
B <sub>1</sub>	1,38	2,63	11,30	21,30	52,47	47,53	29,39	18,14	1,62
B <sub>2</sub>	1,40	2,67	10,80	19,20	53,43	47,57	26,88	20,69	1,30
C	1,44	2,70	9,50	17,50	53,33	46,67	25,20	21,47	1,17
A+B	1,31	2,64	10,90	23,20	49,62	50,38	30,29	19,99	1,52
A+B+C	1,39	2,67	10,24	19,81	52,06	47,94	27,54	20,40	1,35

Таблица 3 – Соотношение воды и воздуха при различных гидрологических константах почвенного покрова лугового обыкновенного чернозема геоэкосистем Зерендинского сельского округа

Горизонт почвы	Запас воды, м <sup>3</sup> /га					Запас воздуха, м <sup>3</sup> /га			Норма полива, м <sup>3</sup> /га
	ВУЗ	ВЗР	НВ	ПВ	ДАВ	ВУЗ	ВЗР	НВ	
A <sub>1</sub>	241,56	428,22	614,88	952,00	373,32	710,44	523,78	337,12	186,66
B <sub>1</sub>	280,69	404,89	529,09	1005,00	248,40	724,31	600,11	475,91	124,20
B <sub>2</sub>	483,84	672,00	860,16	920,00	376,32	436,16	248,00	59,84	188,16
C	916,56	1302,48	1688,40	1807,00	771,84	890,44	504,52	118,60	385,92
A+B+C	1922,65	2807,59	3692,53	4684,00	1769,88	2761,35	1876,41	991,47	884,94

Соотношение воды и воздуха при различных гидрологических константах почвы лугового обыкновенного чернозема геоэкосистем Зерендинского сельского округа показало, что в слое 0-135 см вмещает (полная водовместимость) – 4684 м<sup>3</sup>/га влаги, удерживается (наименьшая влагоемкость) – 3692,53 м<sup>3</sup>/га, из которой влажность устойчивого завядания растений составляет 1922,65 м<sup>3</sup>/га, влажность завядания растений – 2807,59 м<sup>3</sup>/га и продуктивная (диапазон активной влаги) влага – 1769,88 м<sup>3</sup>/га.

При наименьшей влагоемкости (НВ) 27,3% горизонта A<sub>1</sub> (h = 18 см), при плотности почвы (ОМ) 1,22 г/см<sup>3</sup> требуется норма полива 186,66 м<sup>3</sup>/га.

Следовательно, физические свойства лугового обыкновенного чернозема геоэкосистем Зерендинского сельского округа с учетом агрометеорологических условий позволяют рационально управлять водно-воздушным режимом орошаемых и неорошаемых земель в различные годы.

Оптимальное строение пахотного горизонта и максимальные запасы продуктивной влаги в слое 0-135 см создаются в Зерендинском сельском округе, что в конечном итоге влияют на увеличение урожайности сельскохозяйственных культур при правильном соблюдении агротехники.

Основным биологическим показателем плодородия почв является процентное содержание гумуса, определение которого в слое 0-50 см является главным диагностическим признаком при бонитировке почв РК.

Для объективной оценки различных почв необходимо процентное содержание гумуса пересчитать в его запасы в т/га для каждого генетического горизонта (таблица 4).

В горизонте почвы A<sub>1</sub> запасы гумуса составляют – 182,27 т/га, а запасы макроэлементов составляют: азота – 10,10 кг/га, фосфора – 90,04 кг/га калия – 619,27 кг/га и общие запасы калия в почве в слое 0-135 см – 3288,32 кг/га, в этом слое обнаружено наименьшее содержание макроэлемента – азота, который составляет 57,84 кг/га.

Одним из основных неблагоприятных свойств почв, снижающих их плодородие в условиях Республики Казахстан, является солонцеватость и засоленность профиля.

На современном уровне в качестве объективного показателя солонцеватости следует брать содержание поглощенного натрия, магния (таблица 5) и количество ионов в водной вытяжке (таблица 6).

Таблица 4 – Биохимические свойства почвенного покрова лугового обыкновенного чернозема геоэкосистем Зерендинского сельского округа

Горизонт почвы	Гумус		Доступные элементы, мг/100 г твердой фазы почвы			Запасы элементов питания, кг/га		
	%	т/га	N	P	K	N	P	K
A <sub>1</sub>	8,30	182,27	0,46	4,10	28,20	10,10	90,04	619,27
B <sub>1</sub>	4,00	99,36	0,31	3,80	25,70	7,70	94,39	638,39
B <sub>2</sub>	4,30	192,64	0,42	1,50	16,90	18,82	67,20	757,12
C	2,90	279,79	0,22	1,10	13,20	21,22	106,13	1273,54
A+B	5,13	474,27	0,40	2,71	21,58	36,62	251,63	2014,80
A+B+C	4,10	754,06	0,31	1,95	17,74	57,84	357,76	3288,32

Таблица 5 – Поглощенные основания в мг·экв./100 г (числитель) и процентах от емкости поглощения (знаменатель) почвенного покрова лугового обыкновенного чернозема геоэкосистем Зерендинского сельского округа

Глубина образцов, см	Ca	Mg	Na	Сумма
0-10	28,2 87,3	4,1 12,7	нет	32,3 100
20-30	25,7 86,5	3,8 12,8	0,2 0,7	29,7 100
40-50	16,9 90,9	1,5 8,1	0,2 1,0	18,6 100
80-90	–	–	–	–
110-135	–	–	–	–

Таблица 6 – Содержание ионов в водной вытяжке в мг·экв./100 г почвенного покрова лугового обыкновенного чернозема геоэкосистем Зерендинского сельского округа

Глубина образцов, см	Сухой (плотный) остаток	Анионы			Катионы		
		HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na
0-10	0,024	0,016	нет	0,002	0,004	нет	0,002
20-30	0,020	0,008	0,003	0,003	0,004	нет	0,002
40-50	0,043	0,032	0,001	нет	0,007	0,001	0,002
80-90	0,071	0,049	0,003	0,002	0,008	0,002	0,007
105-115	0,109	0,067	0,003	0,009	0,004	0,002	0,025

Причинами засоления и солонцеватости почв являются почвообразующие (материнские) породы и минерализованные грунтовые воды, непригодные для полива оросительные воды и низкая естественная дренируемость территории.

Исследованиями [13] установлено, что при правильном выборе объекта орошения, соблюдения основ эксплуатации оросительных систем, орошение не вызвало существенных изменений в вещественном составе почв. Так, содержание солей, гумуса, обменных катионов после 16 лет орошения осталось на уровне их неорошаемых аналогов, но отмечено некоторое увеличение подвижности карбонатов.

Определение количества ионов водной вытяжки (таблица 6) позволяет по соотношению анионов и катионов в мг·экв./100 г рассчитать химизм засоления в слоях 0-50 см и 50-100 см, а затем установить степень засоления по процентному содержанию солей.

Исследованные нами данные показывают, что подтип почвы лугового обыкновенного чернозема геоэкосистем Зерендинского сельского округа по химизму засоления соответствует хлоридно-сульфатному роду, а по содержанию легкорастворимых солей вид, характеризуется как среднезасоленный, а поэтому их можно использовать для освоения орошаемых и неорошаемых сево-

оборотов с применением комплекса мелиоративных и агротехнических мероприятий, направленных на улучшение почвенного плодородия (гипсование, внесение удобрений, глубокая вспашка, подбор солеустойчивых сельскохозяйственных культур).

Следовательно, показатели плодородия почвенного покрова лугового обыкновенного чернозема геозкосистем Зерендинского сельского округа с учетом агрометеорологических условий позволяют рационально управлять водным, воздушным и пищевым режимом орошаемых и неорошаемых земель в различные годы, что можно регулировать увеличением урожайности сельскохозяйственных культур.

Распределение фракций по генетическим горизонтам в профиле почв лугового обыкновенного чернозема довольно однородное, что свидетельствует об отсутствии процессов разрушения минеральной части почвы и передвижения продуктов разрушения по профилю.

В результате благоприятных химических и физико-химических свойств и высокого запаса органического вещества луговые обыкновенные черноземы являются лучшими пахотнопригодными почвами.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Земельный кодекс Республики Казахстан: офиц. текст: по состоянию на 4 мая 2005 г. – Алматы: Юрист, 2005. – 116 с.
- [2] Вьюрков В.В. Сохранение и повышение плодородия темно-каштановых почв Приуралья // Сб. докладов междунар. науч.-практ. конф. Оренбургского регионального института переподготовки и повышения квалификации руководящих кадров и специалистов АПК «Земельные отношения на современном этапе: проблемы, пути решения». – Оренбург, 2004. – С. 185-191.
- [3] Браун Э.Э., Чекалин С.Г., Лиманская В.Б., Жакселикова Г.К. Выводное поле многолетних трав, как основной фактор повышения плодородия земель // Сб. докладов междунар. науч.-практ. конф. «Экономическое, социальное и культурное развитие Западного Казахстана: история и современность», посвящ. 180-летию Оружейной палаты Букеевского ханства. – Уральск: ЗКАТУ им. Жангир хана, 2008. – С. 287-288.
- [4] Кененбаев С.Б., Иорганский А.И. Основные итоги НИР по проблеме воспроизводства плодородия неполивных темно-каштановых почв Казахстана // Сб. докладов междунар. науч.-практ. конф. «Перспективные направления стабилизации и развития агропромышленного комплекса Казахстана в современных условиях», посвящ. 90-летию со дня образования Уральской с.-х. станции и 100-летию со дня рождения Н. И. Башмакова. – Уральск, 2004. – С. 184-187.
- [5] Сапаров А.С., Рамазанова Р.Х. Пути повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и плодородия почв в условиях рынка // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2002. – № 8. – С. 27-29.
- [6] Архипкин В.Г., Вьюрков В.В. Агрофизические показатели плодородия почв Западного Казахстана: метод. указание по земледелию. – Уральск: Зап.-Каз. СХИ. – 1989. – 52 с.
- [7] Сулейменова Н.Ш., Әуезов Ә.Ә., Оразымбетова Қ.Н. Егіншілік практикумы. – Алматы, 2006. – 227 б.
- [8] Салихов Т.К. Практикум по почвоведению. – Астана: ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, 2009. – 172 с.
- [9] Бекназаров Ж.Б., Архипкин В.Г., Салихов Т.К. Методические рекомендации для выполнения курсовой работы по почвоведению на тему: «Оценка плодородия почв земельных угодий». – Уральск: ЗКАТУ им. Жангир хана, 2007. – 35 с.
- [10] Елешев Р.Е., Елемесов Ж.Е., Мухаметкәрімов Қ.М. Топырактану практикумы. – Алматы: Қазақ ұлттық аграр. ун-ті, 2006. – 156 б.
- [11] Салихов Т.К. Батыс Қазақстан агроэкожүйелеріндегі топырақ жамылғысының құнарлығының қазіргі жағдайы // С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің Ғылым жаршысы. – 2010. – № 4. – 96-101 б.
- [12] Рахимғалиева С.Ж. Практикум по почвоведению: учеб. пособие для с.-х. вузов. – Уральск: ЗКАТУ им. Жангир хана, 2004. – 198 с.
- [13] Фартушина М.М., Дарбаева Т.Е. К вопросу изменения физических, физико-химических и химических свойств почв при орошении // Сб. докладов междунар. науч.-практ. конф. «Перспективные направления стабилизации и развития агропромышленного комплекса Казахстана в современных условиях», посвящ. 90-летию со дня образования Уральской с.-х. станции и 100-летию со дня рождения Н. И. Башмакова. – Уральск, 2004. – С. 89-92.

#### REFERENCES

- [1] The Land Code of the Republic of Kazakhstan: official. Text: As of May 4, 2005. Almaty: Lawyer, 2005. 116 p.
- [2] Vyurkov V.V. Preserving and improving the fertility of dark chestnut soils Urals // Proceedings of the international scientific-practical conference. Orenburg regional institute of retraining and advanced training of managers and specialists Agroindustrial complexes "Land relations at the present stage: problems and solutions". Orenburg, 2004. P. 185-191.
- [3] Brown E.E., Chekalin S.G., Limanskaya V.B., Zhakselikova G.K., Excretory field of perennial grasses as the main factor in increasing the fertility of the land // Proceedings of the international scientific-practical conference "Economic, social and cultural development of Western Kazakhstan: History and Modernity", dedicated. 180th anniversary of the Armory Bukeyev Khanate. Uralsk: WKATU named Zhangir khan, 2008. P. 287-288.

[4] Kenenbayev S.B., Iorganskiy A.I. The main results of research on the issue of reproductive fertility rainfed dark chestnut soils of Kazakhstan // Proceedings of the international scientific-practical conference "Perspective trends of stabilization and development of the agro-industrial complex of Kazakhstan in modern conditions", is dedicated. 90th anniversary of the founding of the agricultural Uralsk station and the 100th anniversary of the birth of N. I. Bashmakova. Uralsk, 2004. P. 184-187.

[5] Saparov A.S., Ramazanova A.H. Ways to increase crop productivity and soil fertility in the marketplace // Bulletin of Agricultural Science of Kazakhstan. 2002. N 8. P. 27-29.

[6] Arkhipkin V.G., Vyurkov V.V. Agrophysical indicators of fertility of soils of Western Kazakhstan: method. indication on agriculture. Uralsk: Zap.-Kaz. Agricultural Institute, 1989. 52 p.

[7] Suleimenov N.Sh., Auevov A.A., Orazymbetova K.N. Workshop on agriculture. Almaty, 2006. 227 p.

[8] Salikhov T.K. Workshop on soil science. Astana: L. N. Gumilyov ENU, 2009. 172 p.

[9] Beknazarov Zh.B., Arkhipkin V.G., Salikhov T.K. Guidelines for implementation of student work on soil science on the topic: "Assessment of land soil fertility". Uralsk: WKATU named Zhangir khan, 2007. 35 p.

[10] Yeleshev R.E., Yelemesov Zh.E., Muhametkarimov K.M. Workshop on soil science. Almaty: Kazakh National Agrarian University. 2006. 156 p.

[11] Salikhov T.K. The current state of fertility of soil geosystems of Western Kazakhstan // Bulletin of the Kazakh Agro-Technical University named after S.Seifullin (Section biological sciences). 2010. N 4. P. 96-101.

[12] Rahimgalieva S.Zh. Workshop on soil science: Textbook. aid for agricultural universities. Uralsk: WKATU named Zhangir khan, 2004. 198 p.

[13] Fartushina M.M., Darbaeva T.E. On the question of changes in the physical, chemical and physico-chemical properties of soil under irrigation // Proceedings of the international scientific-practical conference "Perspective trends of stabilization and development of the agro-industrial complex of Kazakhstan in modern conditions", is dedicated. 90th anniversary of the founding of the agricultural Uralsk station and the 100th anniversary of the birth of N. I. Bashmakova. Uralsk, 2004. P. 89-92.

#### Т. Қ. Салихов

Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан

### ЗЕРЕНДІ АУЫЛДЫҚ ОКРУГІНІҢ ГЕОЭКОЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ ТОПЫРАҚ ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ ҚҰНАРЛЫЛЫҒЫНЫҢ ҚАЗІРГІ КЕЗДЕГІ ЖАҒДАЙЫ

**Аннотация.** Зерттеу нәтижесінде геоэкожүйелерде топырақ жамылғысының морфологиялық белгілері және оның құнарлығының көрсеткіштері анықталды: қатты фазасының көлемі мен тығыздығы, топырақтың көлемдік салмағы, топырақтың ылғалдылығы, механикалық және микроагрегаттық құрамы, ең төменгі және толық су сыйымдылығы, өсімдіктердің тұрақты солу ылғалдылығы, тиімді ылғалдылығы, топырақтағы су және ауа қоры, өңделетін қабатының құрылысы және топырақтың құрылымдық құрамы, қарашірік мөлшері, топырақтағы тиімді элементтері, оның қорек қоры, жұту сыйымдылығы, су сүзіндісіндегі сіңірілген иондардың мөлшері.

**Түйін сөздер:** геоэкожүйе, шалғындық қадімгі қара топырақ, топырақтың құнарлығымен қасиеттері, топырақтың тығыздығы, ылғалдығы және механикалық құрамы, топырақтың қарашірік мөлшерімен қорек қоры, жұту сыйымдылығы және су сүзіндісіндегі сіңірілген иондар мөлшері.

#### Сведение об авторе:

Салихов Талгат Кумарович – кандидат сельскохозяйственных наук, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, и.о. ассоциированного профессора (и.о. доцент) кафедры физической и экономической географии, salikhov\_tk@enu.kz; tuatai\_76@mail.ru



**G. K. Turabaev**Kazakh National Pedagogical University named after Abay, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: nauka\_kaznpu@bk.ru**ANALYSIS OF INCREASE FACTORS OF COMPETITIVENESS  
OF COTTON PRODUCERS**

**Abstract.** The article examines organization of the state regulation of activities of special economic zones in Kazakhstan. The article reviews the content and directions of development of the state's participation in the management of special economic zone activity. In the article there are considered the offers and the instruction of a research directed to improvement of conditions of the cotton sphere of Kazakhstan. It was noted that, as the international experience shows, the success of social-economic development of a society in many respects depends on the state regulation of the economy, identification of regional development priorities based on the analysis of the existing potential. In article problems and the prospects of development of cotton economy of Kazakhstan are analyzed. In the article there are also considered the problems and prospects of development of the cotton sector in Kazakhstan. The analysis of the developed economies shows that there is a direct relationship between the economic policy of a state and its level of development, which provides the necessary economic growth.

**Key words:** cotton, production, competitiveness, economy, special economic zone.

УДК 338.43

**Г. К. Турабаев**

Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Алматы, Казахстан

**АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ПОВЫШЕНИЯ  
КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ХЛОПКА**

**Аннотация.** Рассматривается организация государственного регулирования деятельности специальных экономических зон Казахстана. Проведен анализ содержания и направлений развития участия государства в управлении деятельностью специальной экономической зоны. В статье представлены предложения и инструкция исследования направленные на улучшение условий хлопковой сферы Казахстана. Успешное социально-экономическое развитие общества, как показывает мировой опыт, во многом зависит от государственного регулирования экономики. Проведен анализ проблемы и перспективы развития хлопкового хозяйства Казахстана. Анализ динамики экономики развитых стран свидетельствует о том, что существует прямая зависимость между экономической политикой государства и уровнем развития, которое обеспечивает необходимые темпы экономического роста.

**Ключевые слова:** хлопок, производство, конкурентоспособность, экономика, специальная экономическая зона.

**Введение.** Сельское хозяйство является сферой деятельности 43,2% населения республики по данным Комитета по статистике Министерства национальной экономики на начало 2016 г. [1]. Одним из направлений сельскохозяйственной деятельности Республики Казахстан, где занято порядка 43,2% трудоспособного населения, является выращивание хлопка. Хлопок занимает второе место после зерновых в объеме экспорта сельскохозяйственной продукции Казахстана. В основном хлопчатник выращивается в Южно-Казахстанской области, где имеются благоприятные климатические условия, поливные условия и трудовые ресурсы. Выращивание и производство

хлопковой продукции также имеет важное значение в современных условиях, учитывая интерес к развитию отечественной текстильной промышленности. Анализируя опыт стран, специализирующихся на выращивании или переработке хлопка, в данной статье на основе изучения различных источников информации, данных статистической отчетности, рассмотрены возможные направления повышения конкурентоспособности отечественных производителей, через повышение эффективности использования материально-технических ресурсов, новых технологий и т.п. с учетом влияния процессов глобализации торговли на условия производства и потребления, доступа к рынкам сбыта.

Состояние развития мирового рынка хлопка можно характеризовать данными Международного консультативного комитета по хлопку (ICAC), опубликовавшего данные на начало сентября 2016г. (см. таблицу 1) [2].

Таблица 1 – Состояние мирового рынка хлопка-волокна в 2012–2016 гг., млн т

Показатели	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	
Производство	26,99	26,21	25,93	20,99	22,12	22,31
Потребление	23,61	23,90	23,98	23,97	24,23	24,22
Торговля	10,38	8,98	7,78	7,57	7,41	7,38
Конечные запасы	20,03	22,48	24,46	21,46	19,51	19,56

Приведено по источнику [3].

Согласно приведенным данным в сезоне 2016–2017 годов мировое производство хлопка-волокна увеличится по сравнению с предыдущим аналогичным периодом на 6%, или 1,26 млн т и составит 22,45 млн т. По данным [4], в 2015–2016 году основными производителями на мировом рынке являются США, Аргентина, Австралия, Мали, Индия, Бразилия, Туркменистан. Объемы производства и занимаемых площадей определяются как колебаниями спроса на рынке, так и предпринимаемыми мерами по повышению урожайности хлопчатника, сохранению плодородия земель, влиянием климатических и других условий. Объемы производства хлопка в Китае остались без изменений по сравнению с прошлым годом, в США увеличились, а в Индии, одного из ведущих поставщиков, были снижены в связи с влиянием неблагоприятных погодных условий и воздействием вредителей в прошлом году.

Мировая торговля, как видно из таблицы 1, составит 7,38 млн т, демонстрируя стабильное снижение за последние годы. Основными импортерами хлопка являются Бангладеш, Вьетнам, Китай, Турция, Индонезия и Пакистан. Под влиянием различных факторов (как объем засеваемых площадей, урожайность, погодные условия и др.) соотношение позиций участников рынка постоянно меняется. Учитывая, что отдельные страны могут специализироваться на одном или нескольких направлениях (включая выращивание, переработку хлопка-сырца, выработку волокон и т.п.), они могут выступать как импортеры или экспортеры. Таким образом, в современных условиях возрастающее влияние процессов глобализации, либерализации процессов входа на международные рынки будут в большей степени связаны с уровнем конкурентоспособности, в отличие от применявшихся ранее квот или торговых соглашений.

Учитывая опыт стран производителей и потребителей хлопка на рынке текстильной и хлопковой продукции на протяжении последних лет, Казахстан может извлекать важные уроки для повышения эффективности выращивания хлопка и повышения его конкурентоспособности на рынке, а также ориентироваться не только на экспорт сырья, но и на развитие текстильной промышленности. В этом направлении в Южно-Казахстанской области реализуется деятельность хлопко-текстильного кластера, так как в области имеются все предпосылки – сырьевые ресурсы, предприятия по переработке и текстильные фабрики по выпуску готовых изделий. В целях подъема хлопковой и текстильной отраслей Казахстана был принят Закон «О развитии хлопковой отрасли», создана свободная экономическая зона «Онтүстік» на 2005–2030 годы, которая призвана способствовать возрождению и развитию текстильной промышленности Казахстана. Эффективность реализации поставленных задач определяется целым рядом условий, включая имеющиеся природные

условия, техническое оснащение, кадровое обеспечение, развитие программ государственной поддержки и т.п..

**1. Анализ текущего положения производства хлопка в Казахстане.** Хлопководство в Казахстане развивается на протяжении многих лет, и как можно видеть на рисунке 1, в последние годы объемы занимаемых площадей уменьшаются [5].

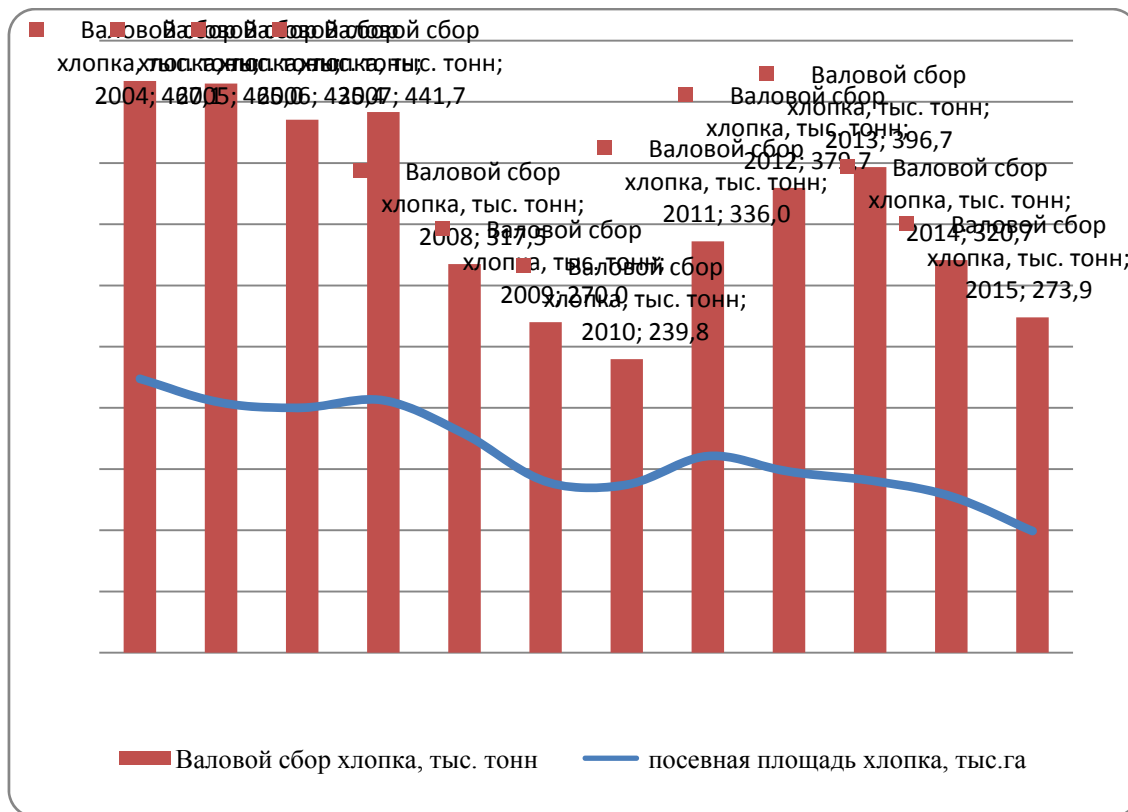


Рисунок 1 – Показатели посевной площади и валового сбора хлопка в Республике Казахстан в 2004–2015 годах.

*Примечание.* Составлено автором по данным Комитета по статистике РК.

Как видно из рисунка 1, посевные площади, отводимые под хлопчатник, ежегодно меняются в сторону уменьшения, что зависит от конъюнктуры спроса на рынке, а также повышением ориентации на зерновые и масличные культуры, а также предпринимаемыми усилиями по повышению урожайности, качества посевных материалов. Вместе с тем валовой сбор хлопка подвержен колебаниям в силу влияния внешних факторов. В данном случае важно учитывать, что выращивание хлопчатника является трудоемким и затратным процессом, требующим больших производственных затрат. В течение одного вегетационного периода проводится более 37 агротехнологических мероприятий и для получения урожая хлопка-сырца в 25,0–30,0 ц/га расходуется около 125–130 тыс. тенге [6]. Кроме того, урожайность ежегодно может зависеть от температурного режима, наличия осадков, плодородия почвы.

Как видно из рисунка 2, урожайность казахстанских хлопководческих хозяйств ежегодно меняется, благодаря предпринимаемым усилиям во многих хозяйствах урожайность хлопка незначительно повышается. Однако, если сравнивать данный показатель с производителями других стран, то очевидно отставание, определяющее низкий уровень конкурентоспособности.

Одной из важных особенностей выращивания хлопка в Казахстане, как видно на рисунке 3, можно отметить небольшие масштабы деятельности большинства хозяйств. Согласно данным АО «Даму», более 50% предприятий по выращиванию хлопчатника являются «крестьянскими хозяйствами», 29% из них являются «товариществом с ограниченной ответственностью», 10% являются «индивидуальными предпринимателями», и 5% являются «частными предпринимателями». Данное

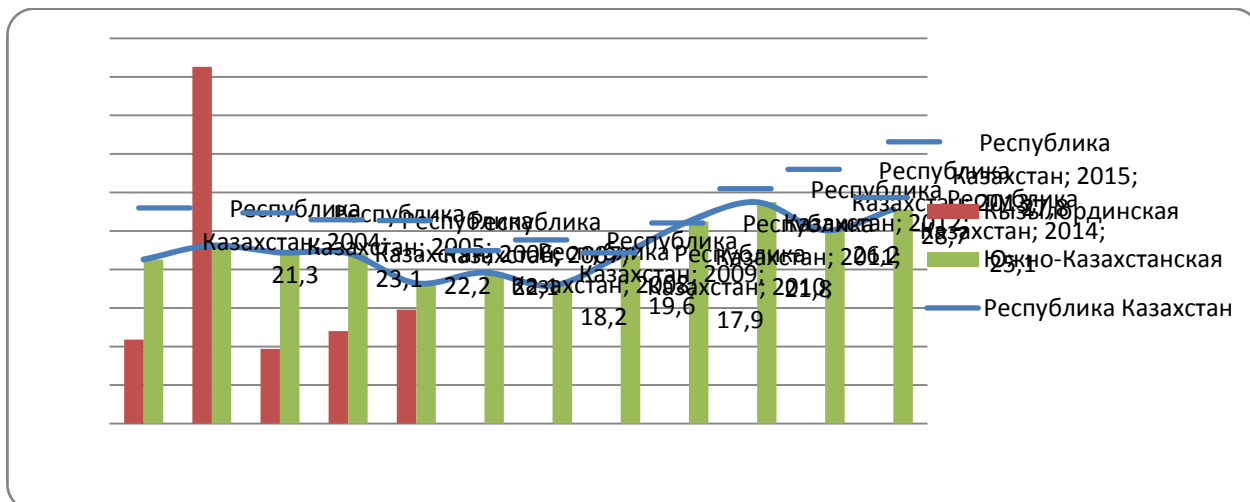


Рисунок 2 – Урожайность хлопка в Республике Казахстан в 2004–2015 годах.

Примечание. Рисунок составлен по данным Комитета по статистике РК.

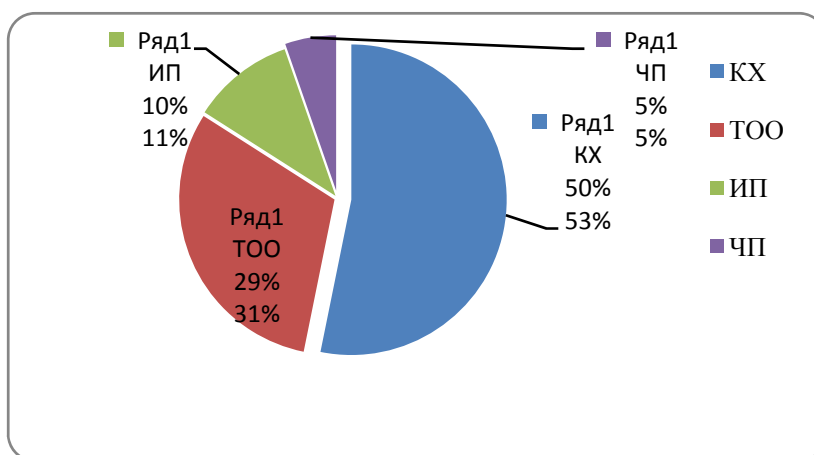


Рисунок 3 – Формы предприятий по выращиванию хлопка в Казахстане.

Примечание. Приведено по данным АО «Даму» [7].

положение сохраняется на протяжении последних лет, ограничивая финансовые возможности фермеров, возможности привлечения специальной техники, а также использования современных технологий выращивания, полива, поддержания плодородия почвы.

В частности, анализируя существующую практику и зарубежный опыт, можно отметить важность соблюдения агротехники выращивания (в том числе, соблюдение сроков посадки, обработки почвы, внесения удобрения, полив), качество посевного материала и т.п. Согласно данным АО «Даму», повышение конкурентоспособности хлопка может определяться следующими факторами (таблица 2) [7].

Таблица 2 – Факторы, способствующие увеличению урожайности хлопка-сырца производителей Республики Казахстан

Технологические операции	Научно-обоснованные параметры	Прибавка урожая, ц/га
Зяблевая вспашка с внесением суперфосфата и навоза	Ноябрь-январь, 600-800 кг/га, 30-40 кг/га	0,7
Промывка почвы от солей	Ноябрь-февраль, 2000-3000 м <sup>3</sup> воды/га	
Ранневесеннее боронование в 2 следа для закрытия влаги	Март-апрель	
Чизелевание	От 2-10 до 16-18 см	

Примечание. Приведено по данным Отчета АО «Даму».

Зачастую обеспечение указанных в таблице условий затрудняется отсутствием необходимых финансовых ресурсов, сложностью привлечения специальной техники, поскольку большинство производителей хлопка являются мелкими хозяйствами. Кроме того, разные отечественные производители выращивают хлопчатник с различными целями. Большинство из них (41%) выращивают данную растительную культуру для реализации чистого хлопчатника. В то же время 24% – для производства семян, и 18% – для производства жмыха.

Изучение зарубежного опыта свидетельствует о широком использовании для повышения урожайности эффективных приемов агротехники, а также использование водосберегающих технологий (как капельное орошение), что при минимальных расходах поливной воды позволяет поддерживать высокую производительность.

Применение органического выращивания хлопка позволяет получать целый ряд преимуществ (таблица 3) [8].

Таблица 3 – Преимущества выращивания органического хлопка

Влияние	Традиционная технология выращивания	Технология органического выращивания хлопка
Окружающая среда	Уничтожение полезных насекомых. Загрязнение почвы и воды. Устойчивость вредителей	Увеличение био- разнообразия. Эко баланс между вредителями и полезными насекомыми. Отсутствие загрязнения.
<b>Здоровье</b>	Контакт с пестицидами. Хронические заболевания	Нет риска для здоровья от пестицидов. Здоровая органическая культура
Плодородие почвы	Риск снижения плодородия почвы за счет использования химических удобрений и недостаточного севооборота	Плодородие почвы поддерживается или улучшается органическими удобрениями и интенсивным севооборотом
Рынок	Открытый рынок с неояльными для фермеров покупателями. Зависимость от общих рыночных ставок. Обычный отдельный фермер	Тесное отношение с партнером по рынку. Возможность продавать продукцию как «органическую» по более высокой цене. Фермеры обычно организованы в группы.
Экономика	Высокие издержки производства. Высокие финансовые риски. Высокий урожай только в хорошие годы	Снижение затрат на ресурсы. Снижение финансовых рисков. Удовлетворительные доходы при улучшении плодородия почвы
<i>Примечание.</i> Приведено по источнику [8].		

Внедрение органической технологии выращивания хлопка позволяет не только получать экономический эффект от повышения плодородия почвы, роста урожайности. А также внедрение данной технологии обеспечивает сохранение экологического равновесия, предотвращает засоление почв минеральными удобрениями. Вместе с тем, внедрение технологии органического выращивания хлопка требует проведения образовательной деятельности, обучения специалистов, сертификации проводимых работ. Этапы организации выращивания хлопка с системным подходом включает следующие этапы (рисунок 4).

Соблюдение технологии органического выращивания хлопка требует, с одной стороны, соблюдения соответствующей агротехники, использования режима поливов, соответствующих районированных посевных материалов. Применение органических удобрений и севооборота позволяет сохранять плодородие почв, а также поддерживать состав полезных микроорганизмов. Отказ от использования гербицидов и минеральных удобрений способствует сохранению структуры почв и активной микрофлоры.

**2. Организация государственного регулирования специальных экономических зон для обеспечения поддержки производителей хлопка.** Состояние и перспективы успешности деятельности отечественных производителей хлопка на рынке как уже отмечалось, определяется множеством условий, определяемых аграриями в качестве наиболее существенных. По результатам опроса, проводимого АО «Даму», определена значимость государственной поддержки (таблицы 4, 5).



Рисунок 4 – Системный подход органического выращивания хлопка [8].

Примечание. Составлено по источнику.

Таблица 4 – Факторы, влияющие на развитие рынка хлопчатника

Наименование фактора	Значение, %
Благоприятная погода	26
Государственная поддержка аграриев	18
Наличие высококвалифицированных специалистов	16
Кредит под низкие проценты	13
Водные ресурсы	11
Качество семян	8

Примечание. Приведено по данным АО «Даму» [7].

Таблица 5 – Факторы, затрудняющие развитие рынка хлопчатника

Наименование фактора	Значение, %
Отсутствие государственной поддержки	30
Высокие цены на ГСМ	26
Плохие погодные условия	22
Высокие проценты по кредитам	13
Нехватка водных ресурсов	4
Устаревшая агротехника	4
Качество семян	8

Примечание. Приведено по данным АО «Даму» [7].

Сохраняющиеся трудности, с одной стороны, свидетельствуют о недостатках организации производственной деятельности, а также необходимости координирующих действий со стороны государства.

Анализ существующих сложностей обращает внимание на необходимость проведения мер государственной поддержки, в том числе в рамках деятельности СЭЗ.

Как уже было отмечено, основой развития хлопково-текстильного кластера в Казахстане явилось создание Указом Президента Республики Казахстан № 1605 от 06.07.2005 г. специальной экономической зоны (СЭЗ) «Онтустик» в Южно-Казахстанской области (ЮКО).

СЭЗ «Онтустик» создана для привлечения инвесторов в текстильный сектор, перспективный для региона и в целом для Казахстана. На территории СЭЗ планируется построить порядка 15 текстильных предприятий, обеспечивающих переработку 100 тыс. т хлопка в год и создание свыше 10 тыс. рабочих мест. Для предприятий, функционирующих на территории СЭЗ «Онтустик», предоставляются определенные льготы.

Наряду с представляемыми льготными условиями для предприятий, выращивающих хлопок, организация эффективного менеджмента, обучения специалистов, изучения и распространения положительного опыта также является важным фактором в повышении их конкурентоспособности (рисунок 5).

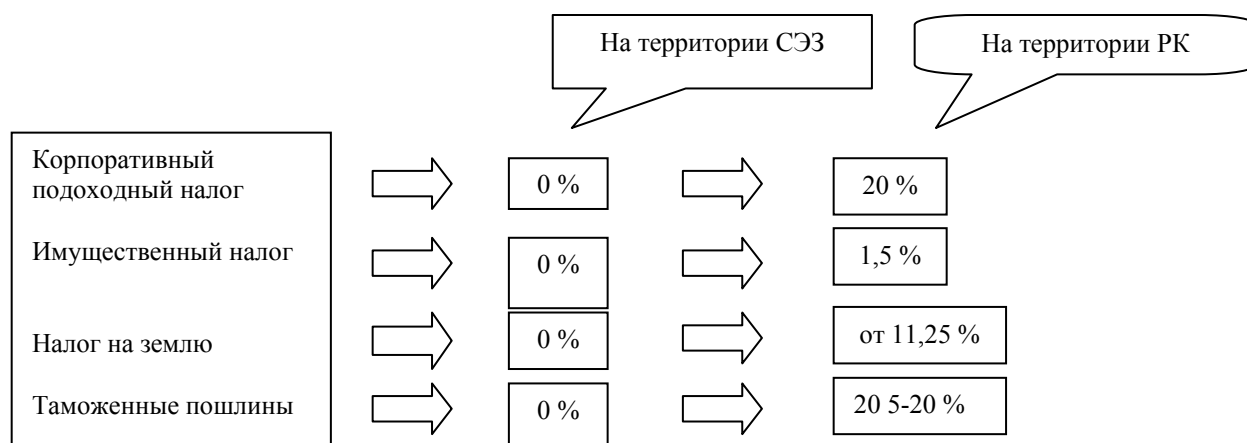


Рисунок 5 – Льготы на территории СЭЗ «Онтустик».

*Примечание.* Рисунок приведен по источнику [7].

Процесс создания нормальных условий управления экономикой стран связан с положительной активизацией роли государства. Государство играет существенную роль в определении целей и задач развития отдельных территорий, при этом важной целью является устранение глубоких диспропорций в их функционировании на основе использования имеющегося экономического потенциала, привлечения инвестиций, интенсификации научно-технического и торгово-экономического сотрудничества с зарубежными странами. Выход из кризисной ситуации, структурная трансформация, повышение эффективности и конкурентоспособности экономики сопряжены с конструктивной и направляющей деятельностью государства.

Одним из наиболее действенных механизмов роста экономики, повышения эффективности использования ее ресурсного потенциала является создание специальных экономических зон. Влияние этих зон на политические и экономические процессы, происходящие в принимающих странах, объем промышленного производства, численность занятых играет заметную роль в стране, что позволяет выделить данное явление в качестве важного объекта исследования в современных условиях. В то же время можно отметить, что специальные экономические зоны можно рассматривать как одну из форм государственного регулирования экономических процессов, протекающих в определенных регионах страны, в которых существенно ограничено применение административных методов управления. Они способствуют развитию предпринимательской деятельности, тесной интеграции национальной экономики в систему мирохозяйственных связей путем привлечения иностранных инвестиций и предоставления таможенных, экономических, правовых и организационных льгот.

В результате многолетних наблюдений и исследований существующей практики функционирования специальных экономических зон ученые приходили к убеждению о низкой результативности государственных мер, направленных на предотвращение упадка крупных производственных

территорий. В частности, П. Халл, С. Хаув, С. Бутлер первыми пришли к выводу, что государственное вмешательство в кризисных ситуациях не в состоянии предотвратить экономический упадок крупных промышленных центров, также неэффективны традиционные меры экономического и политического воздействия на хозяйственную деятельность этих территорий [9]. В результате этого инвесторам, желающим направить свой капитал в регионы, находящиеся в кризисном экономическом положении, представлялись определенные льготы и не так жестко регламентировалась их деятельность. По мере усложнения экономических механизмов функционирования зон, решаемых целей и задач, механизмы реализации СЭЗ постоянно развиваются, что проявляется в появлении целого ряда определений и понятий, характеризующих различные направления данной деятельности.

Вместе с тем суть данного явления, определяемого понятием «специальная экономическая зона», можно охарактеризовать следующим образом:

- подразумевается, что на данной территории применяются экономические методы предпринимательской деятельности,
- определяет наличие специального режима деятельности. Специальный режим предусматривает представление льгот и преференций субъектам деятельности,
- зона является экономической, а не политической территорией,
- отражается территориальность представления льготного режима.

В организационно-экономическом плане зоны могут иметь вид государственного, акционерного или совместного предприятия, свободного порта, таможенного пункта, занимать территорию небольшого города, района, части административно-территориальной единицы, не представляющей стратегического значения. На конкретной территории могут сочетаться зоны разных типов и различной функциональной ориентации. Это относится не только к производственно-отраслевой специализации, но и к соотношению выпуска продукции для внутреннего рынка и для экспорта.

Согласно Закону Республики Казахстан от 21 июля 2011 года № 469-IV «О специальных экономических зонах в Республике Казахстан» Специальная экономическая зона (СЭЗ) – часть территории Республики Казахстан с точно обозначенными границами, на которой действует специальный правовой режим специальной экономической зоны для осуществления приоритетных видов деятельности.

В самом общем виде основные цели специальных экономических зон можно разделить на внешние и внутренние, как представлено в таблице 6.

Таблица 6 – Цели деятельности СЭЗ

Внешние цели	Внутренние цели
<ul style="list-style-type: none"> <li>- максимальное обеспечение экономической обстановки,</li> <li>- повышение конкурентоспособности предприятий на внешнем рынке,</li> <li>- активизация деятельности иностранных компаний на территории республики,</li> <li>- разностороннее развитие экономических связей с ведущими странами.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- привлечение зарубежного капитала,</li> <li>- внедрение в производство новых технологий за счет освоения отечественных и иностранных технологий,</li> <li>- насыщение внутреннего рынка высококачественными товарами,</li> <li>- ускорение формирования экономики в отдельных регионах,</li> <li>- рациональное использование природных ресурсов регионов для использования и переработки, а также их экспорта в другие регионы,</li> <li>- эффективное использование внутренних средств для осуществления инвестиционных проектов,</li> <li>- диверсификация и расширение экспортного потенциала,</li> <li>- распространение и освоение современных знаний в области экономики, менеджмента, маркетинга и т.п.,</li> <li>- развитие предпринимательства,</li> <li>- улучшение платежного баланса страны за счет поступлений инвалюты,</li> <li>- создание новых рабочих мест в решении проблем занятости.</li> </ul>
<p><i>Примечание.</i> Разработано автором.</p>	

Согласно мнению зарубежных экспертов, СЭЗ призваны решать важную роль в региональном развитии национальной экономики. Стратегическая направленность СЭЗ состоит в следующем :

- способствовать развитию казахстанских компаний;
- привлечение международных инвестиций (ПИИ);



- создание рабочих мест и улучшение благосостояния;
- привлечение новых технологий и научно-исследовательских разработок;
- развитие МСБ и привлечение нового квалифицированного персонала.

Учитывая опыт многих стран, основной целью создания СЭЗ на территории Республики Казахстан является содействие развитию республики, решение социально-экономических проблем на конкретных участках территории и в целом по республике на основе экономической интеграции в систему мировых хозяйственных связей и вовлечение в международное разделение труда. Целями создания СЭЗ является ускорение развития регионов для активизации вхождения экономики республики в систему мировых хозяйственных связей, создания высокоэффективных экспортоориентированных производств, освоение выпуска новых видов продукции, привлечение инвестиций, отработка правовых норм рыночных отношений, внедрение современных методов управления и хозяйствования, а также решение социальных проблем. В процессе становления СЭЗ в республике совершенствовалась нормативно-правовая база, дающая в конечном итоге возможность реализовать в полной мере потенциал СЭЗ в соответствующих регионах.

Для каждой специальной экономической зоны при создании должны быть четко определены основные цели, задачи развития и реализуемые функции. Только в этом случае возможно дальнейшее определение приоритетов и составление, обоснование, принятие программы по развитию и соответственно предоставление тех или иных льгот, режимов функционирования, финансирования мероприятий и бизнес-проектов.

Вариативность создания СЭЗ предполагает, что ее развитие в каждом конкретном случае учитывает значимость и приоритеты, имеющиеся материальные, финансовые и трудовые ресурсы, сроки реализации проектов и мероприятий, достижение целей функционирования и развития.

Этапность образования зон предполагает основные стадии жизненного цикла формирования и развития, учитывает финансовые возможности осуществления поэтапного расширения функционирования согласно технико-экономического обоснования и соответствующих программ (таблица 7).

Принципиальное решение о создании СЭЗ должно быть принято с учетом хозяйственных приоритетов и потребности регионального развития, интересов иностранных инвесторов, необходимости улучшения экономической и внешнеторговой сбалансированности. При этом необходим баланс между национальными интересами развития и интересами иностранных инвесторов.

Таблица 7 – Принципы и характеристики специальных экономических зон

Принципы	Характеристика
<b>1. Организационные</b>	
1. Функционально-целевой	Определение основных целей и функций
2. Принцип вариативности проектов создания зоны	Выбор варианта создания, функционирования и развития
3. Принцип этапности	Определение этапов расширения, функционирования и развития
4. Принцип территориальной целостности	Образование в границах административно-территориальных делений (город, район в городе)
<b>2. Экономические</b>	
1. Ресурсный принцип	Обоснование возможностей обеспечения формирования и развития зоны необходимыми финансовыми, материальными, трудовыми, природными и другими ресурсами
2. Принцип эффективности	Определение наилучшего варианта развития зоны, соизмерение всех затрат с ожидаемыми социально-экономическими результатами
3. Принцип перспективности	Функционирование на длительный период
4. Принцип общенациональных целей или приоритетность	Соответствие общенациональным целям и интересам республики
<b>3. Демократические</b>	
1. Принцип согласия	Учет интересов местных представительных и исполнительных органов, населения
<i>Примечание.</i> Составлено автором на основании исследования.	

Механизм управления СЭЗ имеет ряд характерных особенностей. Для обеспечения функционирования СЭЗ, за исключением СЭЗ «Астана – новый город», создается управляющая компания – юридическое лицо, в организационно-правовой форме акционерного общества. Управляющая компания может быть создана Правительством Казахстана, акиматами (местными исполнительными органами) и частными юридическими лицами, включая иностранные. В случае создания СЭЗ по инициативе государственных органов, более 50% голосующих акций, выпущенных управляющей компанией, должны принадлежать государству. В том случае, если СЭЗ создается по инициативе частных юридических лиц, государству должно принадлежать не менее 26% голосующих акций. Управляющая компания оказывает услуги участникам СЭЗ по принципу «одного окна», что означает минимизацию участия заявителей в процессах сбора и подготовки различных документов, и ограничение их непосредственного контакта с чиновниками.

Основными функциями органа управления специальной экономической зоны являются [10]:

1. взаимодействие с государственными органами по вопросам функционирования СЭЗ;
2. предоставление во вторичное землепользование (субаренду) земельных участков и предоставление в аренду (субаренду) объектов инфраструктуры лицам, осуществляющим вспомогательные виды деятельности;
3. заключение и расторжение договоров об осуществлении деятельности;
4. представление уполномоченному органу отчетности о результатах деятельности СЭЗ в порядке, установленном уполномоченным органом, на основании ежегодных отчетов участников СЭЗ;
5. привлечение участников СЭЗ;
6. привлечение инвестиций для строительства объектов инфраструктуры и для осуществления иных видов деятельности СЭЗ;
7. осуществление строительства объектов инфраструктуры согласно утвержденному технико-экономическому обоснованию на земельных участках, не переданных участникам СЭЗ;
8. организация места приема для функционирования центра обслуживания населения по принципу «одного окна»;
9. подтверждение фактического потребления ввезенных товаров при осуществлении деятельности, отвечающей целям создания СЭЗ;
10. мониторинг выполнения условий договоров об осуществлении деятельности.

По данным АО «Национальное Агентство по экспорту и инвестициям – «KAZNEX INVEST» в Казахстане деятельность СЭЗ регулируется следующими нормативными правовыми актами:

– Соглашение по вопросам свободных (специальных, особых) экономических зон на таможенной территории таможенного союза (ТС) и таможенной процедуры свободной таможенной зоны (г. Санкт-Петербург, 18 июня 2010 года) – в части таможенного регулирования на территории СЭЗ.

– Земельный кодекс от 20 июня 2003 года № 442-III – в части порядка предоставления прав на земельные участки.

– Налоговый кодекс от 10 декабря 2008 года № 99-IV – в части налогообложения участников СЭЗ.

– Таможенный кодекс РК от 30 июня 2010 года № 296-IV, в части таможенного регулирования на территории СЭЗ.

– Закон РК от 21 июля 2011 года № 469-IV «О специальных экономических зонах в Республике Казахстан» – основной закон, регулирующий деятельность СЭЗ.

Для осуществления функций в СЭЗ создавался специальный орган управления – Административный совет (Администрация СЭЗ) специальной экономической зоны, возглавляемый Председателем. Допускаются два варианта организации управления специальными экономическими зонами. По первому варианту Председатель Административного совета назначается и освобождается от должности Президентом Республики Казахстан, по второму варианту – в случае совпадения границы зоны с границей административно-территориальной единицы (город, район, район в городе) – Аким соответствующей административно-территориальной единицы одновременно является Председателем Административного совета специальной экономической зоны. В данном случае Административный совет специальной экономической зоны одновременно является исполнительным органом административно-территориальной единицы. Необходимо отметить, что такие

схемы управления имеют место на уровне города, района или района города в связи с тем, что специальные экономические зоны в Республике Казахстан образуются только на уровне административно-территориального деления.

Административный совет специальной экономической зоны является высшим органом управления. Так как порядок образования и деятельности Административного совета определяется соответствующими Положениями о специальной экономической зоне, рассмотрим более подробно государственное управление на примере образованных в Казахстане специальных экономических зон, тем более, что существуют различные точки зрения и подходы к организации управления данных субъектов.

Характеризуя порядок организации управления в специальных экономических зонах, прежде всего, необходимо отметить, что наряду с общими чертами организация управления имеет в каждом конкретном случае отличительные черты, обусловленные статусом, ее административно-территориальным обустройством и характером остальных зон.

Как известно, Акмолинская, Кызылординская, Лисаковская специальные экономические зоны расположены в пределах административно-территориальных единиц городов Алматы, Кызылорды и Лисаковска. Поэтому в этих зонах Административные советы возглавляются Акимами городов, одновременно являющимися председателями Административных советов. Жайрем-Атасуйская включает в себя территории города Каражал, поселка Жайрем, поселка Шалгинский, а также земли запаса бывшей Жезказганской области и в данном случае имеет место несовпадение границ специальной экономической зоны с границей административно-территориальной единицы. Поэтому, в соответствии с Указом Президента Республики Казахстан, председатель Административного совета Жайрем-Атасуйской специальной экономической зоны назначается на должность и освобождается от должности Президентом Республики Казахстан [11].

При изучении Положений о специальных экономических зонах выявлено, что все Административные советы образованы в форме юридических лиц, их количественный состав определен председателями и состоит из представителей республиканских и местных государственных органов, юридических лиц, зарегистрированных на территории. Например, Административный Совет Лисаковской зоны состоит из 15 человек и в его состав включены председатель Административного совета и его заместители, секретарь городского маслихата, председатель управления акционерного банка, заведующий городским отделом образования, руководители промышленных предприятий города. В составе Административного совета Кызылординской – 21 человек и в его составе, аналогично Лисаковской, включены председатель и его заместители, секретарь городского маслихата, руководители городских структур управления, крупных частных промышленных структур. Однако, в отличие от Лисаковской, в состав Административного совета Кызылординской зоны включены представители областных государственных и частных структур, так как она создавалась не только для города, но и для развития экономического потенциала Приаральского регирна. В результате механизм управления экономики представляет собой слияние субъектов государственных исполнительных и представительных органов власти, частных хозяйствующих субъектов, общественных организаций, то есть в условиях специальной экономической зоны появляется новый регулирующий экономический орган, созданный для выполнения основных задач по экономическому развитию региона.

Как правило, заседания Административного совета проводятся его председателем не реже одного раза в месяц и принимаемые постановления Административного совета обязательны для исполнения всеми юридическими и физическими лицами, расположенными (либо проживающими) и действующими на территории специальных экономических зон.

Исследование деятельности председателей Административных советов показывает, что наряду с полномочиями главы администрации у Председателя Административного совета возникают дополнительные обязанности, связанные с деятельностью, в частности:

- формирование штата аппарата Административного совета и его структурных подразделений в соответствии со структурой и схемой управления зоной;
- представление Административного совета во взаимоотношениях с государственными органами, а также юридическими лицами независимо от форм их собственности;
- распоряжение имуществом и денежными средствами Административного совета;

– принятие распоряжений, решений и постановлений в пределах своей компетенции, а также осуществление других полномочий в соответствии с законодательством.

Анализ установленных полномочий Административных советов свидетельствует о том, что они, прежде всего, направлены на защиту интересов и выполнение основных целей развития и включают в себя множество вопросов, связанных с разработкой и реализацией стратегии и программы развития, формированием финансовых фондов (бюджетов), определением финансовой, налоговой кредитной политики, направлениями экономической, социальной и культурной деятельности, содействием развитию предпринимательства, привлечением отечественных и иностранных инвесторов и кредитных средств для развития.

Административный совет имеет право предоставлять следующие льготы отечественным и иностранным юридическим лицам и гражданам, зарегистрированным и осуществляющим хозяйственную или иную деятельность в зоне:

- предоставлять субсидии на создание новых рабочих мест, ведение совместных научно-исследовательских работ в сотрудничестве с местными исследовательскими учреждениями;
- выдавать гарантии по займам и кредитам, получаемым у банков и других юридических лиц, расположенных в зоне;
- разрешать выпуск облигаций для прямого финансирования строительства новых предприятий;
- принимать в соответствии с законодательством решения по вопросам землепользования, найма находящихся на территории специальной экономической зоны зданий и сооружений, а также льготного пользования объектами инфраструктуры.

Однако, все многообразие полномочий и прав неосуществимо и невозможно без четко определенной структуры и схемы управления. Как показала практика, одними из первых постановлений, принятых Административными советами, являются те, которые устанавливают структуру и схему управления зон.

Рассмотрим более подробно схему развития.

В условиях специальной экономической зоны управление имеет несколько аспектов:

- создается специальный орган управления в виде Административного совета, который руководит деятельностью управлений, отделов, ведомств, акимов поселков, координирует работу хозяйствующий субъектов независимо от форм собственности;
- для выполнения функции исполнительной власти создаются структурные подразделения, при этом необходимо отметить, что их количественный состав определяется с учетом местных условий;
- структурные подразделения разделены по отраслям и сферам государственного управления;
- на территории осуществляют деятельность территориальные республиканские органы специальной компетенции и их деятельность координируется в соответствии с полномочиями, делегированными вышестоящим исполнительным органом;
- осуществляется взаимодействие с правоохранительными органами.

В данном случае необходимо отметить, что в результате управления Административным советом защищаются общегосударственные и местные экономические интересы. Заметна тенденция усиления в осуществлении государственного управления экономики исполнительного органа (Административного совета), все более независимой от законодательной власти. В результате слияния субъектов государственной и частной экономической политики и возникновения в результате этого новых регулирующих органов формируется механизм государственного регулирования и управления, не вписывающийся теоретически в классическую схему управления местными исполнительными органами власти. Для успешного развития экономики Казахстана важное значение имеют интенсивное использование благоприятных и ограничение действия отрицательных факторов и условий, учет особенностей социально-экономической ситуации в регионах.

**Заключение.** Проведенный анализ деятельности хлопководческих хозяйств республики позволяет отметить ряд характерных особенностей, затрудняющих их эффективное развитие. Ориентируясь на зарубежный опыт, многие отечественные производители используют технологию капельного орошения, используют адаптированный к местным условиям посевной материал, севооборот для поддержания плодородия почвы. Кроме того, заслуживает интерес технология орга-

нического выращивания хлопка, обеспечивающая не только получение качественной экологической продукции, но также позволяющее поддерживать экологическое равновесие. Вместе с тем, многие мелкие хозяйства не в состоянии применять современные подходы, в связи с чем предлагается рассмотрение возможности их объединения в более крупные сообщества.

Кроме того, учитывая как положительные, так и отрицательные последствия внесения минеральных удобрений, предлагается развивать органическое выращивание хлопка.

В плане развития государственной поддержки предлагается активизировать развитие СЭЗ республики, подтверждая их важность в повышении эффективности социально-экономического развития, интеграции экономики республики в мировое хозяйственное пространство. Проводимые исследования позволяют выявлять положительные достижения и сохраняющиеся проблемы, вырабатывать своевременные решения по их решению.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Численность населения Республики Казахстан по областям, городам и районам на начало 2016 года. – Серия 23: Демография. – Астана, 2016.
- [2] Багриновский К.А., Бендиков М.А., Хрусталеv Е.Ю. Экономическая безопасность наукоемкого производства. – М.: ЦЭМИ РАН, 2009.
- [3] Портер М. Конкуренция. Издательский дом «Вильямс». – СПб.; Москва; Киев, 2011. – С. 257-261.
- [4] Обзор мирового рынка хлопка на 17.09.2016 <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/157b1b154af80f9d?projector=1>
- [5] Отчет по результатам исследования «Выращивание волокнистых прядильных культур» (проведено в рамках Программы «ДКБ 2020»). Подготовлено для АО «Фонд развития предпринимательства «Даму». – Алматы, ноябрь 2013 г.
- [6] Хлопок в глобальном контексте: Дискуссионная записка для правительств Стран Центральной Азии. Отдел социально и экологически устойчивого развития (ECSSD), Регион ЕЦА. Всемирный банк, июнь 2006 г.
- [7] Sawkut, R., Vinesh, S., and Sooraj, F. The Net Contribution of the Mauritian Export Processing Zone Using Cost-Benefit Analysis. // Journal of Development Economics. 21. – 2009. – P. 379-392.
- [8] Адаcбаев Е. Анализ развития малого предпринимательства в 2005–2006 гг. и прогноз на 2008 г. // Аль-Пари. – 2007. – № 3. – С. 34-36.
- [9] Закон Республики Казахстан О специальных экономических зонах. (с изменениями и дополнениями по состоянию на 24.11.2015 г.). Электронный ресурс.: [http://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=31038117#pos=12;-255](http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31038117#pos=12;-255)
- [10] Казахстан: специальные экономические зоны. // АО Национальное Агентство по экспорту и инвестициям «KAZNEX INVEST» [www.kaznexinvest.kz](http://www.kaznexinvest.kz) [www.invest.gov.kz](http://www.invest.gov.kz)
- [11] Указ Президента Республики Казахстан от 6 марта 1997г. № 3398 «О мерах по усилению государственной поддержки и активизации развития малого предпринимательства» // Казахстанская правда. – 1997. 6 марта. С. 1.

#### REFERENCES

- [1] Chislennost naseleniya Respubliki Kazahstan po oblastyamy, gorodam I raionam na nachalo 2016 goda. Seriya 23: Demografiya. Astana, 2016.
- [2] Bagrinovskiy K.A., Bendikov M.A., Hrustalev E.U. Ekonomicheskaya bezopasnost naukoemkogo proizvodstva. M.: CEMI RAN, 2009.
- [3]. Porter M. Konkurenciya. Izdatelskiy dom «Wilyams». SPb.; Moskva; Kiev, 2011. P. 257-261.
- [4]. Obzor mirovogo rinka hlopka na 17.09.2016 <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/157ac429d6748744?projector=1>
- [5]. Otchet po rezultatam issledovaniya «Virascivanie voloknistyh ptyadilnih kultur» (provedeno v rankah Programmy «DKB 2020»). Podgotovleno dlya AO «Fond razvitiya predprinimatelstva «Damu». Almaty, noyabr, 2013 g.
- [6]. Hlopok v globalnom kontekste: Diskussionnaya zapiska dlya pravitelstv stran Centralnoi Azii. Otdel socialno I ekologicheskii ustoychivigi razvitiya, Region ECA. Vsemirniy bank, iun 2006 g.
- [7]. Sawkut, R., Vinesh, S., and Sooraj, F. The Net Contribution of the Mauritian Export Processing Zone Using Cost-Benefit Analysis // Journal of Development Economics. 21. 2009. P. 379-392.
- [8]. Adasbaev E. Analiz razvitiya malogo predprinimatelstva v 2005–2006 gg. I prognos na 2008 g. // al-Pary. 2007. N 3. P. 34-36.
- [9]. Zakon Respubliki Kazahstan o specialnih ekonomicheskikh zonah. (s izmeneniyami I dopolneniyami po sostoyaniyu na 24.11.2015g): [http://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=31038117#pos=12;-255](http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31038117#pos=12;-255)
- [10]. Kazahstan: specialnie ekonomicheskie zony // AO Nacionalnoe agentctvo po eksportu I investiciyam «KAZNEX INVEST» [www.kaznexinvest.kz](http://www.kaznexinvest.kz) [www.invest.gov.kz](http://www.invest.gov.kz)
- [11]. Ukaz Prezidenta Respubliki Kazahstan ot 6 marta 1997g. № 3398 «O merah po usileniu gosudarstvennoi podderjki I aktivizatsii razvitiya malogo predprinimatelstva» // Kazahstanskaya pravda. 1997, 6 marta. P. 1.

**Ғ. Қ. Тұрабаев**

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан

**МАҚТАНЫ ӨНДІРУДІҢ БӘСЕКЕГЕ ҚАБІЛЕТТІЛІГІН АРТТЫРУДЫҢ  
ФАКТОРЛАРЫН ТАЛДАУ**

**Аннотация.** Мақалада Қазақстанның арнайы экономикалық аймақтарының қызметін мемлекеттік реттеуді ұйымдастыру қарастырылған. Арнайы экономикалық аймақтардың қызметтерін басқаруға мемлекеттің қатысуын дамытудың мазмұны мен бағытын талдау жүргізілді. Қазақстандағы мақта саласының жағдайын жақсартуға бағытталған зерттеу нәтижелерінен шығатын ұсыныстар мен нұсқаулар көрсетілген. Қоғамның әлеуметтік-экономикалық дамуы аймақтық дамудың басым бағыттарын анықтауға байланысты үрдісі айқындалды. Мақалада Қазақстандағы мақта шаруашылығының даму болашағы мен күрделі мәселелері қарастырылған. Дамыған елдердің экономикасын талдау экономикалық өсу қарқынның даму деңгейі және мемлекеттік экономикалық саясаты арасында тура байланыстың болуын растайды.

**Түйін сөздер:** мақта, өндіріс, бәсекеге қабілеттілік, экономика, арнайы экономикалық аймақ.

**Сведение об авторе:**

Турабаев Г. К. – кандидат экономических наук, доцент Казахского национального педагогического университета им. Абая, Алматы, Казахстан

**BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 1991-3494

Volume 1, Number 365 (2017), 123 – 128

**Y. Shamishev**

Counsellor, Embassy of the Republic of Kazakhstan to the Russian Federation graduate student,  
Russian Federation Diplomatic Academy of the Ministry of Foreign Affairs.  
E-mail: yes503@gmail.com

**GEOPOLITICAL ASPECTS OF THE EURASIAN INTEGRATION:  
A NEW CHALLENGES AND PROSPECTS**

**Abstract.** The article is devoted to urgent global issues of the integration processes development and activities of the Eurasian Economic Union. It contains the analysis of the economic situation of the EAEU Member States at the time of formation of the Eurasian Union, with summarized reasons for decline and external risks. The Silk Road Economic Belt with its possible influx on the EAEU's activities is considered too. The author believes that as the most important step towards creating a common economic space might be a compound of the EAEU and the Silk Road Economic Belt. The article shows the future of the Eurasian Union, states the conditions to be full-fledged player in Eurasia. The start of the formation of a Greater Central Eurasia as well as the perspectives for transformation of the Eurasian continent to the new pole of global power is also evaluated. The author concludes that the Eurasian space should be a co-development area, which could be integrated into a variety of regional concepts.

**Key words:** Eurasian integration, Great Central Eurasia, New Silk Road.

УДК: 339.564(574)

**Е. Шамишев**

Советник Посольства Республики Казахстан в Российской Федерации  
Аспирант Дипломатической Академии МИД РФ

**ГЕОПОЛИТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
ЕВРАЗИЙСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ:  
НОВЫЕ ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**Аннотация.** Статья посвящена актуальным международным аспектам развития интеграционных процессов и деятельности Евразийского экономического союза. Проведен анализ экономического положения государств-членов ЕАЭС на момент формирования Евразийского союза, обобщены причина спада и внешние риски. Рассматриваются геоэкономические тенденции в Евразии с учетом появления новой интеграционной инициативы Экономического пояса Шелкового пути. По мнению автора, важнейшим практическим шагом к созданию общего экономического пространства может стать сопряжение ЕАЭС и Экономического пояса Шелкового пути. Рассмотрены перспективы Евразийского экономического союза, перечисляются условия, при которых он станет полноправным субъектом в Евразии. Отмечено начало процесса формирования Большой Центральной Евразии, перспективы трансформации евразийского континента в новый полюс мирового влияния. Автор приходит к выводу, что Евразийское пространство должно стать территорией соразвития, в котором будут интегрированы различные региональные концепты.

**Ключевые слова:** евразийская интеграция, Большая Центральная Евразия, Новый Шелковый путь.

Неблагоприятный геополитический и информационный фон, связанный с кризисом в Украине и Сирии, накалившейся ситуацией на Ближнем Востоке, сопровождался серьезным спадом в экономиках ключевых государств ЕАЭС – России и Казахстана. Может быть, поэтому появление Евразийского союза прошло буднично и почти незаметно.

Нынешняя макроэкономическая ситуация в ЕАЭС характеризуется ускорением падения ВВП в Беларуси и России, в Казахстане продолжается замедление роста выпуска, и лишь в Армении и Кыргызстане реальный ВВП демонстрирует положительную динамику<sup>1</sup>.

Основными причинами спада для всех «союзных экономик» является значительное ухудшение внешних условий торговли, связанные с ним вторичные эффекты взаимного влияния экономик.

Негативные тенденции в развитии внешнеполитической среды отразились на динамике внешней и взаимной торговли между государствами-членами ЕАЭС, которая сократилась на 33% в 2015 г.

При этом ЕАЭС находится еще в фазе настройки многих своих регулятивных функций, наращивания нормативно-правовой базы и объективно на практике не может регулировать такие сложные процессы, как обеспечение торгового и валютного паритета.

Но страховочных и превентивных механизмов пока не создано. К примеру, нет формата и механизма согласования и раннего предупреждения о принимаемых финансовыми регуляторами стран решений по регулированию валютных курсов. Это привело к известным негативным событиям в торговле.

По мнению многих российских экономистов, именно девальвационно-инфляционные риски, и их слабая управляемость являются главным дестабилизирующим фактором в развитии экономик ЕАЭС в ближайшей перспективе.

Сказалось и негативное влияние внешних факторов. В 2015 году зона ответственности ЕАЭС превратилась в эпицентр внимания международного сообщества. Ухудшение внешнеторговых условий и глобальный спад на сырьевых рынках, рост инвестиционных рисков и другие причины обусловили серьезный рост издержек для бизнеса из государств-членов ЕАЭС.

Так, налаженные транспортные схемы и маршруты доставки грузов из Европы и Турции в Казахстан, страны Центральной Азии и далее в Китай значительно усложнились из-за взаимных санкций между Россией и Украиной, между Россией и Турцией.

Вступление Казахстана в ВТО в конце 2015г. вызвало рост опасений у партнеров по ЕАЭС, главным образом у России, в том, что по заниженным тарифам импортные товары из третьих стран будут проникать на российскую территорию, в результате чего может пострадать общий бюджет. К тому же вызывает опасения механизм компенсационных пошлин за возврат тарифов и система контроля пересечения границ и таможенного учета таких товаров.

**Новые евразийские вызовы.** Едва зародившись, Евразийский экономический союз столкнулся с новыми вызовами. Они имеют как внутреннюю природу, проявляющуюся в структурных недостатках национальных экономик, так и внешнее воздействие.

Если внутренние причины замедления динамики роста в ЕАЭС более или менее понятны, то появление на горизонте внешних триггеров заставляет задаться вопросом – каковы реальные позиции и перспективы Евразийского союза в условиях глобальной нестабильности?

Для этого важно понять новые геоэкономические тенденции, которые обусловлены следующими факторами:

*Во-первых*, на фоне растущей деглобализации все более отчетливыми становятся тенденции жесткой регионализации. Заключение Соглашения о создании Транстихоокеанской зоны свободной торговли под патронажем США еще заметнее подчеркнуло этот тренд. На очереди – подписание аналогичного Трансатлантического Соглашения о создании зоны свободной торговли США с Европейским союзом.

*Во-вторых*, разделение мирового экономического пространства на западные (евроатлантические) регионы глобального влияния, находящиеся в состоянии посткризисной неопределенности и спада, и на восточные (Азия и постсоветская Евразия) динамично развивающиеся регионы, роль которых в мировой экономической системе, мировой торговле и инвестициях стремительно возрастает.

---

<sup>1</sup>Доклад ЕЭК «Об интеграционных мерах по повышению устойчивости экономик государств – членов Евразийского экономического союза». – С. 18 – [www.eurasiancommission.org](http://www.eurasiancommission.org)



*В-третьих*, доминирование региональных проблем над национальными, растущее влияние региональных союзов переходных экономик, в частности, ЕАЭС и Шанхайской организации сотрудничества, в решении ключевых экономических проблем глобализации<sup>2</sup>.

В широком контексте особо заметно появление новых мощных геоэкономических трансформаций. Ключевые геоэкономические процессы происходят в Евразии, и связаны они с перемещением «центра тяжести» с Запада на Восток. Динамика экономического развития, товарные и инвестиционные потоки, центры экономической активности и влияния постепенно перетекают из Европы в Азию. Таким образом, геоинтеграционные тренды со всей очевидностью смещаются на Восток. Многие аналитики, в том числе и европейские, открыто рассуждают о «конце или закате Европы». Пессимизм растет, возможно, и под влиянием мощных и трудноуправляемых потоков беженцев-мигрантов в Европу из Ближнего Востока.

В этой связи, уместно говорить о начале **«Большой ЕвроАзиатской трансформации»**, о новом историческом этапе «Большого переселения народов» (товаров, капиталов). Формируется PanEugAs – новые контуры региональной конфигурации, связанной с изменением расстановки сил и интересов ведущих мировых держав.

В экспертно-аналитических кругах Казахстана и России идут широкие дискуссии о судьбе евразийской интеграции. Главным дискуссионным трендом объективно становится китайский фактор, связанный с инициативой Председателя КНР Си Цзиньпина о создании «Экономического пояса Шелкового Пути» (ЭПШП). Хотя научно обоснованных экономических расчетов и исследований о том, насколько жизнеспособным будет данный проект пока нет, для экспертов становится более очевидным, что ЭПШП является наиболее многообещающим мегапроектом, который станет связующим фактором между Европой и Азией.

По оценке российского политолога С.Караганова, «Третий блок возникает на наших глазах. Его можно назвать Сообществом Большой Евразии, в центре которого – расширение сотрудничества и взаимодействия России и Китая, Казахстана, других партнеров по ШОС, потенциально – Индии, Ирана, Южной Кореи, Пакистана. А через шаг – Израиля, Турции. При лидирующей, но не доминирующей роли Китая. Страны АСЕАН – Юго-Восточной Азии – будут растягиваться между американским и евроазиатским проектами. Япония пока продолжит тяготеть к американскому полюсу»<sup>3</sup>.

Сообщество Большой Евразии может организационно функционировать через укрепление Шанхайской организации сотрудничества, наполнение реальными проектами Азиатского банка инфраструктурных инвестиций, Банка развития ШОС, формирование собственных платежных систем и резервных валют, ускоренное развитие транспортно-логистической сети.

Так или иначе, ЕАЭС неизбежно попадает в сферу прямых интересов ЭПШП. При том, что на западном, европейском фланге у ЕАЭС перспективы установления даже формальных отношений с Европейским союзом пока крайне неопределенные. Поэтому, одним из важнейших геополитических итогов 2015 года для Евразийского союза можно считать историческое подписание 8 мая в Москве Совместной Декларации о Сопряжении ЕАЭС и ЭПШП, подписанной лидерами В. Путиным и Си Цзиньпином.

По мнению многих экспертов, Экономический пояс Шелкового Пути уже в недалеком будущем сможет кардинально поменять геоэкономический ландшафт Центральной Азии. Проект позволит трансформировать регион из периферии мировой политики в один из его эпицентров. Таким образом, уже вырисовываются реальные контуры Большой Центральной Евразии. На это указывает создание Пекином фонда ЭПШП в размере 40 млрд долларов и учреждение Азиатского банка инфраструктурных инвестиций на 100 млрд долл., создание в китайском МИД должности заместителя министра иностранных дел по евразийским делам, стремительное развитие транспортной и портовой инфраструктуры в КНР в западном направлении.

---

<sup>2</sup>Мухамеджанова Д. Интеграционные процессы в Евразии: ЕАЭС и ШОС // Казахстанский институт стратегических исследований.

<sup>3</sup>Караганов С. Евроазиатский выход из европейского кризиса // Россия в глобальной политике. – Июнь 2015 г.

При этом, если еще около 10 лет назад говорили о росте китайской экспансии и угрозе разрастания «чайна-таунов», то теперь каждая страна стремится «поймать китайский ветер в свои паруса». Российское экспертное сообщество, понимая неотвратимость возвышения Китая, теперь больше говорит о «сопряжении». Так, заместитель директора Института экономики РАН С. Глинкина, отмечает, что фактически «Китай становится шестым, теневым игроком Евразийского союза. Китайская интеграционная стратегия, которая объединяет как сухопутную, так и морскую части, принимает масштабы глобального проекта, охватывающего страны, в которых проживает почти 2/3 жителей Земли, создается треть мирового ВВП»<sup>4</sup>.

Политолог Т. Бордачев призывает к обеспечению полноценного сопряжения усилий с теми, кто будут предпринимать институты евразийской интеграции, вовлекать партнеров России по ЕАЭС. Наиболее целесообразным был бы курс на реализацию формата «большого» договора смешанного характера ЕАЭС - страны-члены ЕАЭС - КНР. Это позволило бы одновременно расширить поле взаимодействия Союза и Китая на сферы, которые пока не входят в компетенцию наднациональных органов ЕАЭС, максимально учесть национальные приоритеты стран-участниц Союза и избежать «растаскивания» взаимодействия с Китаем по двусторонним линиям<sup>5</sup>.

На фоне такого энергичного старта, наблюдаемые проблемы ЕС называются российскими экспертами стратегической деградацией Европы. Большая Евразия складывается вокруг сотрудничества Китая, России, Индии, Казахстана, Ирана и ряда других государств при вероятном лидерстве, но не гегемонии Китая. И этот процесс получил мощный импульс после того, как Россия и КНР договорились о сопряжении двух мегапроектов.

В ноябре 2015 г. в Астане состоялось первое заседание Астанинского клуба, где обсуждали будущее Евразии. В Астане подчеркивают, что рассматривают «Шелковый путь» в качестве экономического, а не политического проекта, и называют его «ключевым на будущее десятилетие». При этом одним из возможных вариантов здесь видят создание зоны свободной торговли ШОС, включающей ЕАЭС и все важные для «Шелкового пути» страны Евразии, а также сам Китай. Такая конструкция могла бы стать соизмеримой по масштабам с зоной свободной торговли под эгидой Транстихоокеанского партнерства<sup>6</sup>.

Прошедший в 20 октября 2015 г. в РЭУ им. Г. Плеханова 4-й Форум «Россия в XXI веке – глобальные вызовы и перспективы развития» выявил интересную тенденцию в умонастроениях многих российских ученых и экспертов. Их суть в том, что «интеграция только экономическая – это проигрышный вариант». Такой тезис строится на том, что в силу своей недостаточной эффективности, ЕАЭС может быть поглощен на китайском Шелковом Пути. Чтобы не допустить этого, продвигается тезис о политической консолидации и превращении ЕАЭС в мощный евразийский полюс. Только в этом случае Союз сможет конкурировать с мировыми лидерами.

Другой путь, представляется более выигрышным и независимым от внешних концептов – усиливать собственные евразийские опоры экономики изнутри. Можно разделить мнение авторов доклада «К Великому океану-3. Создание Центральной Евразии» о том, что «Субъектность Евразии в мировых делах может быть основана только на реализации масштабных экономических проектов, которые свяжут континент воедино»<sup>7</sup>.

Действительно, невозможно не согласиться, что в современном мире сила притягательности и сила оружия – это разные понятия. Опыт многих передовых стран с «умной инновационной экономикой» показывает, что успеха можно достичь и не имея нефтяные залежи и ядерные арсеналы.

Не только экспертное сообщество, но и официальное российское руководство переходит от риторики создания единого евразийского полюса к концепции соразвития. Как подчеркивает Премьер-министр Д. Медведев, «создав в Евразии пространство соразвития, мы покажем пример

---

<sup>4</sup>Доклад С. Глинкиной «Китайская стратегия освоения постсоветского пространства и судьба Евразийского экономического союза», Сборник пленарных докладов 4-го Международного Форума «Россия в XXI веке: глобальные вызовы и перспективы развития» // РЭУ им. Г. Плеханова, Москва, 20.10.2015 г. – С. 56ю

<sup>5</sup>Бордачев Т. Не упустить момент Евразии // Россия в глобальной политике. – 2015. – Т. 13. – № 5. – С. 194-205.

<sup>6</sup>Кузнецова О. Коммерсант // Daily. – 12 ноября 2015. – № 208. – С. 6.

<sup>7</sup>Аналитический доклад Международного дискуссионного клуба «Валдай» // К Великому океану-3. Создание Центральной Евразии. – С. 4 (краткая версия). – С. 20.

ответственного и реального партнёрства в вопросах интеграции, сможем расширить наше сотрудничество не только в сфере поставок энергоносителей, но и в сфере высоких технологий, включая современные технологии на транспорте, в промышленности, строительстве, связи, сельском хозяйстве»<sup>8</sup>.

Сильный Евразийский союз не может состояться только за счет наращивания геополитических и военно-технических компонентов. Более важны внутренние системные реформы, внедрение модернизации и инноваций, избавления от комплекса архаичных производственных и социально-трудовых отношений, сырьевой направленности.

Иными словами, Евразийскому союзу нужна своя «евразийская мягкая сила». Только в этом, случае, как подчеркивает Директор Института проблем рынка РАН В.Цветков, Евразийский союз может стать «центром притяжения для наций, никогда не входивших в Российскую (Советскую) империю»<sup>9</sup>.

Идея Большой Евразии, так как ее понимает Казахстан, также формируется под влиянием концепции многовекторности. Руководство Казахстана считает важным, чтобы Евразийский экономический союз, китайская инициатива Экономического пояса Шелкового пути и Европейский союз не развивались как закрытые друг от друга интеграционные проекты, усугубля конкуренцию и конфликты между странами.

Большая Евразия мыслится как открытое и трансрегиональное интеграционное пространство, обеспечивающее синтез и синергетику указанных процессов во имя общего перспективного будущего. Этот путь представляется более рациональным, чем формирование новых разделительных линий на евразийском пространстве между Россией, Западом и Китаем под влиянием известных событий<sup>10</sup>.

От того, как сложится взаимодействие ЕАЭС с другими региональными интеграционными объединениями, будет зависеть и дальнейшая судьба каждого отдельно взятого евразийского государства. Перспективы же всего Союза будут определяться состоянием экономик, их производственных, финансовых, трудовых и иных ресурсов.

Будущее Евразийского союза в руках самих государств-членов. Однако очевидно уже сейчас, что опережающее развитие проектов Экономического Шелкового пути открывает не только дополнительные возможности в реализации инфраструктурных мегапроектов, но и со временем поставит перед ЕАЭС мощный геоэкономический вызов.

Казахстан исходит из нового постулата - «Евразии нужен новый тип партнерства, не Great Game, «Большая игра», а Great Gain, «Большая выгода» – для всех и каждого.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Доклад ЕЭК «Об интеграционных мерах по повышению устойчивости экономик государств – членов Евразийского экономического союза». – М.: Евразийская экономическая комиссия, 2015. – 93 с.

[2] Аналитический доклад Международного дискуссионного клуба «Валдай» // К Великому океану-3. Создание Центральной Евразии. – Москва, 2015. – 69 с.

[3] Материалы пленарных докладов 4-го Международного Форума «Россия в XXI веке: глобальные вызовы и перспективы развития» // РЭУ им. Г. Плеханова. – Москва, 20.10.2015 г.

[4] Пленарный доклад Директора Института проблем рынка РАН РФ В. Цветкова «Евразийский союз: угрозы риски, перспективы» // 4-ый Международный Форум «Россия в XXI веке: глобальные вызовы и перспективы развития». – РЭУ им. Г. Плеханова, Москва, 20.10.2015 г.

<sup>8</sup>Интервью Дмитрия Медведева китайской газете «Жэньминь Жибао», 13.12.2015 г.

<sup>9</sup>Сборник пленарных докладов 4-го Международного Форума «Россия в XXI веке: глобальные вызовы и перспективы развития», 20 октября 2015 г. Выступление Директора Института проблем рынка РАН РФ В. Цветкова «Евразийский союз: угрозы риски, перспективы», с. 5.

<sup>10</sup>Нурша А. Статья «Большая игра, фактор России и будущее внешней и региональной политики стран Центральной Азии» – <http://iwep.kz/ru/imep-v-smi/2015-12-04/bolshaya-igra-faktor-rossii-i-budushchee-vneshney-i-regionalnoy-politiki-stran-centralnoy-azii>

#### REFERENCES

- [1] Doklad EJeK «Ob integracionnyh merah po povyseniju ustojchivosti jekonomik gosudarstv – chlenov Evrazijskogo jekonomicheskogo sojuza». M.: Evrazijskaja jekonomicheskaja komissija, 2015. 93 p. (in Russ.).
- [2] Analiticheskij doklad Mezhdunarodnogo diskussionnogo kluba «Valdaj» «K Velikomu okeanu-3. Sozdanie Central'noj Evrazii». Moskva, 2015. 69 p. (in Russ.).
- [3] Materialy plenarnyh dokladov 4-go Mezhdunarodnogo Foruma «Rossija v XXI veke: global'nye vyzovy i perspektivy razvitija» // RJeU im. G. Plehanova. Moskva, 20.10.2015 g. (in Russ.).
- [4] Plenarnyj doklad Direktora Instituta problem rynka RAN RF V. Cvetkova «Evrazijskij sojuz: ugrozy riski, perspektivy» // 4-yj Mezhdunarodnyj Forum «Rossija v XXI veke: global'nye vyzovy i perspektivy razvitija», RJeU im.G.Plehanova. Moskva, 20.10.2015 g. (in Russ.).

#### **Е. Шәмішев**

Қазақстан Республикасының Ресей Федерациясындағы Кеңесшісі,  
РФ СІМ Дипломатиялық академиясының аспиранты

#### **ЕУРАЗИЯЛЫҚ ИНТЕГРАЦИЯСЫНЫҢ ГЕОСАЯСАТТЫ АСПЕКТІЛЕРІ: ЖАҢА ҚАУІПТЕР МЕН КЕЛЕШЕГІ**

**Аннотация.** Мақала интеграциялық үдерістер дамуына және Еуразиялық экономикалық одағы қызметінің өзекті халықаралық аспектілеріне арналған. Еуразиялық одақты қалыптастыру кезінде ЕурАзЭҚ мүше мемлекеттерінің экономикалық жағдайы қарастарылды, құлдырау және сыртқы тәуекелдердің себебі қорытындылды. Жібек жолы экономикалық белдеу жаңа интеграциялық бастамасын есепке алумен Еуразиядағы геоэкономикалық тенденциялар қарастырылды. Автордың айтуынша, бірлескен экономикалық кеңістікті құру бағытында ЕурАзЭҚ және Жібек жолының экономикалық белдеуін қосақталғаны маңызды қадам болуы мүмкін. Еуразиялық экономикалық одақтың келешегі, және оның Еуразияның толымды мүше болуының себептер аталған. Еуразия құрлығының жаңа әлемдік әлеуетіне айналуының мүмкіндіктері сонымен қатар Үлкен Орталық Еуразияның қалыптастыру үдірестерінің басталғанының туралы айтылды. Автор Еуразиялық кеңістік бірлесу дамуының аймағы болуына және ол кеңістікте әртүрлі өңірлік тұжырымдамалар ықпалдасу болуы тиіс деген қорытындыға келеді.

**Түйін сөздер:** еуразиялық интеграция, Ұлы Орталық Еуразия, Жаңа Жібек жолы.

**Dinmukhammed Ametbek<sup>1</sup>, Galym Zhussipbek<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Expert at ANKASAM Research Center, Ankara, PhD,

<sup>2</sup>PhD, independent researcher, non-residential research fellow, Rethink Institute, USA

## THE ROLE OF THE MATURIDITE UNDERSTANDING OF RELATIONSHIP BETWEEN FAITH AND REASON TO FORM TOLERANT AND PLURALISTIC SOCIETY

**Abstract.** To form a pluralistic society by the adherents of Islamic teaching became one of the most crucial and, at the same time, sensitive issues in today's world. The authors by analyzing the epistemology of the Maturidi school of kalam, particularly the Maturidite understanding of the relationship between faith and reason attempt to show that properly understood Maturidism lays the foundations of pluralistic society. On the whole, the authors argue that the Maturidi school which is based on 'balanced theological rationalism can be seen as a good intra-Islamic mechanism of reforming the modern Muslims' understanding of Islam and building a pluralistic and human-centric society.

**Keywords:** pluralism, tolerance, religion, Islam, Maturidi, relationship between faith and reason.

**Дінмұхаммед Әметбек<sup>1</sup>, Ғалым Жүсіпбек<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Сараптамашы, ANKASAM Сараптама орталығы, Анкара, PhD докторы;

<sup>2</sup>Тәуелсіз зерттеуші, PhD докторы, Rethink институтының сараптамашысы, Вашингтон

## ТОЛЕРАНТТЫ ЖӘНЕ ПЛЮРАЛИСТТІК ҚОҒАМ ҚАЛЫПТАСТЫРУДА МАТУРИДИ ТҮСІНІГІНДЕГІ «ИМАН МЕН АҚЫЛ АРАСЫНДАҒЫ БАЙЛАНЫСТЫҢ» РӨЛІ

**Аннотация.** Ислам діні өкілдерінің плюралистік және толерантты қоғам қалыптастыру мәселесі қазіргі таңда аса үлкен маңызға ие әрі «нәзік» мәселелердің біреуі болып тұр. Бұл мақалада Матуриди мектебіндегі «иман мен ақыл байланысы» ұғымының плюралистік және толерантты қоғам қалыптастырудағы рөлі зерделенді. Авторлар Матуриди түсінігіндегі аталмыш ұғымның мұсылмандық ортада плюралистік қоғам қалыптастырудың негіздерін қалайтынын дәлелдеуге тырысады. Матуридилердің иман мен ақылдың арасындағы байланысқа көңіл бөлуі, Ислам мен жалпы адамдық құндылықтар арасында тікелей қатынас құруға көмектеседі. Матуридилердің пікірі бойынша, Исламның әмір-тыйымдары мен ақылдың арасында тікелей байланыс бар. Матуриди түсінігі бойынша Ислам дініндегі Алланың бұйрықтарын ақыл жүгірту арқылы ақылға сай екендігін дәлелдеуге, сол секілді, ақылға сыймайтын нәрселердің Исламда орны жоқтығын да дәлелдеуге болады. Матуриди түсінігі қазіргі мұсылмандардың плюралистік қоғам орнатудың ішкі-діни тетігі бола алады деп пайымдауға болады.

**Түйін сөздер:** плюрализм, толеранттылық, дін, Ислам, Матуриди, ақыл мен иман байланысы.

Қазақстан қоғамының барған сайын діндарланып бара жатқандығын айтуға болады. 90-жылдардың басында «дін не?» деген сұраққа жауап издесе халық, 2000 жылдарда «мәзһап не?» деген сұраққа жауап іздей бастады. Ал 2010-жылдарға келгенде «ақида не?» деген сұрақ күн тәртібіне келді. Бұл үдеріс қоғамның дін мәселесінде қаншалықты тереңдеп бара жатқандығын көрсетеді. Еркін қоғамда, кімнің қандай дін, қандай сенім ұстанатындығы өз ырқында болатындығы белгілі. Дамып жатқан қоғамда бұлардың барлығы қалыпты, заңды нәрселер. Десе де, көпшілікті мазалап отырған сұрақтардың бірі – дін мәселесі тереңдеген сайын, әртүрлі ағымға кіріп алған топтар арасында түсініспеушілік шығады ма деген сұрақ. Бұл айналып келгенде, Ислам дінінің табиғатында

толеранттылық пен плюрализм бар ма деген сұраққа сайып келеді. Бұл мақаламызда осы өзекті мәселеге жауап іздеуге тырысамыз. Атап айтқанда, діндегі толеранттылық пен плюрализм туралы Матуриди ақидасы не айтады екен соған назар аударамыз. Әсіресе, Матуриди ақидасының «иман мен ақыл байланысы» түсінігінің толерантты және плюралисттік қоғам қалыптастыруға қосатын үлесін сараптаймыз.

**Толеранттылық және плюрализм дегеніміз не?** Тақырыбымызға кіріспей тұрып, алдымен толеранттылық және плюрализм дегеніміз нелер екендігіне тоқтала кетейік. Толеранттылық латынның «толеранция» деген сөзінен келеді [1]. Сөзбесөз мағынасы «шыдау», «төзу», «сабыр ету» дегенді білдіреді. Термин ретінде толеранттылық (ағылшын тіліндегі «tolerance») адамның өзі келіспесе де немесе қолдамаса да, бөтен іс-әрекеттер мен сенімдердің бар болуына, тіршілік етуіне және қолданылуына рұқсат беру дегенді білдіреді [2]. Саяси терминологияда көбінесе «діни толеранттылық» ретінде қолданылады. Олай болғанда, діни толеранттылық дегеніміз әртүрлі діндердің бір-біріне деген құрметі, бір-бірінің шаруаларына араласпаушылығы, бір ортада тату-тәтті өмір сүруі деген мағынаға келеді. Қазақша қарапайым сөзбен жеткізетін болсақ, толеранттылық «кеңпейілдік» дегенге саяды. Толерантты болу деген сөз бөтен дін мен түсініктерге кеңпейілдік таныту, оларға түсіністікпен қарау дегенді білдіреді.

Плюрализмге келетін болсақ, оның түбірі ағылшынша «plural» яғни көпше, көптік дегенді білдіреді. Саяси термин ретінде плюрализм бір қоғамда түрлі пікір мен ұстанымдағы адамдардың бірге өмір сүре алатындығын қабылдау дегенді білдіреді [3, 5]. Қарапайым тілмен айтқанда, плюрализм қазақтың «көпшіл болу» сөзіне жақын келеді. Яғни әртүрлі пікірдегі адамдармен араласа білу дегенге саяды.

Гарвард университетінің профессоры және «Плюрализм жобасының» мүшесі Даяна Эктің тұжырымы бойынша, плюрализм жай ғана алуантүрлілікті қабылдау немесе мойындау емес, көп түрлілікпен араласу, «барыс келіс жасау». Яғни плюралисттік орта немесе қоғам қалыптастыру үшін «өзгелерді» қабылдау және мойындау жеткіліксіз, олармен қоян қолтық араласу керек. Бұның алғышарты көпұлтты және көп конфессиялы әлемде алуантүрлілікті құшақ жая қабылдай отырып, әртүрлі қоғам топтарының бірін-бірі жақсы тани білуі керек [4]. «Идеялық және дүниетанымдық плюрализм» басқа адамдарды өзгешеліктеріне, айырмашылықтарына қарамастан құрметей білуді, оларды танып біліп араласуды қоғамдағы қатынастар моделі ретінде қабылдайды.

Діни плюрализм болса, ең қарапайым тілмен айтқанда бір қоғамда түрлі дін өкілдерінің бейбіт түрде өмір сүруді идея ретінде қабылдай білу мен практикалық деңгейде жүзеге асыруды білдіреді. Жалпы діни плюрализмнің үш деңгейі болады. Бірінші деңгейі діндер/конфессиялар арасы, яғни түрлі дін өкілдерінің өз арасында бейбіт түрде өмір сүруі. Екінші деңгейі ішкі плюрализмді білдіреді, яғни түрлі бір дінде қайсы бір мәселеге байланысты түрлі жорамалдар мен талдаулардың болуын табиғи деп қабылдау. Діни плюрализмнің үшінші деңгейі дінге сенетін және сенбейтін, діни жоралғы жасайтын жасамайтын, тіпті бұны мойындамайтын адамдардың өз арасында бейбіт түрде өмір сүруін білдіреді [5].

**Дін дегеніміз плюрализмге бастауы керек.** Ал енді негізгі мәселемізге көшетін болсақ, жалпы айтқанда қандай да бір прогрессивті және жасампаз дін немесе сенімнің негізінде басқа діндер мен сенімдерге дұшпандық болмауы керек. Шынтуайтында, Ислам ғұламалары айтып өткендей иман, жалпы дін дегеніміз адаммен Жаратушының арасындағы сырлы байланыс болып табылады. Барлық прогрессивті және жасампаз діндер адамды моральдік тұрғыдан жоғары, үлгілі тұлға болуға шақырады. Сонымен қатар, басқа діни түсініктегі адамдар мен өзге ұлт, нәсіл өкілдеріне де толерантты болуға үндейді. Исламнан мысал беретін болсақ, Алланың 99 атының бірі «Халим» – кеңпейілді, толерантты, басқаларға жұмсақ деген мағынаны білдіреді. Олай болса, мұсылмандар да Алланың сол сипатын негізге алып, басқа дін иелеріне және жалпы басқа адамдарға кеңпейілді болуы керек.

Құранның Хужурат сүресінің 13-аятында былай дейді: «Ей адамдар! Біз сендерді бір еркек пен бір әйелден жараттық. Және бір-бірлеріңмен танысуларың үшін сендерді түрлі ұлттар мен руларға бөлдік. Еш күмән жоқ, сендердің ең абзалдарың ең тақуа болғандарың (Алланың ең көп еске алатындар). Әлбетте Аллаһ барлығын біледі және барлық нәрседен хабардар.» Бұдан басқа Мәйдә сүресінің 48-аятында Аллаһ Тағала былай деп бұйырады: «(Ей үмбеттер!) Сендердің әрқайсыларына бір шарифат және бір жол бердік. Егер Аллаһ қалағанда сендерді бір ғана үмбет жасар еді.

Алайда сендерді сынау үшін осылай (түрлі шариғат пен жол) берді. Олай болса, бір-бірлеріңмен ізгілікте жарысыңдар. Барлықтарың Аллаға қайтасыңдар. Ол келіспеушілікке түскен нәрселеріңнің хабарын береді.»

Бұл екі аяттан түсінетініміз, Алла адамдарды сынау үшін оларды түрлі ұлттар мен діндерге бөлген. Бұл жердегі маңызды нәрсе, Алланың ризалығына жеткізетін жақсы амалдар жасап өзара жарысу. Адамдардың ең артығы – көп жақсылық жасап, Аллаға жақын болған адам.

Қысқасы, жасампаз діннің, діни түсініктің негізінде толеранттылық пен плюрализм болады. Алайда адамзат тарихына қарағанымызда көптеген қақтығыстар мен қантөгістердің негізінде кейбір діни жорамалдардың жатқандығын байқаймыз. Мысалы орта ғасырлардағы крестшілер жорығын немесе Ислам дінінің жайылуы барысындағы кейбір соғыстарды келтіруге болады. Еуропа тарихына қарайтын болсақ, Еуропаның бүгінгі жағдайға келуіне себеп болған ең басты алғышарттардың бірі протестанттар мен католиктердің арасында болған қанды қырғындар десек қателеспейміз. Осы айтылған мысалдарды зерделейтін болсақ, заңды түрде мынадай сұрақ туады: бейбітшілік пен татулыққа, адамгершілік пен ізгілікке шақыратын діндер қалайша қырғын қантөгістердің себебі бола алады?

Жалпы, кезкелген қақтығыстың негізінде дискриминация (өзгені жүйелі түрде алалау, дамуына және құқықтарын пайдалануына жүйелі түрде кедергі болу) мен дегуманизация (өзгені адам қатарынан шығарып тастау, өзгені өзі сияқты адам баласы деп көрмеу, мойындамау) жатады. Дискриминация мен дегуманизация «бізден – бізден емес, біздің топтан – біздің топтан емес, біздің діннен – біздің діннен емес» іспеттес дихотомия негізінде өрбиді. Әсіресе дін мәселесінде адамдар бір ағымға қатып сеніп алғанда, әрқашан өзін «тура жолда» ал қарсыласын «адасқан» деп біледі. Олай болғанда ол «тура жолдағы» адамдар тұрғысынан топтар арасындағы келіспеушілік «ақ пен қараның қақтығысы» ретінде көрінеді.

Қазіргі кезде бұның әсіресе бірнеше ғасырлық интеллектуалды және рухани дағдарыстың зардапарын басынан кешіріп жатқан Ислам әлемі үшін қатысы бар екенін айтуға болады. Өзге дін өкілдеріне деген көзқарас тұрмақ мұсылмандардың өз арасындағы толеранттық пен плюрализмге қатысты көптеген қиындықтардың бар екені байқалады. Мысалы, мұсылмандардың бестен бірі (оның ішінде ең көп көрсеткішпен 44% Мысырда) сопылық жолды ұстанаттындарды мұсылман деп санамайды. Бұндай көзқарастар – Исламның жайылуына өз үлестерін қосқан тасауф (сопылық) ақиқаттарының түсінілуіне кедергі жасары анық. Сонымен қатар, мұсылмандардың төрттен бірі шиіттерді мұсылмандар санатына қоспайды (оның ішінде ең жоғары көрсеткіштердің біреуі, 52% өкінішке орай Мысырда) [6]. Бұл жағдай соңғы жылдары Сүнниттердің басым елдерде (әсіресе Мысырда, Пәкістанда, Алжирде) салафиттік және радикалды тафкириттік түсініктердің тарауынан туындады деп айта аламыз.

Тоқ етерін айтқанда, заманымызда Исламның бейбітшілік және плюралистік рухын дұрыстап ұғынып түсіну керек. Бұл тұрғыда Матуриди түсінігінің (кәләм ғылымының) Исламның кеңпейіл, көпшіл қасиетін түсініп, басқаларға түсіндіру үшін таптырмас эпистемология мен методология болып табылатынын айта аламыз. Ендеше Матуриди түсінігі Исламның толерантты және плюралистік ерекшелігі туралы не айтады соған назар аударайық.

**Матуриди түсінігінің плюралистік негізі.** Расында, плюралистік және толерантты Ислам діні түсінігін қалыптастыруда Матуриди ғалымдарының тіпті сүнниттік дәстүр шеңберінде басқа хақ ақида мазхабы болып саналатын Әшғари мазхабы ғалымдарынан да ілгері бола алатындығын айта аламыз, әрине бұл Әшғари мазхабы жорамалдарын сынау мақсатымен айтылып тұрған жоқ. Мәселемізге қатысты Матуридилердің ұстанымын үш тақырып төңірегінде қарастыруға болады. Біріншісі – ақыл мен иман байланысының діни плюрализмге әсері, екіншісі – иман мен амал айырымы түсінігінің толерантты орта қалыптастыруға үлесі, үшіншісі – дін мен мемлекет айырымы түсінігінің келіспеушіліктердің алдын алудағы ықпалы. Бұл мақаламызда осы үш тақырыптың біріншісіне тоқталамыз.

**Ислам ақылмен үйлеседі.** Матуриди ғалымдары діни мәтіндерге түсінік бергенде және өз пәтуаларын шығарғанда, адам ақылына сүйенеді және қоғамдық құбылыстардың мұсылмандардың өміріне ықпалын есепке алады. Әбу Ханифа мен Матуридидің ұстанымдарын ақылға тым көп мән беретін Мутазила түсінігі мен нақылға яғни аят пен хадиске литералдық мағынада және әсіре көңіл бөлетін (және кейіннен Салафия болып қалыптасқан) Әһли-хадис түсінігімен салыстырғанда, Әбу

Ханифа да, Имам Матуриди де ақыл мен нақылды біріктіретін орта жолды ұстанған. Қысқаша айтқанда, Ханафи-Матуриди түсінігін, эпистемологиясын «дәстүрлі сүнниттік түсінік шеңберіндегі Исламдық ортажолды (теңдестірілген) рационалдық (ақыл мен қисынға жол беретін) ұстаным» деп сипаттауға болады [7, 8, 119-135].

Жалпы айтқанда, әл-Матуриди түсінігінің ұстанымы тұрғысынан Жаратушы қандай да бір жиіркенішті және анық зиянды нәрсені жасауды немесе ақылға сыймайтын жаман, дұрыс емес нәрсені ізгі деп мойындауды бұйырады деп тұжырымдау еш қисынға келмейді [9, 458-468]. Осылайша, әл-Матуриди мектебі жақсылық пен жамандықты танудағы ақылдың қабілеті мәселесіне келгенде «Әһл әл-Хадис» пен сәләфизм тұрмақ, Әшғариден де басқа ұстанымды ұстанады [10, 11]. Бір сөзбен айтқанда, әл-Матуриди түсінігінің осы эпистемологиясы мен методологиясына сай, ортағасырлар жағдайында енгізіліп, қазіргі құқықтық және этикалық қалыптарға сай келе алмайтын (мысалы, дүре соғу мен таспен ату сияқты тәнмен жазалау сияқты қылмыстық құқықтың белгілі бір нормалары немесе өзге конфессия өкілдері мен әйелдерді кемсіту сынды нормалар) шариғат нормалары қайта пайымдалып, жаңаша түсіндірілуі тиіс. Бірақ қатаңдығымен сипатталатын сәләфизм мен «Әһл әл-Хадис» мектебінің өзін айтпағанда, исламның сүнниттік бағдарындағы Әшғари мектебі де исламның осындай жаңа, анағұрлым гуманды, адами түсіндірмесінің эпистемологиялық негіздерін бере алмайды (!) Осы айғақтың өзі Әшғари мен әл-Матуриди мектептерінің арасында қомақты айырмашылықтың бар екендігін көрсетеді [11, 12, 51].

Сонымен, Матуриди түсінігінің ең негізгі ерекшеліктерінің бірі – сүнниттік дәстүр шеңберінде яғни Құран мен хадисті жоққа шығарай, ақыл мен иман (сенім) байланысына көңіл бөлуі болып табылады. Имам Матуриди дінді үйренудің екі жолы (ілімнің қайнаркөзі) деп ақыл мен нақылды атап көрсетеді [13]. Ол қайшылық туындаған мәселелерде ақыл мен ой жүгірудің маңыздылығын көрсету мақсатында мынаны айтады: «Адам баласына өзінен басқа жаратылғандарды басқару үшін қабілет берілген. Осы мақсатта қиыншылықтарды жеңіп, сол үшін ақылын қолданып зерттеу жүргізіп, ең тиімді шешімге бару және жақсы мен көркемді таңдап, жаман мен жиіркеніштіден аулақ жүру қабілеті берілген. Ал бұл мәселелерді білу үшін ақылды қолданып, заттар мен оқиғаларды зерттеу керек. Бұдан басқа жол жоқ. Оның үстіне қиын жағдайға тап болғанда, күмәннің жанжалдымызды қоршап алған кезінде біздің ақылдан басқа сүйенеріміз жоқ.» [13, 29].

Матуриди ғалымдары ақылға мән беру арқылы жалпыадамзаттық түсініктерге сілтеме жасайды. Бұл дегеніміз ақылы бар әрбір адам Ұлы жаратушы бар екендігін таба алады, табиғаттың небір кереметтеріне қарап, таңырқап, осы кереметті жаратқан Аллаға иман келтіре алады. Осы мәселе туралы Матуридилер мен Әшғарилер арасында маңызды айырмашылық бар. «Имам Матуриди адамның ақылымен Алланың бар және бір екендігін білуі парыз десе, Имам Әшғари парыз емес дейді. Матуриди бойынша діни үгіт-насихат болсын болмасын адам ақылымен Алланы тауып сенуі керек. Мысалы, тау басында өмір сүрген адам біздің сеніміміз бойынша Алланың бар екендігін ақылымен тауып, оған сенуі керек. Бірақ оған дінді ешкім үйретпегендіктен мұндай жағдайда ондай пенде діни міндеттерден жауапқа тартылмайды. Әшғарилер бойынша діни үгіт-насихат жасалмаған жердегі адамдар Алланы ақылымен тауып, оған иман келтіруге міндетті емес.» [14, 44].

Абайдың тілімен айтқанда «Ақылы бар адамға иман парыз, иманы бар адамға ғибадат парыз». Бұл түсінікті Матуридилер Құранның (Бақара сүресі 286-аят) «Аллаһ құлдарына көтере алмайтын жүкті артпайды» аятымен негіздейді. Бұл дегеніміз адамның әлеуеті (потенциалы) Алланы өз ақылымен табуға жеткілікті.

Енді, ақылмен Алланы табу түсінігіне тақырыбымыз тұрғысынан қарағанда, маңызды қорытынды шығарамыз. Әшғари ақидасы Ислам діні аясының сыртында бір Аллаға сенетін иманды адамдардың болу ықтималдығын жоққа шығарса, Матуриди түсінігі Ислам әлемі сыртында да өз ақылымен бір Алланы тапқан, жүрегінде иманы бар адамдардың бар екендігін қабылдайды. Өйткені адам баласының қабілеті оған жетеді.

Бұған қоса, Матуридилердің түсінігі бойынша адам ақылы кейбір жағдайларда (яғни абсолютті мағынада емес) ненің жақсы, ненің жаман екенін өз бетімен біле алады. «Әшғарилер бойынша бір нәрсенің жақсы немесе жаман (хүсн-кубх) екенін ақыл біле алмайды. Бұлардың жақсы немесе жаман екендігін Алланың әмірі мен тыйымдары нәтижесінде анықталады. Матуридилер бойынша жақсы мен жаманды ақылмен білуге жол ашық. Алла бір нәрсенің жақсы болғандығы үшін әмір етіп, жаман болған нәрсеге тыйым салады» [14, 44].



Бұл дегеніміз егер бір адам Исламнан хабардар болмаса да, жақсы мен жаманды өз ақылымен біле алады. Мысалға, адам өлтіруді Ислам діні тыйым салады. Адам өлтірудің жаман нәрсе екендігін Ислам дінінен хабары болмаған адамдар да ақылымен біле алады. Сонда Матуридилердің пікірі бойынша, Исламның әмір-тыйымдары мен ақылдың арасында байланыс бар. Ислам дінінде Алланың бұйырған бұйрықтарын ақыл жүгірту арқылы ақылға сай екендігін дәлелдеу оңай. Сол секілді, ақылға сыймайтын нәрселердің Исламда орны жоқ. Ислам ақылға теріс нәрселерді бұйырмайды. Олай болса, Ислам мен бүкіладамдық ортақ ақыл бір-бірімен сәйкеседі, үйлеседі. Демек, осы негізде мұсылмандар басқа дін иелерімен оп-оңай ортақ тіл таба алады. Ал бұл өз кезегінде плюралисттік орта қалыптастыру үшін өте маңызды алғышарт болып табылады.

**Қорытынды.** Ислам дінінің толерантты және плюралисттік рухын түсіне білген Матуриди кәләм ғылымы мен оның жемісі іспеттес болып табылатын Матуриди ақидасы өкінішке орай Ислам өркениетінде кең қанат жаймай қалды. Бұның бірнеше себебі бар. Жоғарыда атап көрсеткеніміздей, Матуриди түсінігі, кәләм ғылымы мен ақидасы Әшғари кәләмі мен ақидасына қарағанда ақылға, сыни ойлай білуге, ой жүгіруге көбірек көңіл бөледі. Жалпы Ислам әлемінің 13-14 ғасырлардан бастап басынан өткере бастаған ауыр интеллектуалды және рухани дағдарыс Матуриди ғылымына ауыр соққы болып тиді. Сонымен қатар Ислам өркениеті тарихында Ислам әлемінің көп бөлігін қамтыған династиялық монархиялардың биліктің саясаты үшін ақылды алға тартатын, сыни көзқарасқа жат емес Матуриди ілімі қолайсыз болды. Матуридилер аят пен хадистің растығына күмән келтірмесе де, жағдайды жан-жақты пайымдауға тырысады.

Ислам өркениетінде Матуриди ақидасы кенже қалып қойғандықтан, Исламның толерантты және плюралисттік дін екендігін насихаттайтын түсініктің орнына өзінен басқасын жау көретін түсініктердің пайда болып тарауы жеңілдеді. «Исламда зорлық-зомбылық жоқ» яғни күштеп Ислам дініне кіргізу жоқ, «Бір адамды өлтіру бүкіл адамзатты өлтірумен тең» деген аяттар бола тұра, бүгін Ислам атын жамылған топтар бүкіл әлемге үрей шашуда. Шынайы Ислам дінін түсініп, оның кеңпейілділігі мен көпшілдігін ұғыну үшін және басқаларға Исламның шын мәнінде бейбітшілік діні екендігін түсіндіру үшін Матуриди кәләм ғылымы мен ақидасына қайта үңілуіміз керек деп есептейміз. Сонда ғана бүгін Батыстың құндылықтары болып есептелетін ал шынтуайтына келгенде Исламдық құндылықтар болып саналатын әділдік, адам құқықтары, «құқықтық, зайырлы, демократиялық және әлеуметтік мемлекет», толеранттылық пен плюрализм дами түседі.

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] <http://www.etymonline.com/index.php?term=tolerance>
- [2] <http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/tolerance>
- [3] <http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/pluralism>
- [4] Eck Diana, What is Pluralism, <http://www.pluralism.org/>
- [5] Bardon A., Birnbaum M., Lee L., Stoeckl K., Roy O., 2015. Religious pluralism : a resource book. European University Institute.
- [6] The World's Muslims: Unity and Diversity, Pew Research Center, August 2012 <http://www.pewforum.org/2012/08/09/the-worlds-muslims-unity-and-diversity-executive-summary/>
- [7] Abdallah Al-Omar, Farouq, 1974, 'The Doctrines of the Maturidite School with Special Reference to As-Sawad Al-A'zam of Al-Hakim As-Samarqandi', PhD Dissertation, University of Edinburgh.
- [8] Dorroll Philip 2016. 'The Universe in Flux: Reconsidering Abu Mansur Al-Maturidi's Metaphysics and Epistemology', *Journal of Islamic Studies*, 27 (2): 119-135.
- [9] Al-Maturidi, Kitab al-Tauhid, Manuscript Cambridge, // <http://cudl.lib.cam.ac.uk/view/MS-ADD-03651/1>, 458-468
- [10] Deen Adam, 2016, 'A Response to Claims of Unorthodoxy of My Theological claims', Quilliam Foundation, January 13, <http://www.quilliamfoundation.org/blog/a-response-to-claims-of-unorthodoxy-of-my-theological-claims-within-my-reasons-for-joining-the-quilliam-foundation-piece/>
- [11] Ayyub Ali, A. 1961, 'Maturidism', in Sharif, M.M. (ed.), *A History of Muslim Philosophy*, Lahore.
- [12] Жүсіпбек Ғ., Сатершинов Б. 2016, Ислам және плюрализм: әл-Матуриди идеялары не ұсынады? *Философиялық және қоғамдық-гуманитарлық журнал «Адам әлемі»*, 27.09.2016 № 3 (69), 2016.
- [13] Sönmez Kutlu 'Bilinen ve Bilinmeyen Yönleriyle İmam Maturidi', *İmam Maturidi ve Maturidilik: Tarihi Arka Plan, Hayatı, Eserleri, Fikirleri ve Maturidilik Mezhebi*, Seçki, Hazırlayan Sönmez Kutlu, Otto, Ankara 4.Baskı, 2012, 29-6.
- [14] Дербісәлі, Әбсаттар, «Имам әл-Матуриди және оның мұрасының мәні мен маңызы», Жұма мінбері, Қазақстан мұсылмандары діни басқармасы, Алматы 2012.

REFERENCES

- [1] <http://www.etymonline.com/index.php?term=tolerance>  
[2] <http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/tolerance>  
[3] <http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/pluralism>  
[4] Eck, Diana, What is Pluralism, <http://www.pluralism.org/>  
[5] Bardon A., Birnbaum M., Lee L., Stoeckl K., Roy O. Religious pluralism: a resource book. European University Institute. 2015.  
[6] The World's Muslims: Unity and Diversity, Pew Research Center, August 2012 <http://www.pewforum.org/2012/08/09/the-worlds-muslims-unity-and-diversity-executive-summary/>  
[7] Abdallah Al-Omar, Farouq, 1974, 'The Doctrines of the Maturidite School with Special Reference to As-Sawad Al-A'zam of Al-Hakim As-Samarqandi', PhD Dissertation, University of Edinburgh.  
[8] Dorroll, Philip 2016. 'The Universe in Flux: Reconsidering Abu Mansur Al-Maturidi's Metaphysics and Epistemology', Journal of Islamic Studies, 27 (2): 119-135.  
[9] Al-Maturidi, Kitab al-Tauhid, Manuscript Cambridge, // <http://cudl.lib.cam.ac.uk/view/MS-ADD-03651/1>, 458-468  
[10] Deen, Adam, 2016, 'A Response to Claims of Unorthodoxy of My Theological claims', Quilliam Foundation, January 13, <http://www.quilliamfoundation.org/blog/a-response-to-claims-of-unorthodoxy-of-my-theological-claims-within-my-reasons-for-joining-the-quilliam-foundation-piece/>  
[11] Ayyub Ali, A. 1961, 'Maturidism', in Sharif, M.M. (ed.), A History of Muslim Philosophy, Lahore.  
[12] Zhussipbek, G., Satershinov, B. 2016, Islam jane Pluralism: al-Maturidi idealari ne usynadi? «Adam Alemi», 27.09.2016 № 3 (69), p. 51.  
[13] Sönmez Kutlu 'Bilinen ve Bilinmeyen Yönleriyle İmam Maturidi', İmam Maturidi ve Maturidilik: Tarihi Arka Plan, Hayatı, Eserleri, Fikirleri ve Maturidilik Mezhebi, Seçki, Hazırlayan Sönmez Kutlu, Otto, Ankara 4.Baskı, 2012, 29-бет.  
[14] Derbisali, Absattar, «İmam al-Maturidi jane onyn murasinin mani men manizi», Juma Minberi, DUMK, Almaty, 2012.

Динмухаммед Аметбек<sup>1</sup>, Галым Жусипбек<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Эксперт, Аналитический центр ANKASAM, Анкара, доктор PhD,

<sup>2</sup>PhD, независимый исследователь, Алматы, Казахстан, исследователь Института «Rethink», Вашингтон, США

**РОЛЬ МАТУРИДИТСКОГО ПОНИМАНИЯ О СИНТЕЗЕ ВЕРЫ И РАЗУМА  
В ФОРМИРОВАНИИ ТОЛЕРАНТНОГО И ПЛЮРАЛИСТИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА**

**Аннотация.** Задача формирования плюралистического общества последователями учения Ислама является одной из важных и одновременно деликатных вопросов в современном мире. Авторы через анализ эпистемологии Матуридитской школы каляма, в частности, Матуридитского понимания связи между верой и разумом попытались показать, что правильно понимаемый Матуридизм закладывает основы плюралистического общества. В целом, авторы утверждают, что Матуридитскую школу, основанную на «сбалансированном теологическом рационализме», можно рассматривать как хороший внутриисламский механизм реформирования понимания Ислама современными мусульманами и построения плюралистического и человеко-центричного общества.

**Ключевые слова:** плюрализм, толерантность, религия, Ислам, Матуриди, связь между верой и разумом.

**Sh. K. Abikenova, G. T. Aitkenova**

Republican State Enterprise "Republican Scientific and research institute of labour security of the Ministry of Healthcare and Social development of the Republic of Kazakhstan", Astana, Republic of Kazakhstan.

E-mail: as@rniiot.kz, aitkenova.g@rniiot.kz

**ONE OF THE MEASURES FOR PREVENTION OF ACCIDENTS  
IN THE ENTERPRISE – INCREASE MOTIVATION OF EMPLOYEES  
TO WORK SAFETY**

**Abstract.** This work is devoted to actual problems of the use of economic incentives in the area of occupational safety and health, in particular the increase of motivation workers of enterprises to observance of requirements of occupational safety. The proposed method is based on a set of inter-related procedures determining of OSH requirements and their assessment of performance in production activities by each worker and department as a whole. It is recommended the use of economic incentives at the individual and collective level.

**Keywords:** economic incentives, increase motivation, labor protection, safe work, accidents.

ӨОЖ 331.45.3

**Ш. К. Абикенова, Г. Т. Айткенова**

«Денсаулық сақтау және әлеуметтік даму министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» РМҚК, Астана, Қазақстан

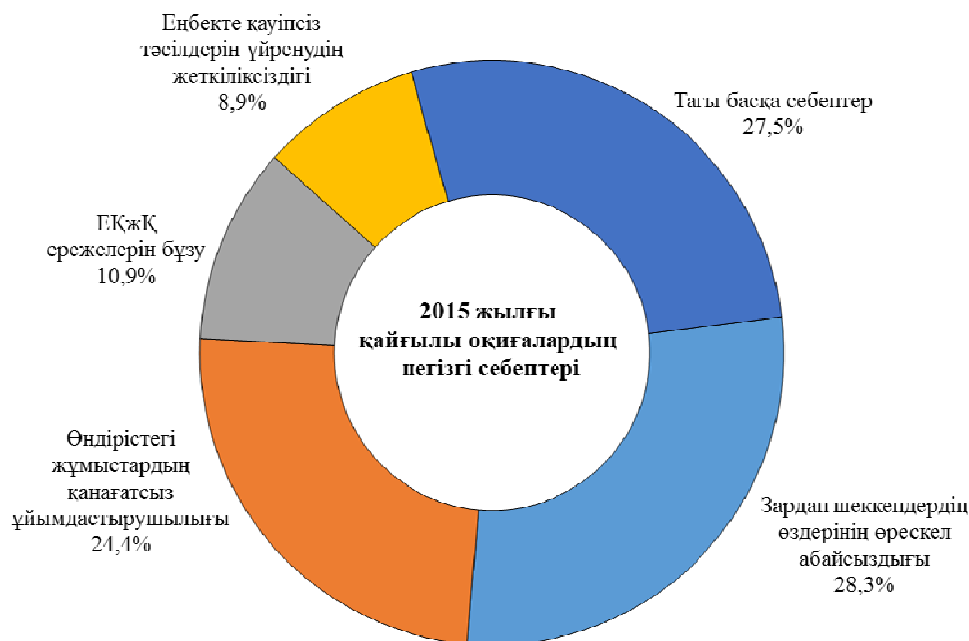
**КӘСІПОРЫНДАҒЫ ЖАЗАТАЙЫМ ОҚИҒАЛАРДЫҢ  
АЛДЫН АЛУ ШАРАСЫНЫҢ БІРІ – ЖҰМЫСКЕРЛЕРДІҢ  
ҚАУІПСІЗ ЕҢБЕККЕ УӘЖДЕМЕСІН АРТТЫРУ**

**Аннотация.** Берілген жұмыс еңбек қауіпсіздік және еңбекті қорғау саласындағы экономикалық ынталандыруды қолданудың өзекті мәселелеріне, атап айтқанда кәсіпорын жұмыскерлерінің еңбекті қорғау бойынша талаптарды сақтауға уәждемесін арттыруға арналған. Ұсынылған әдіс ЕҚЖҚ бойынша талаптар және оларды өндірістік қызметте әрбір жұмыскер мен жалпы бөлімшенің орындауын бағалаудың өзара байланысқан үрдістер жиынтығына негіздеген. Экономикалық ынталандыруды жеке немесе ұжым деңгейінде пайдалану ұсынылады.

**Түйін сөздер:** экономикалық ынталандыру, уәждемені арттыру, еңбекті қорғау, қауіпсіз еңбек, жазатайым оқиғалар.

Қазақстан Республикасының кәсіпорындарындағы өндірістік қызмет нәтижелеріне қатысты жұмыскерлердің денсаулығы мен өмірлік басымдылығын мойындай отырып, еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғаудың (бұдан әрі – ЕҚЖҚ) жоғары деңгейіне жетуге, өндірісте жазатайым оқиғалардың алдын алу бойынша шараларға ерекше мән беріледі.

Еңбекті қорғау және өнеркәсіп қауіпсіздігіне арналған KIOSH 2016 халықаралық конференциясындағы баяндамада ҚР өндірістік жаракаттың қазіргі жағдайы келесімен сипатталады: олардың негізгі себептері зардап шеккендердің өздерінің өрескел абайсыздығы (2709), өндірістегі жұмыстардың қанағатсыз ұйымдастырушылығы (2335), ЕҚЖҚ ережелерін бұзу (1043), еңбекте қауіпсіз тәсілдерін үйренудің жеткіліксіздігі (852) және т.б. жазатайым оқиғалардың жыл сайын айтарлықтай саны тіркеледі. Ресми статистикалық мәліметтерге сүйенсек, 2015 жылы отандық кәсіпорындарда 1723 жұмыскер зардап шекті, оның ішінде 251 жұмыскер қаза тапты [1].



1-сурет – 2015 жылы ҚР өндірісте болған қайғылы оқиғалардың негізгі себептері

1-суретте көрсетілгендей, еліміздегі өндірісте 2015 жылы болған қайғылы оқиғалардың 28,3% зардап шеккен жұмыскерлердің өздерінің өрескел абайсыздығынан болғаны екендігін көруге болады.

Ғылыми зерттеулер негізінде 2000-нан аса жарақат, апат, жағдайлар айқындалды. Жұмыскердің еңбекті қорғау бойынша талаптарды бұзу салдарынан болған бір тіркелген жағдайға 60-150 ресми тіркелмеген жағдай келеді, яғни жұмыскерлердің қауіпсіздік нормаларын бұзу бейресми белгіленген. бейресми белгіленген қауіпсіздік ережелерін бұзу мен кәсіпорында тіркелген жағдайлар арасындағы корреляциялық байланыс ( $K_{кор} = 0,54-0,76$ ) анықталды. Жұмыскерлердің жеке мінездемелерінің еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз етуге әсерін зерттеу нәтижесінде жұмыскердің қауіпсіздік талаптарын бұзу 15-30% төмен білім, 5-25% нашар психифизикалық күй, 50-80% төмен уәждеме салдарынан екендігі айқындалды [2].

Жұмыскерлердің қауіпсіз еңбек ынтасын арттыру үшін экономикалық ынталандыру енгізу – маңызды стратегиялық міндет, оның шешімі де жұмыскерлердің өмірі мен денсаулығын сақтауға, сондай-ақ табысты экономикалық дамуға ықпал етеді [3].

ҚР үшін осы бағыттағы ғылыми зерттеулерді таңдаудың орындылығы өндірістік жаракаттануда адами факторлардың елеулі әсерімен негізделген. Сондықтан, жұмыскердің қызметін қауіпсіз еңбек жағдайын жақсартуға мотивациялық әсерін арттыру тұрғысынан экономикалық ынталандыру зерттеу әдістері еліміз үшін еңбекті қорғауды ұйымдастыруда елеулі табыстарға жетудегі өзекті мәселелердің бірі.

Осылайша, еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселелері жұмыскерлердің уәждемесін арттыру мәселелерімен тікелей байланысты. Еңбек қызметіндегі қауіпсіз тәртіпке экономикалық ынталандыру қауіпсіз еңбекке уәждемені арттырудың құралы ретінде мүмкіндік туғызады.

Мақалада кәсіпорындағы жұмыскерлердің қауіпсіз еңбек қызметін қамтамасыз ету мақсатында тікелей жұмыс орындарында кәсіпорын бөлімшелеріндегі жұмыскерлердің қауіпсіз еңбегін бағалау әдісі ұсынылады. Әдісті қолдану үздіксіз бақылап тексеру және техника қауіпсіздігін, еңбекті қорғаудың ережелерін және еңбек үрдістерінің регламенттерін сақтау бойынша қадағалау арқылы жүзеге асырылады.

Қауіпсіз еңбекті бағалауды жүргізу келесі кезеңдерден тұрады:

- әрбір бөлімшеге арналған қауіпсіз еңбек бойынша бағалау парақтарын құру;
- ЕҚЖҚ бойынша талаптарды сақтауды тексеру (апта сайын);
- бағалау парағын толтыру;

- бағалау парағындағы мәліметтер бойынша нәтижелерді өңдеу және қорытынды жасау;
- кәсіпорын жұмыскерлерін жекелей немесе жалпы ұжым бойынша ынталандыру (тоқсан сайын).

Алдымен, жауапты тұлға кәсіпорын бөлімшесіндегі әрбір жұмыскерге арналған ЕҚЖҚ сала-сындағы негізгі талаптарын айқындайды. Кейін сол талаптар ЕҚЖҚ бойынша бағалау парағында сәйкес көрсеткіштер бойынша толтырылады (2-сурет).

### ЕҚЖҚ бойынша бағалау парағы

«\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ жыл

№\_\_

цехтың (бөлімшенің және т.б.) атауы

№	Қауіпсіздік көрсеткіштері	Жұмыскердің аты-жөні							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		1	2	3					
I	...								
II	...								
III	...								
Қауіпсіз еңбектің жеке коэффициенті (%):									
Қауіпсіз еңбектің ұжымдық коэффициенті (%):									

2-сурет – ЕҚЖҚ бойынша бағалау парағы

ЕҚЖҚ көрсеткіштері кәсіпорын бөлімшесіне арнайы, қысқа, айқын мазмұндалған және жұмыскерлердің қызмет сипатына тікелей байланысты болу керек.

Жұмыскердің қызметіне қатысы жоқ қауіпсіз еңбек көрсеткіштері сәйкес ұяшықтарда боялады. Сонымен бірге, жұмыскердің қызметіне қатысты қауіпсіз еңбекке қойылған талаптар боялмаған күйде қалады. Боялмаған ұяшықтар ЕҚЖҚ талаптарының орындалғаны (немесе орындалмағаны) жөнінде белгілеуге және сәйкесінше келесі кезеңде бақылап тексеруге арналады.

Бөлімше жұмыскерлері үшін қауіпсіздік көрсеткіштерін құрып болған соң бағалау парағын толтыру арқылы осы талаптардың орындалуын тексеру жүргізіледі. Әрбір жұмыскерге қайсыбір талаптардың орындалуын «+» таңбасы арқылы, егер орындалмаған жағдайда «-» таңбасы арқылы белгілейді.

Осыдан кейін, ЕҚЖҚ бойынша бағалау парағында көрсетілген мәліметтер нәтижелерін өңдеу жүргізіледі. Бұл жағдайда бағалау парағы бойынша тексерудің тиімділігін анықтау үшін қауіпсіз еңбектің жеке және ұжымдық коэффициенті қолданылады.

Қауіпсіз еңбектің ұжымдық коэффициенті 1-формуламен есептеледі:

$$k_{ұжым} = \sum_{i=1}^N k_i / N; k_{ұжым} = \frac{\text{жеке қауіпсіздік көрсеткіштерінің қосындысы}}{\text{жұмыскерлердің саны}} \quad (1)$$

мұндағы, қауіпсіз еңбектің жеке коэффициенті 2-формула арқылы анықталады:

$$k_i = \frac{i\text{-ншы жұмыскердің қауіпсіздік көрсеткіштері саны}}{i\text{-ншы жұмыскерге қатысты жалпы қауіпсіздік көрсеткіштері саны}} * 100\% \quad (2)$$

Бағалау парағы бойынша есептің нәтижесінен алынған мәліметтер негізінде қауіпсіздік деңгейі (I, II, III) айқындалады және қауіпсіз еңбектің жеке  $k_i$  және ұжымдық  $k_{ұжым}$  коэффициенттерінің сатылығына байланысты бөлімшеде немесе жалпы кәсіпорын бойынша экономикалық ынталандырудың түрлерін пайдалану ұсынылады (кесте).

Қауіпсіз еңбек коэффициентіне  $k$  байланысты жұмыскерлердің уәждемесін арттыру бойынша экономикалық ынталандырудың сатылығы

Қауіпсіздік коэффициенті, $k$	Қауіпсіздік деңгейі	Экономикалық ынталандырудың ұсынылып отырған түрлері
95-100%	I-деңгей	Үстемеақы, қосымша төлем, денсаулығын жақсарту, біліктілікті арттыру;
75-95%	II- деңгей	Қосымша демалыс, беделді арттыру, жұмыс уақытының икемді кестесі
75%-дан аз	III- деңгей	Ескерту, ескерту сөгіс, айыппұл

Жұмыскерлердің еңбек нәтижелеріне байланысты олардың қызығушылығы болатын ынталандырудың айтарлықтай тиімді түрі материалды ынталандыру болып табылады [4].

Қауіпсіз еңбекке жұмыскерлердің уәждемесін арттыру бойынша экономикалық ынталандырудың бұл әдісі өндірістік қызметтің тоқсан бойынша қорытындысын жүргізу шеңберінде қолдану ұсынылады.

Мысал ретінде зерттеу жүргізілген бір кәсіпорынның жону цехындағы қауіпсіз еңбекті бағалау парағы көрсетіледі. Қауіпсіз еңбекті бағалау үрдісі жоғарыда жазылған әдіске сәйкес жүргізілді. Жону цехындағы қауіпсіз еңбектің жеке және ұжымдық коэффициенттерін анықтау үшін 8 адамнан тұратын жұмыскерлердің қызметі зерттелді. Осы жұмыскерлер үшін олардың еңбек қызметтеріне сай ЕҚЖҚ бойынша талаптары болатын бағалау парағы құрылды. Бағалау парағы бойынша ЕҚЖҚ ережелерін сақтауды тексеру жүргізілді (3-сурет).

Бағалау парағы бойынша мәліметтер негізінде қауіпсіз еңбек коэффициенттері есептелінді.

Алдымен, қауіпсіз еңбектің жеке коэффициенті есептелінеді. Бірінші жұмыскер үшін қауіпсіз еңбектің жеке коэффициенті  $k_1$ :

$$k_1 = \frac{9}{10} * 100\% = 90\%;$$

Қалған басқа да жұмыскерлер үшін қауіпсіз еңбектің жеке коэффициенті осы түрде шығарылады.

Қауіпсіз еңбектің жеке коэффициентінің ең жоғарғы мәні жұмыскер В. Багаевта ( $k_1 = 92\%$ ), яғни экономикалық ынталандырудың сатылығы бойынша II-деңгейге сәйкес келеді. Сонымен бірге, II-деңгейге Д. Абуев, С. Дубров, Е. Федоров, А. Сарсенов және Е. Соловьев сәйкес келеді. Бұдан басқа, жұмыскерлер С. Макаров пен Р. Шарипов экономикалық ынталандырудың сатылығы бойынша III-деңгейге түсіп тұр.

Сонымен қатар, қауіпсіз еңбектің ұжымдық коэффициенті келесіге тең  $k_{ұжым}$ :

$$k_{ұжым} = \frac{645\%}{8} = 80\%.$$

Олай болса, жону цехындағы қауіпсіз еңбек 80%-ға бағаланды және экономикалық ынталандырудың сатылығы бойынша III-деңгейге сәйкес.

Сөйтіп, ұсынылып отырған экономикалық ынталандыру механизмдерінің көмегімен жұмыскерлердің қауіпсіз еңбекке деген уәждемесін арттыру әдісі кәсіпорында еңбекті қорғауды басқару жүйесінің бір элементі ретінде қауіпсіз еңбекті бағалауды енгізуге негізделген. Қауіпсіз еңбекке уәждемені арттыру бойынша ұсынылған әдістің тәжірибелік мәні ҚР кәсіпорындардың экономикалық әлеуетіне әсер етуінде, атап айтқанда, еңбек өнімділігін арттыру және өндірістік жарақат пен кәсіби сырқаттан туындайтын шығындарды үнемдеуде айқындалады.

## ЕҚЖҚ бойынша бағалау парағы

«20» мамыр 2015 жыл

№1

## Жону цехы

цехтың (бөлімшенің және т.б.) атауы

№	Қауіпсіздік көрсеткіштері	Жұмыскердің аты-жөні							
		1 Абуев Д.	2 Багаев В.	3 Дубров С.	4 Макаров С.	5 Сарсенов А.	6 Соловьев Е.	7 Шарипов Р.	8 Федоров Е.
1	2	3							
I	Еңбек және демалыс режимін сақтау	+	+	-	+	+	-	-	-
II	Жабдықты қауіпсіз тасмалдау бойынша нұсқаулықтар	+	+	+	+	+	+	+	+
III	Өрт қауіпсіздігі ережелері	+	+	+	+	+	+	+	+
IV	Жұмыс орнында санитарлық-гигиеналық талаптарды сақтау	+	+	+	-	+	+	-	+
V	Жеке қорғану құралдарын пайдалану	+	-	+	-	-	+	-	+
VI	Ауру парақтарының жоқтығы	+	+	-	+	+	+	+	-
VII	Жұмыс уақытында жаракаттың болмауы	+	+	+	+	+	+	+	+
VIII	Компьютермен жұмыс	+							
IX	Жеке жабдықтарға қойылатын талаптар:								
1	Жону білдегі		+	+					
2	Сүргілеу білдегі				+	+	+		
3	Нақыш жону білдегі				+	+	+		
4	Көлденең сүргілеу білдегі				-	-	-		+
5	Бұрғылау білдегі				+	+	+		
X	Цехты ұйымдастыру мен бөлмелерге қойылатын негізгі талаптар	+	+	+	-	-	-	+	+
XI	Жарық	-	+	+	+	+	+	+	+
XII	Құралдар								
1	Білдекті кескіш құрал		+	+	+	+	+		+
2	Қол құралы		+	+	-	+	+		+
XIII	Білдек маңайындағы транспорттық құрылғылар							+	
<b>Қауіпсіз еңбектің жеке коэффициенті (%):</b>		<b>90</b>	<b>92</b>	<b>83</b>	<b>67</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>70</b>	<b>83</b>
<b>Қауіпсіз еңбектің ұжымдық коэффициенті (%):</b>		<b>80</b>							

3-сурет – ЕҚЖҚ бойынша толтырылған бағалау парағы

## ӘДЕБИЕТ

[1] Каукунова С. В 2015 году на производстве погиб 251 человек [Электронный ресурс] // Власть: интернет журнал со своим именем. – 2016. – <https://vlast.kz/novosti/15699-v-2015-godu-na-proizvodstve-pogiblo-251-celovek.html>

[2] Галкин А.В. К вопросу повышения надежности персонала горного предприятия в обеспечении безопасного производства // Научно-технический журнал «Горный информационно-аналитический бюллетень». – 2007. – № 12. – С. 47-48.

[3] Doman P. Three Preliminary Papers on the Esjnjmicks of Occupational Safety and Helth (Три предварительных доклада по экономике охраны). – Geneva, Aprill 2000.

[4] Слуцкая Е.М., Егорова Е.Н. Классификация инструментов материального стимулирования работников предприятия [Электронный ресурс] // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2014. № 71(11). – <http://uecs.ru/uecs71-712014/item/3172-2014-11-22-06-16-46>

**REFERENCES**

- [1] Kaukenova S. V 2015 godu na proizvodstve pogib 251 chelovek [Jelektronnyj resurs] // Vlast': internet zhurnal so svoim imenom. 2016. <https://vlast.kz/novosti/15699-v-2015-godu-na-proizvodstve-pogiblo-251-celovek.html>
- [2] Galkin A.V. K voprosam povysheniya nadezhnosti personala gornogo predpriyatija v obespechenii bezopasnogo proizvodstva // Nauchno-tehnicheskij zhurnal «Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten'». 2007. N 12. P. 47-48.
- [3] Doman P. Three Preliminary Papers on the Ecjnjmicks of Occupational Safety and Helth (Tri predvaritel'nyh doklada po jekonomike ohrany). Geneva, Aprill 2000.
- [4] Sluckaja E.M., Egorova E.N. Klassifikacija instrumentov material'nogo stimulirovanija rabotnikov predpriyatija [Jelektronnyj resurs] // Upravlenie jekonomicheskimi sistemami: jelektronnyj nauchnyj zhurnal. 2014. – N 71(11). <http://uecs.ru/uecs71-712014/item/3172-2014-11-22-06-16-46>

**Ш. К. Абикенова, Г. Т. Айткенова**

РГКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства здравоохранения и социального развития Республики Казахстан», Астана, Казахстан

**ОДНОЙ ИЗ МЕР ПРОФИЛАКТИКИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРЕДПРИЯТИИ –  
ПОВЫШЕНИЕ МОТИВАЦИИ РАБОТНИКОВ К БЕЗОПАСНОМУ ТРУДУ**

**Аннотация.** Работа посвящена актуальным проблемам применения экономического стимулирования в сфере безопасности и охраны труда, в частности, повышения мотивации работников предприятий к соблюдению требований по охране труда. Предлагаемый метод основан на комплексе взаимосвязанных процедур определения требований по БиОТ и их оценки выполнения в производственной деятельности каждым работником и подразделения в целом. Рекомендуется применение экономического стимулирования на индивидуальном или коллективном уровне.

**Ключевые слова:** экономическое стимулирование, повышение мотивации, охрана труда, безопасный труд, несчастные случаи.



**A. Nyssanbayeva**

International Kazakh-Turkish University named by Kh. A. Yesevi, Turkestan, Kazakhstan

**ASPECTS OF MIGRATION CRISIS  
IN THE EU THROUGH THE POINT OF VIEW OF EXPERTS**

**Abstract.** The article shows the relevant aspects of the migration crisis in the EU. While writing the article the comparative analysis method, the study of expert opinions, analysis of statistical data, surveys were used.

Currently, the refugee problem is becoming one of the global problems of mankind. In this regard, most of the migration crisis solution is designed to play in resolving the international situation and prevent its further deterioration. The article is addressed to scientists, public authorities to study the problem of migration.

**Keywords:** international organizations, EU countries, migration crisis, refugees.

**А. М. Нысанбаева**

Международный казахско-турецкий университет им. Х. А. Ясави, Туркестан, Казахстан

**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ МИГРАЦИОННОГО КРИЗИСА  
В СТРАНАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА ГЛАЗАМИ ЭКСПЕРТОВ**

**Аннотация.** Показаны актуальные аспекты миграционного кризиса в странах ЕС. При написании статьи были использованы метод компаративистского анализа, изучение экспертных мнений, анализ статистических данных, анкетирование. В настоящее время проблемы беженцев становятся одной из глобальных проблем человечества. В этой связи скорее решение миграционного кризиса призвано сыграть в урегулировании международной ситуации и предупреждения ее дальнейшего обострения. Статья адресована научным работникам, государственным органам для изучения проблемы развития миграционных процессов.

**Ключевые слова:** международные организации, страны ЕС, миграционный процесс, беженцы.

В последние годы миграционный кризис становится одной из наиболее актуальных глобальных проблем из-за трудностей урегулирования проблемы беженцев в Европе.

Попытки преодоления миграционного кризиса в европейском сообществе привели к непримиримым разногласиям. В отличие от развитых западных стран страны Восточной Европы не хотят принимать мигрантов. Низкий миграционный потенциал беженцев может привести в дальнейшем к росту преступности, ухудшению межэтнической ситуации, возникновению новых очагов терроризма и экстремизма.

В странах ЕС в Шенгенской зоне существуют Шенгенская конвенция, Дублинская конвенция [1, 227-228]. Однако на сегодняшний день эти конвенции затрудняют регулирование процесса приема мигрантов в страны ЕС. Обострение миграционной ситуации происходит из-за огромного наплыва беженцев на границах стран ЕС, а также проблемы обеспечения беженцев необходимой гуманитарной помощью.

Для решения миграционного кризиса беженцев руководство ЕС продолжает финансирование приема мигрантов для дальнейшего их временного содержания в Турции и Греции. В свою очередь, большинство стран-участниц ЕС пытаются отстраниться от миграционного кризиса беженцев. Ситуацию осложняют участвовавшие теракты. Для поиска выхода из миграционного кризиса, экспертами озвучиваются разные позиции, попытки осмысления сложившейся ситуации.

В этой связи в январе 2016 года было проведено экспертное анкетирование. В опросе участвовали 22 человека, из них 3 женщины и 19 мужчин. Опрос был проведен методами face-to-face и анкетирования по электронной почте. Выборка случайная. Были опрошены эксперты из Казахстана и Турции. В качестве экспертов были опрошены преподаватели вузов, журналисты, обозреватели, представители неправительственных организаций.

В ходе анализа проведенного анкетирования были получены следующие результаты. Большинство респондентов (68%) вполне ясно понимает «миграцию как переселение населения внутри страны или из одной страны в другую», мнение некоторой их части (32%) несколько отличается от мнения остальных.

Менее половины респондентов (41%) относятся к мигрантам позитивно, нейтрально (40%), отрицательно (18%), положительно (0,4%). Возможно, причиной негативного отношения респондентов к мигрантам могут быть потенциальные риски обеспечения национальной безопасности.

Среди основных целей мигрантов респонденты выделяют: поиск работы (50%), поиск убежища (27%), путешествие (9%), 5% респондентов затруднились с ответом. Мнения оставшейся части респондентов (36%) разделились, мигранты для улучшения своей жизни мигрируют в поисках работы, а материально обеспеченные путешествуют в другие страны.

Мнения респондентов касательно целей поиска убежища мигрантами в других странах выражаются следующим образом: поиск временного убежища (41%), возможность получения необходимой правовой помощи (41%), поиск убежища с целью получения постоянного места проживания (23%). Оставшаяся часть респондентов склонна выделять все выше-перечисленные варианты ответов.

В этой связи отношение респондентов к конфликтам на Ближнем Востоке выражено следующим образом: отрицательно (77% респондентов), нейтрально (23%).

Среди основных источников информации о конфликтах на Ближнем Востоке были названы Интернет (86%), телевидение (9%), газеты (5%).

Основными причинами конфликта в Сирии были названы следующие: жестокий режим президента страны Башара Асада (54%), борьба за нефтяные месторождения (32%), попытки террористической организации ИГИЛ захватить территорию страны (14%), борьба за президентское кресло в Сирии (14%). По мнению 14% респондентов, причина конфликта кроется в правлении Сирией диктаторов Асадов (из шиитского меньшинства), хотя большей частью населения Сирии являются сунниты (70%).

Проблемы сирийских беженцев уже раскололи не только страны ЕС, но и США, и другие развитые страны мира. Сирийские беженцы нуждаются, в первую очередь, в оказании гуманитарной помощи, медицинской помощи, социальной поддержке, обеспечении временным жильем, питании, трудоустройстве. Основным механизмом разрешения проблем сирийских беженцев по решению Еврокомиссии считается введение обязательных квот для приема беженцев, прибывающих в Европу [2]. Страны Центральной Европы не согласны с введением такого квотирования, по их мнению, страны ЕС различаются по уровню экономического развития. С другой стороны, становится очевидным, что введение обязательного квотирования способно еще более усугубить последствия экономического кризиса как в странах ЕС, так и в других развитых странах, принимающих беженцев. Введение обязательного квотирования дестабилизирует не только экономическую ситуацию в этих странах, но и может способствовать росту преступности, повышению рисков распространению экстремизма и терроризма. Кроме того, некоторые американские эксперты высказывают свои опасения: «В Сирии четыре года идет гражданская война. Общей базы данных нет. Невозможно даже проверить потенциального иммигранта на банальное отсутствие судимостей. Не говоря уже о том, что американское оружие, которое предназначалось умеренной оппозиции, регулярно оказывалось в руках исламистов. Так что никакого доверия проверкам американских спецслужб в этом вопросе нет. И республиканцы вполне оправданно боятся вместе с беженцами запустить на территорию США исламистов. И здесь политики от обеих партий (республиканцев и демократов) попадают в интересное положение» [3]. Понятно, что такая ситуация характерна не только в США, но и в странах ЕС, и других странах, принимающих беженцев.

В этой связи следующий блок вопросов экспертного анкетирования коснулся отношения респондентов к возможному потоку беженцев из Сирии в Казахстан. Ответы респондентов распределились следующим образом: отрицательно (45%), положительно (36%), нейтрально (18%).

Следующий вопрос касался поиска возможных путей и механизмов решения проблемы беженцев из Сирии. Респондентам было предложены следующие варианты ответов:

- всем странам-участницам УВКБ ООН разделить поровну всех беженцев и принять временно у себя (36%);

- затруднились ответить (32%);

- нельзя принимать беженцев из Сирии из-за высокого риска распространения терроризма (8%),

- организовать городок для беженцев на территории какой-либо нейтральной страны (4%).

В открытые варианты ответов респондентами (другое) были вписаны:

- нужно временно разместить беженцев на территории России и США, как сторонников тех или иных сил конфликта (18%),

- необходимо в срочном порядке решать конфликт (14%).

Анализ ответов респондентов может свидетельствовать скорее о желании отстраниться от проблемы беженцев, чем решать ее путем непосредственного участия, в связи с этим, вполне логичен поиск опосредованных путей решения данной проблемы. Также это может свидетельствовать о восприятии экспертами проблемы беженцев в негативных тонах. Вместе с тем, по мнению экспертов, проблема беженцев выглядит острой, требующей незамедлительного разрешения.

Большинство респондентов склоняются в сторону разрешения конфликта мирным путем (63%) путем вмешательства миротворческих сил (45%).

Проведенный анализ результатов экспертного опроса свидетельствует об информированности общественности о проблемах миграции, вынужденной миграции, осознании потенциальных угроз и рисков, вызванных бесконечным потоком беженцев, поисках путей и механизмов разрешения проблемы беженцев.

В этой связи нужно отметить, что миграционный кризис, и его последствия могут регулироваться путем «ситуационно-политического измерения миграции», под которым эксперты понимают: «неконтролируемые и нелегальные миграционные потоки. Особенно актуальной эта проблема стала после 11 сентября 2001 года, когда большинство индустриально развитых стран мира сконцентрировались на решении трех главных задач – «предотвращение, наказание, защита». Мигранты и их объединения рассматриваются как политические акторы, которые принимают непосредственное участие в политической жизни государств или становятся субъектами воздействия различных политических сил, как в странах исхода, так и в принимающих странах» [1, 215].

В этой связи, на первый план выступает принятие адекватных мер для обеспечения европейской безопасности. Вполне понятной выглядят позиции стран ЕС: «интересы государств-участников Евросоюза в области реализации единой иммиграционной политики порой не согласуются между собой и противоречат официальной позиции институтов ЕС – Европейской Комиссии и Европарламента, выступающих за расширение своих полномочий. До сих пор важнейшие решения в сфере европейской иммиграционной политики принимаются не Комиссией и Парламентом Евросоюза, а Советом министров государств-членов, в большинстве случаев выступающих за ужесточение иммиграционного контроля по отношению к неевропейским иммигрантам» [1, 233]. Это сопровождается совмещением, переходящее в определенное противостояние нескольких разнонаправленных политических процессов: интеграционного процесса, миграционного кризиса и идентификационного кризиса. Миграционный кризис препятствует проведению целенаправленной общеевропейской интеграционной политики, а значит, ведет к формированию идентификационного кризиса в сознании как легальных, так и нелегальных мигрантов, стремящихся обустроиться в странах ЕС.

Определенную роль в дезинтеграции внутри сообщества играет некоторая обособленность стран ЕС, в первую очередь, стран Восточной Европы: «Государства, входящие в состав Европейского Союза, пока не готовы отказаться от своих национальных интересов и суверенных прав в пользу общеевропейских институтов. Это подтверждает и тот факт, что некоторые страны ЕС не торопятся признавать и реализовывать обязательные для них решения, принятые в рамках Евро-

союза» [1, 233-234]. В условиях политической, экономической и этнической нестабильности защита интересов национальной безопасности выдвигается странами ЕС на передний план, задвигая на задний план принципы либеральной демократии, приверженность ее идеям, защиты прав человека, и даже требования общеевропейского интеграционного процесса. В условиях распространения радикальной исламофобии, боязни проявлений экстремизма и терроризма приводит к идеологическому размежеванию между странами ЕС.

Какая же модель миграционной политики применяется в странах ЕС? По мнению ряда экспертов, существует шесть моделей миграционной политики: системная, марксистская, плюралистическая, реалистическая, неокорпоративистская и коммуникативная модели [1, 220-221].

На наш взгляд, официальные межгосударственные органы (Европейская комиссия, Европарламент, Советом министров) склонны придерживаться и формировать системную модель миграционной политики на межгосударственном официальном уровне, основанную на принципах либеральной демократии. На местах часть развитых стран ЕС, готовых принимать беженцев, с одной стороны, выражает готовность поддерживать принципы системной модели (провозглашаемая миграционная политика), однако на деле реализуют неокорпоративистскую модель миграционной политики, в которой только государством регулируется соотношение между международными соглашениями и национальными интересами. В странах же Восточной Европы открыто выражается отказ от принципов системной модели в осуществлении миграционной политики (провозглашаемая миграционная политика), сопровождающаяся реалистической моделью миграционной политики, в которой приоритетное место отдается, прежде всего, защите государственных интересов.

С другой стороны, на наш взгляд, именно размежевания в выборе моделей осуществляемой странами ЕС миграционной политики способно привести к дезинтеграции внутри сообщества.

В свою очередь, российский эксперт А.Сунгуров различает два вида миграционной политики: «Политику сегрегации (и/или дискриминации) и политику интеграции мигрантов в принимающее сообщество» [4]. Наиболее позитивной и интересной из стран ЕС в глазах беженцев выглядит Германия, которая проводит «по отношению к иммигрантам, не имеющих местных корней или хотя бы европейского происхождения, политику *функциональной интеграции*, или социального гражданства, – инкорпорацию мигрантов только в сферу занятости и систему социального обеспечения. Возможности политического участия в делах общества и получения нового гражданства последовательно ограничиваются» [4].

Решение проблемы сирийских беженцев в развитые страны ЕС требует адекватного разрешения, а также урегулирования конфликта в Сирии. По мнению некоторых западных экспертов: «Доминирующей моделью интерпретации миграционных процессов, в том числе международных, с недавних пор (особенно после 11 сентября 2001 г.) стала предложенная С. Хантингтоном концепция «столкновения цивилизаций» (Bade and Vommes 1996)» [5]. С одной стороны, страны ЕС подвержены исламофобии и боятся распространения пропаганды радикального ислама. Многие из стран ЕС вынуждены проводить по отношению к беженцам политику сегрегации, что противоречит основным принципам либеральной демократии, к которой они ранее призывали придерживаться другие страны мира. Налицо, проведение политики двойных стандартов: одного – по отношению к гражданам ЕС, другого – по отношению к сирийским беженцам. Обострение конфликта в Сирии, его затягивание может привести к обострению миграционного кризиса в ЕС, служит фактором дестабилизации международной ситуации, стать серьезным препятствием на пути развития международных интеграционных процессов.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Методология и методы изучения миграционных процессов. Междисциплинарное учебное пособие / Под ред. Ж. Зайончковской, И. Молодиковой, В. Мукомеля. – Центр миграционных исследований. – М., 2007. – 370 с. – [http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/MoscowpdfManual\\_on\\_Migration.pdf](http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/MoscowpdfManual_on_Migration.pdf).

[2] ЕС уговаривает страны Центральной Европы принять беженцев. 15 сентября 2015 г. – <http://www.zakon.kz/4741866-es-ugovarivaet-strany-centralnoj.html>

[3] Проблема сирийских беженцев расколола США. 20 ноября 2015 // деловая газета взгляд. – <http://vz.ru/world/2015/11/20/779102.html>

[4] Сунгуров А.Ю. Миграционная политика: сравнительный анализ зарубежного опыта и некоторые рекомендации для России. – <https://publications.hse.ru/chapters/71542551>

[5] Боммес М. Международная миграция и дерегуляция коллективных форм социальной идентичности в национальных государствах. – [http://cisr.ru/files/publ/Migr\\_Bommes.pdf](http://cisr.ru/files/publ/Migr_Bommes.pdf)

#### REFERENCES

[1] Methodology and methods for the study of migratory processes. Interdisciplinary study guide / Ed. Zh. Zayonchkovskoy, I. Molodikovoy, V. Mukomelya. Center for Migration Studies. Moscow, 2007. 370 p. [http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/MoscowpdfManual\\_on\\_Migration.pdf](http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/MoscowpdfManual_on_Migration.pdf)

[2] The EU tries to persuade the Central European countries to accept refugees. September 15, 2015. <Http://www.zakon.kz/4741866-es-ugovarivaet-strany-centralnoj.html>

[3] The problem of Syrian refugees has split the United States. 20 November 2015 // Business newspaper's view. <http://vz.ru/world/2015/11/20/779102.html>

[4] Sungurov A.Yu. Migration policy: a comparative analysis of international experience, and some recommendations for Russia. <https://www.hse.ru/pubsharedirectdocument/71542548.pdf>

[5] Bommes M. International migration and the deregulation of collective forms of social identity in nation-states. [http://www.cisr.ru/files/publ/Migr\\_Bommes.pdf](http://www.cisr.ru/files/publ/Migr_Bommes.pdf)

#### А. М. Нысанбаева

Қ. А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан

#### ЕО МЕМЛЕКЕТТЕРІНДЕГІ КӨШІ-ҚОН ДАҒДАРЫСТЫҢ КЕЙБІР АСПЕКТІЛЕРІНЕ ЭКСПЕРТТЕРДІҢ КӨЗҚАРАСТАРЫ БОЙЫНША

**Аннотация.** Мақалада ЕО мемлекеттеріндегі көші-қон дағдарыстың кейбір аспектілері көрсетілген. Мақаланы жазу барысында компаративистік талдау әдісі, статистикалық мәліметтердің талдауы әдісі, эксперттік көзқарастарды зерттеу, сауалнама әдістері қолданылды. Қазіргі таңда босқындар мәселелері адамзаттың жаһандық мәселелерінің біріне айналды. Осыған орай көші-қон дағдарысын шешу халықаралық ахуалды реттеу үшін және оның асқынуын алдын алу үшін маңызды рөл атқаруы мүмкін. Мақала көші-қон үрдістердің мәселелерін зерттеу үшін ғылыми қызметкерлер мен мемлекеттік органдарға арналған.

**Түйін сөздер:** халықаралық ұйымдар, ЕО мемлекеттері, көші-қон үрдісі, босқындар.

#### Сведение об авторе:

Нысанбаева А.М. – к. полит. н., старший преподаватель кафедры международных отношений Международного Казахско-Турецкого университета им. Х. А. Ясауи, [alya77@bk.ru](mailto:alya77@bk.ru)

**E. Z. Onlasynov, Zh. Sh. Kydyrova, A. A. Shadieva**

South Kazakhstan Humanitarian Institute named after M. Saparbaev, Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: ms.zhamilya@mail.ru

## **FEATURES OF FORMATION OF INFRASTRUCTURE OF SUPPORT OF BUSINESS IN SOUTH KAZAKHSTAN REGION**

**Abstract.** The world practice convincingly demonstrates that even in the countries with the developed market economy the small entrepreneurship has significant effect on development of the national economy, the solution of social problems, increase in number of busy workers. On number working, on amount of the made and implementable goods, the performed works and the rendered services small business entities in the certain countries occupy the leading role.

State policy in the Republic of Kazakhstan concerning a private entrepreneurship is aimed at forming of middle class, by development of the small entrepreneurship oriented to creation of new high technology productions with the greatest value added.

The researched subject is urgent as in the conditions of post-industrial economy approaches to development of mechanisms of forming and development of infrastructure of support of an entrepreneurship are reviewed. The delivered problem has scientific novelty in connection with a demand of application of modern scientific approaches in development of an entrepreneurship.

The practical importance of a research consists in development and refining of separate provisions of creation and further projects implementation in support of a local entrepreneurship. Separate sections and provisions are brought to the stage providing a possibility of their use in case of development of programs of the territory for the state Southern region bodies.

**Key words:** entrepreneurship, infrastructure, industry, business, support, initiative.

УДК 346.26

**Е. З. Онласынов, Ж. Ш. Кыдырова, А. А. Шадиева**

Южно-Казахстанский гуманитарный институт им. М. Сапарбаева, Шымкент, Казахстан

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПОДДЕРЖКИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Аннотация.** Мировая практика убедительно свидетельствует о том, что даже в странах с развитой рыночной экономикой малое предпринимательство оказывает существенное влияние на развитие народного хозяйства, решение социальных проблем, увеличение численности занятых работников. По численности работающих, по объему производимых и реализуемых товаров, выполняемых работ и оказываемых услуг субъекты малого предпринимательства в отдельных странах занимают ведущую роль.

Государственная политика в Республике Казахстан в отношении частного предпринимательства нацелена на формирование среднего класса, путем развития малого предпринимательства, ориентированного на создание новых высокотехнологичных производств с наибольшей добавленной стоимостью.

Исследуемая тема является актуальной, так как в условиях постиндустриальной экономики пересматриваются подходы к разработке механизмов формирования и развития инфраструктуры поддержки предпринимательства. Поставленная проблема имеет научную новизну в связи с востребованностью применения современных научных подходов в развитии предпринимательства.

Практическая значимость исследования заключается в развитии и уточнении отдельных положений создания и дальнейшей реализации проектов по поддержке местного предпринимательства. Отдельные разделы и положения доведены до стадии, обеспечивающей возможность их использования при разработке программ развития территории для государственных органов Южного региона.

**Ключевые слова:** предпринимательство, инфраструктура, индустрия, бизнес, поддержка, инициатива.

**Введение.** Инфраструктурой поддержки субъектов малого и среднего бизнеса (МСБ) является система коммерческих и некоммерческих организаций, которые создаются, осуществляют свою деятельность или привлекаются в качестве поставщиков (исполнителей, подрядчиков) в целях размещения заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных или других нужд при реализации программ развития субъектов МСБ, обеспечивающих условия для создания субъектов малого и среднего предпринимательства, и оказания поддержки [1, 2].

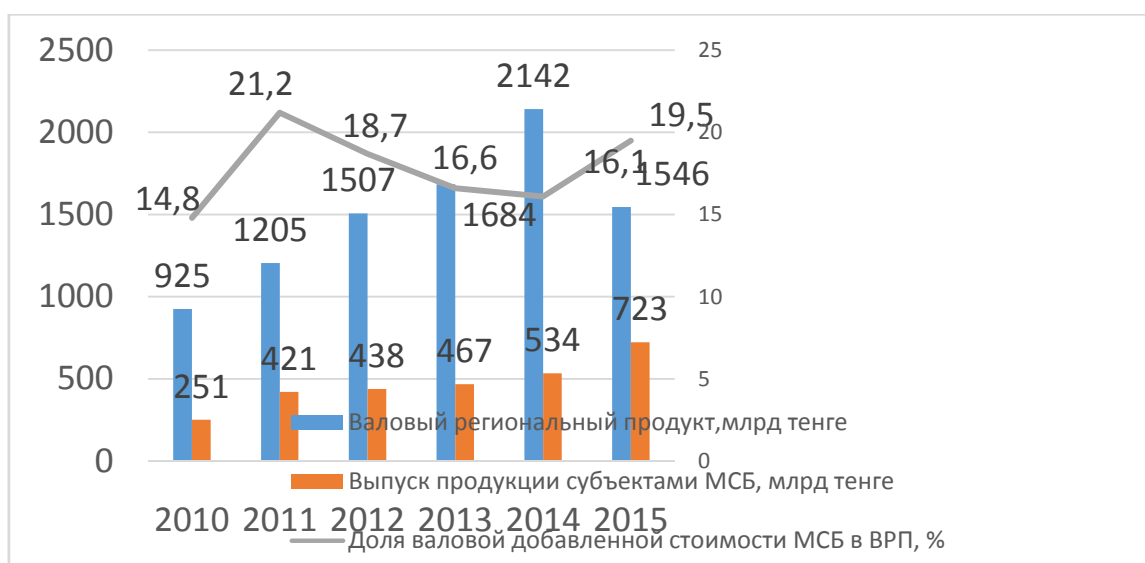
Инфраструктура поддержки субъектов МСБ включает в себя также центры и агентства по развитию предпринимательства, государственные и региональные фонды поддержки предпринимательства, Фонды содействия кредитованию (гарантийные фонды, фонды поручительства), акционерные инвестиционные фонды и закрытые паевые инвестиционные фонды, привлекающие инвестиции для субъектов МСБ, технопарки, научные парки, инновационно-технологические центры, бизнес-инкубаторы, палаты и центры ремёсел, центры поддержки субподряда, маркетинговые и учебно-деловые центры, агентства по поддержке экспорта товаров, лизинговые компании, консультационные центры и иные организации [3, 15-20].

Инфраструктура поддержки призвана стимулировать рост и самоорганизацию малого бизнеса и направлять его активность в наиболее значимые для региональной экономики сферы [4, 5].

При помощи инфраструктуры поддержки могут осуществляться различные виды деятельности. Например, обучение населения основам предпринимательства, быстрая регистрация предприятий и оказание им юридических и консалтинговых услуг, проведение маркетинговых исследований и организация выставок-ярмарок с демонстрацией продукции малых предприятий, оказание лизинговых услуг, содействие в техническом переоснащении и рекламе продукции, обеспечение безопасности, предпринимателей привлечение инвестиций и т.д. [14-16].

**Методы исследования.** Для решения поставленной задачи были использованы методы логического и сравнительного анализа, методы теоретического и исследовательского подхода, а также методы анализа данных.

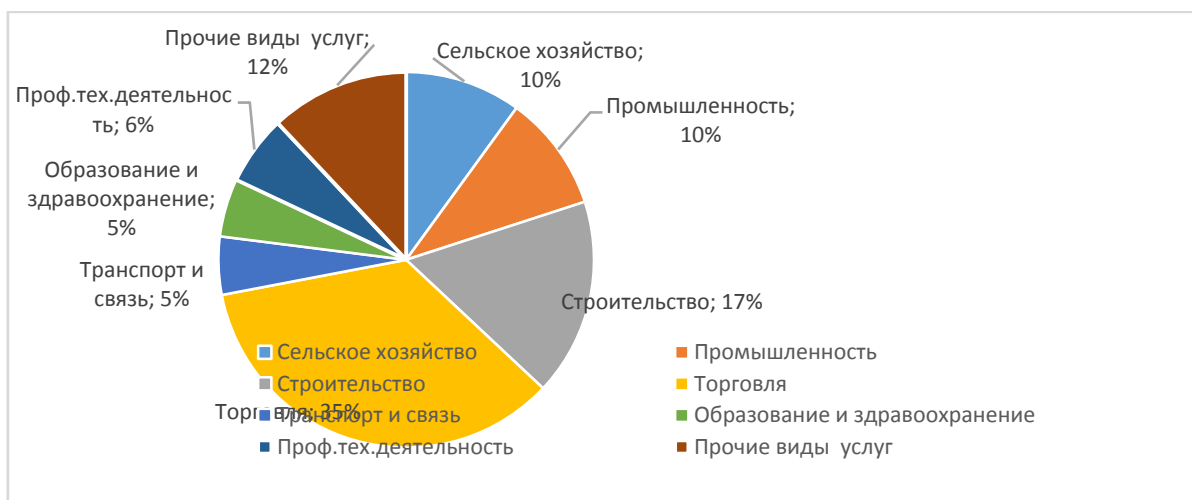
**Результаты исследования.** По итогам 2015 года валовый региональный продукт (ВРП) Южно-Казахстанской области (ЮКО) составил 2362,4 млрд.тенге или 6,1% валового внутреннего продукта (ВВП) Казахстана [6-8]. Динамика выпуска продукции субъектами предпринимательства ЮКО за последние 5 лет представлена ниже (рисунок 1).



*Примечание.* Составлено с использованием источника [6].

Рисунок 1 – Динамика выпуска продукции субъектами предпринимательства ЮКО

Количество действующих субъектов МСБ за 2015 год – 184 889 единицы или 92,4% к 2014 г. Снижение данного показателя произошло в основном за счет за счет актуализации базы данных индивидуальных предпринимателей и за счет уменьшения количества крестьянских (фермерских) хозяйств, связанных в основном с их укрупнением. В январе 2016 г. количество действующих субъектов увеличилось и составило 199 910 единиц, что на 3,3% больше чем в январе 2015 г. [6-8] (рисунок 2).

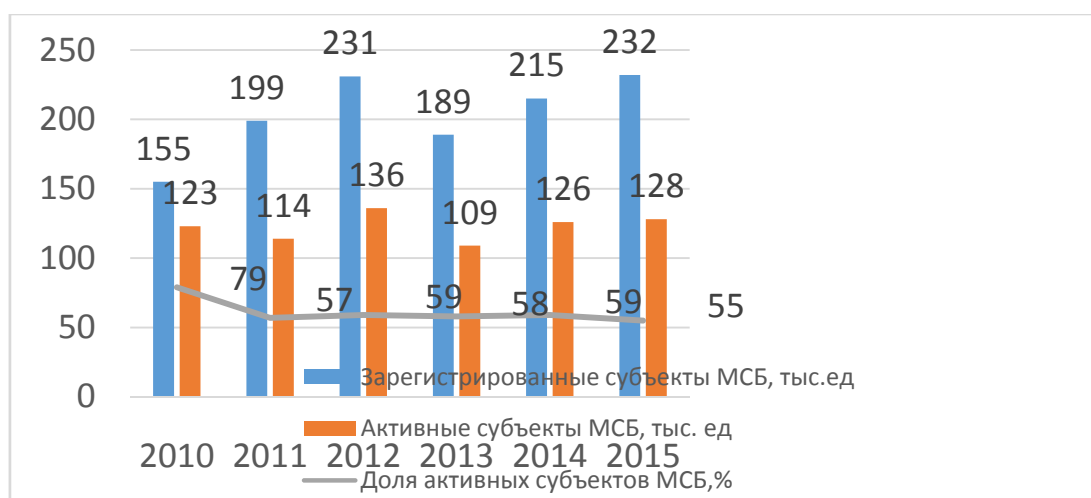


Примечание. Составлено с использованием источника [6].

Рисунок 2 – Структура зарегистрированных субъектов предпринимательства ЮКО по видам экономической деятельности

За январь-сентябрь 2015 г. субъектами МСБ выпущено продукции на 563,8 млрд тенге или 105,7 % к аналогичному периоду 2014 г. Численность занятых в данном секторе за 9 месяцев 2015 года составила 334,3 тыс. человек или 102,3% к январю-сентябрю 2014 года. Количество действующих субъектов малого и среднего предпринимательства на 1000 жителей по итогам 2015 г. составляет 65,2 единицы, при прогнозном задании 47,5 единиц по итогам 2015 г. В январе 2016 г. этот показатель составил 70,4 единицы [6] (рисунок 3).

В процессе своей работы предприниматели сталкиваются с множеством проблем и малым предприятиям особенно трудно пережить процесс становления, который для производственных предприятий занимает от 3 до 5 лет [7, 16-17].



Примечание. Составлено с использованием источника [6].

Рисунок 3 – Активность субъектов предпринимательства ЮКО



В настоящее время в области реализуется «Дорожная карта развития малых предприятий и увеличению доли МСБ в ВРП на 2015–2016 годы», что позволит выполнить прогнозные показатели и активизировать развитие предпринимательства в области.

Сегодня в Южно-Казахстанской области действуют более 20 общественных объединений и отраслевых ассоциаций предпринимателей. В области поддержки предпринимательства существует большое количество различных институтов, сформированы базовые принципы, формы и механизмы поддержки.

**Обсуждение результатов.** В настоящее время в Южно-Казахстанской области активно действует бизнес-инкубатор «СодБи», основная деятельность которого направлена на поддержку и предоставление услуг начинающим и развивающимся производственным и сервисным предприятиям, предприимчивым людям, идеям, приводящих к их становлению и развитию.

Среди основных финансовых институтов области можно назвать микрокредитные организации, общественные фонды (Шымкентский филиал «Казахстанский Фонд Кредитования», общественный Фонд «Фонд содействия Фермерам и предпринимателям ЮКО», Региональный филиал АО «Фонд развития малого предпринимательства»), лизинговые компании.

Специальная экономическая зона (СЭЗ) «Онтустик» в следующем году отметит десятилетие работы. Шымкентская СЭЗ отличается от других подобных зон в РК своей узкой специализацией – она предназначена исключительно для проектов легкой промышленности. Именно им предоставляются традиционные для СЭЗ льготы – обнуление налога на имущество, земельного, корпоративного подоходного налога до 2030 года и освобождение от ввозной таможенной пошлины на сырье и оборудование.

Если СЭЗ – это проект республиканского масштаба, то инициатива открытия индустриальной зоны (ИЗ) «Онтустик» исходила от акимата региона. Руководство республики как раз запустило ГПФИИР, а вместе с этой программой предложило ряд инструментов поддержки предпринимателей.

Позитивный опыт шымкентской индустриальной зоны (на каждый бюджетный тенге, вложенный в инфраструктуру ИЗ, удалось привлечь три тенге от частного, а если план по проектам будет полностью реализован, то соотношение бюджетных и частных инвестиций станет 1/11) теперь тиражируется по всей области [8].

Одним из финансовых институтов развития является региональный инвестиционный центр (РИЦ) «Максимум». РИЦ – это смесь форматов (с поправкой на масштабы) Банка развития Казахстана, фонда «Даму», «КазАгроФинанса» и «БРК-Лизинга», существующая параллельно и в одной среде с филиалами этих институтов в ЮКО. Всего за пять лет институт профинансировал 9,6 тыс. проектов МСБ на почти 25 млрд тенге (140 млн долларов), создав 31,5 тыс. рабочих мест. На август этого года кредитный портфель РИЦ весил 6,9 млрд тенге.

Еще один региональный институт развития – «Шымкент Инновация» – был создан в мае 2012 года при социально-предпринимательской корпорации (СПК) «Шымкент». Помимо контактов с частным иностранным бизнесом «Шымкент Инновация», от лица акимата работает с международными институтами развития, Европейским банком реконструкции и развития (ЕБРР) и Исламским банком развития (ИБР), которые предоставляют финансирование под общественно-полезные инфраструктурные проекты.

В области действует Общественный фонд «Фонд содействия фермерам и предпринимателям», созданный за счет средств Международных организаций ТАСИС и Международного Корпуса Милосердия в рамках соглашений между Правительством Республики Казахстан и Правительством США, а также рамочного соглашения между Правительствами ФРГ и Республики Казахстан.

**Выводы.** В целом можно сказать, что для Южно-Казахстанской области характерны те же проблемы, что и для Казахстана в целом, а именно [9,10]:

- 1) отсутствие у предприятий достаточного объема оборотных средств;
- 2) ограниченный спектр финансовой поддержки предпринимателей;
- 3) неполная информированность хозяйствующих субъектов, и как следствие недоступность консультаций специалистов;
- 4) недостаточный уровень знаний руководителей и специалистов малых предприятий в вопросах рыночной экономики;

- 5) недостаточная правовая грамотность бизнесменов;
- 6) низкий уровень подготовки предпринимателей – незнание бизнес-планирования, управления, маркетинга, бухгалтерского учета и других дисциплин, непосредственно связанных с ведением бизнеса.
- 7) низкая продуктивность и профессиональность субъектов предпринимательства в сельских районах.

**Источник финансирования исследований.** Данное исследование осуществлено в рамках выполнения тематической НИР кафедры «Экономика» Южно-Казахстанского гуманитарного института им.М.Сапарбаева «Теоретические и прикладные аспекты реформирования системы местных органов управления и финансовых институтов в условиях инновационного развития экономики Южного Казахстана».

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Стратегия развития предпринимательства в реальном секторе экономики. Монография / Под ред. Г. Б. Клейнера: Агафонов В.А., Брагинский О.Б., Вороновская О.А., Данилина Я.В., Егорова Н.Е., Качалов Р.М., Клейнер Г.Б., Маренный М.А., Нагрудная Н.Б., Смупов А.М., Хачатрян С.Р. и др. – М.: Наука, 2002.
- [2] Antoncic B., Hisrich, R.D. Clarifying the intrapreneurship concept // Journal of Small Business and Enterprise Development. – 2003. – № 10 (1). – P. 7.
- [3] Eesley D.T., Longenecker C.O. Gateways to intrapreneurship // Industrial Management. – 2006. – № 48(1). – P. 18-23.
- [4] Heinonen J., Korvela K. How about measuring intrapreneurship? Paper presented at the 33rd Entrepreneurship, Innovation and Small Business Conference. – Milan, Italy, 2003.
- [5] Гамарник Г.И. Управление экономикой Казахстана: методология, подходы, пути реализации. – Алматы: Экономика, 2010. – С. 120.
- [6] Стратегия развития АО «Фонд развития предпринимательства «Даму» на 2014–2023 гг. – Алматы, 2014.
- [7] Отчет о состоянии развития малого и среднего предпринимательства в Казахстане и его регионах. АО «Фонд развития предпринимательства «Даму». – Алматы, 2015.
- [8] Официальный интернет-ресурс Акимата Южно-Казахстанской области. – www.ontustic.gov.kz
- [9] Дауранов И. Малый бизнес Казахстана: тенденции и проблемы развития / Результаты мониторингового исследования, 2011. – Алматы: РГП «Институт экономических исследований», 2012. – 168 с.
- [10] Тлепаев А. Малая основа среднего класса // Деловая неделя. – 2013, март. – С. 17.
- [11] Baily J.E. Intrapreneurship – Source of high growth startups or passing fad – Conference on Entrepreneurship, 1984. – P. 358-367.
- [12] Robinson M. The ten commandments of intrapreneurs. New Zealand Management. –2001. – N 48(11). – P. 95-97.
- [13] Strauss A., Corbin J. Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory / 2nd edition. – Thousand Oaks: Sage Publications, 2003.
- [14] Исаев Д.В. Мониторинг и планирование развития систем информационной поддержки корпоративного управления и стратегического менеджмента // Бизнес-информатика. – 2012. – № 2. – С. 63-69.
- [15] Томилов В.В., Крупанин А.А., Хакунов Т.Д. Маркетинг и интрапренерство в системе предпринимательства: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 1998. – 130 с.
- [16] Организация предпринимательской деятельности: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. В. Горфинкеля, акад. Г. Б. Поляка, проф. В. А. Швандара. – М.: ЮНИТИ, 2004. – 525 с.
- [17] Контуры инновационного развития мировой экономики: Прогноз на 2000–2015 гг. / Под ред. А. А. Дынкина. – М.: Наука, 2000.
- [18] Сербиновский Б.Ю., Дулин А.Н., Аниконов Н.Б. Организация интрапренерства на промышленных предприятиях. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦВШ, 2003. – 214 с.
- [19] Анисимов Ю.П. Управление устойчивым развитием предприятия на основе инноваций и интрапренерства / Ю.П. Анисимов, Ю.В. Журавлев, Г.Д. Черткова, А.В. Соломка. – Воронеж: Воронеж, гос. техн. акад., 2006. – 403 с.
- [20] Багиев Г.Л., Асаул А.Н. Организация предпринимательской деятельности. Учебное пособие / Под общей ред. проф. Г. Л. Багиева. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2001. – 231 с.

#### REFERENCES

- [1] Strategiya razvitiya predprinimatelstva v realnom sektore ekonomiki. Monografiya / Pod red. G. B. Kleynera: Agafonov V.A., Braginskiy O.B., Voronovskaya O.A., Danilina Ya.V., Egorova N.E., Kachalov R.M., Kleyner G.B., Marennyiy M.A., Nagrudnaya N.B., Smulov A.M., Hachatryan S.R. i dr. M.: Nauka, 2002 (in Russ.).
- [2] Antoncic B., Hisrich, R.D. Clarifying the intrapreneurship concept // Journal of Small Business and Enterprise Development. 2003. N 10(1). P. 7 (in Eng.).
- [3] Eesley D.T., Longenecker C.O. Gateways to intrapreneurship // Industrial Management. 2006. N 48(1). P. 18-23 (in Eng.).
- [4] Heinonen J., Korvela K. How about measuring intrapreneurship? Paper presented at the 33rd Entrepreneurship // Innovation and Small Business Conference. Milan, Italy, 2003. (in Eng.).
- [5] Gamarnik G.I. Upravlenie ekonomikoy Kazahstana: metodologiya, podhodyi, puti realizatsii. Almaty: Ekonomika, 2010. P. 120 (in Russ.).

- [6] Strategiya razvitiya AO «Fond razvitiya predprinimatelsta «Damu» na 2014–2023 gg. Almaty, **2014** (in Russ.).
- [7] Otchet o sostoyanii razvitiya malogo i srednego predprinimatelstva v Kazahstane i ego regionah. AO «Fond razvitiya predprinimatelsta «Damu». Almaty, **2015** (in Russ.).
- [8] Ofitsialnyy internet resurs Akimata Yuzhno-Kazahstanskoy oblasti. www.ontustic.gov.kz (in Russ.).
- [9] Dauranov I. Malyiy biznes Kazahstana: tendentsii i problemy razvitiya / Rezultaty monitoringovogo issledovaniya, **2011**. Almaty: RGP «Institut ekonomicheskikh issledovaniy», 2012. 168 p. (in Russ.).
- [10] Tleppeev A. Malaya osnova srednego klassa // Delovaya nedelya. **2013**, vart. P. 17 (in Russ.).
- [11] Baily J.E. Intrapreneurship – Source of high growth startups or passing fad – Conference on Entrepreneurship, **1984**. P. 358-367 (in Eng.).
- [12] Robinson M. The ten commandments of intrapreneurs // New Zealand Management. **2001**. N 48(11). P. 95-97 (in Eng.).
- [13] Strauss A., Corbin J. Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory / 2nd edition. Thousand Oaks: Sage Publications, **2003** (in Eng.).
- [14] Isaev D.V. Monitoring i planirovanie razvitiya sistem informatsionnoy podderzhki korporativnogo upravleniya i strategicheskogo menedzhmenta // Biznes-informatika. **2012**. N 2. P. 63-69 (in Russ.).
- [15] Tomilov V.V., Krupanin A.A., Hakunov T.D. Marketing i intrapreneurstvo v sisteme predprinimatelstva: Ucheb. posobie. V.V. Tomilov, A.A. Krupanin, T.D. Hakunov. SPb.: Izd-vo SPbGUEF, **1998**. 130 p. (in Russ.).
- [16] Organizatsiya predprinimatelskoy deyatelnosti: Ucheb. posobie dlya vuzov / Pod red. prof. V. Gorfinkelya, akad. G. B. Polyaka, prof. V. A. Shvandar. M.: YuNITI, **2004**. 525 p. (in Russ.).
- [17] Kontury innovatsionnogo razvitiya mirovoy ekonomiki: Prognoz na 2000–2015 gg. / Pod red. A. A. Dyinkina. M.: Nauka, **2000** (in Russ.).
- [18] Serbinovskiy B.Yu., Dulin A.N., Anikonov N.B. Organizatsiya intrapreneurstva na promyshlennykh predpriyatiyakh. Rostov-na-Donu: Izd-vo SKNTsVSh, **2003**. 214 p. (in Russ.).
- [19] Anisimov Yu.P. Upravlenie ustoychivym razvitiem predpriyatiya na osnove innovatsiy i intrapreneurstva / Yu.P. Anisimov, Yu.V. Zhuravlev, G.D. Chertkova, A.V. Solomka. – Voronezh: Voronezh, gos. tehn. akad., **2006**. 403 p. (in Russ.).
- [20] Bagiev G.L., Asaul A.N. Organizatsiya predprinimatelskoy deyatelnosti: Uchebnoe posobie / Pod obschey red. prof. G. L. Bagieva. SPb.: Izd-vo SPbGUEF, **2001**. 231 p. (in Russ.).

### Е. З. Онласынов, Ж. Ш. Кыдырова, А. А. Шадиева

М. Сапарбаев атындағы Оңтүстік Қазақстан гуманитарлық институты, Шымкент, Қазақстан

#### ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНДА КӘСІПКЕРЛІКТІ ҚОЛДАУДЫҢ ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

**Аннотация.** Әлем тәжірибесі көрсеткендей, нарық экономикасы жоғары дамыған елдерінде шағын кәсіпкерлік халық шаруашылығының дамуына, әлеуметтік мәселелерді шешуге және жұмыспен қамтылғандардың санын арттыруға айтарлықтай әсерін тигізеді. Жұмыспен қамтылғандардың саны, өндірілетін және өткізілетін тауарлар көлемі, орындалатын жұмыстар және көрсетілетін қызметтер бойынша шағын кәсіпкерлік субъектілері кейбір елдерде жетекші орынды алады.

Қазақстан Республикасындағы жеке кәсіпкерлік жөніндегі мемлекеттік саясат жоғары қосымша құны бар технологиясы ерекше өндірістерді құруға бағытталған шағын кәсіпкерлікті дамыту жолымен орта класты қалыптастыру мақсатын қояды.

Зерттелетін тақырып өзекті болып табылады, өйткені постиндустриалды экономика жағдайында кәсіпкерлікті қолдаудың инфрақұрылымын қалыптастыру және дамыту механизмін құрудың жолдары қайта қарастырылады. Қойылған мәселенің ғылыми жаңашылдығы бар екені кәсіпкерліктің дамуында заманауи ғылыми пікірлердің сұранысы жоғары болып тұрғанынан байқалады.

Зерттеудің тәжірибелік мағызы жергілікті кәсіпкерлікті қолдау бойынша жобаларды құру мен іске асырудағы кейбір мәселелерді талқылауда болып тұр. Зерттеудің кейбір бөлімдері Оңтүстік аймақта жергілікті территорияны дамыту бағдарламаларына енгізілетін жағдайға жеткізілген және пайдалануға жарамды болып табылады.

**Түйін сөздер:** кәсіпкерлік, инфрақұрылым, индустрия, бизнес, қолдау, бастама.

#### Сведения об авторах:

Онласынов Ерлан Зулматович – кандидат сельскохозяйственных наук, ректор ЮКГИ им. М. Сапарбаева  
Кыдырова Жамиля Шафхатовна – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика» ЮКГИ им. М. Сапарбаева

Шадиева Айгуль Амирхановна – кандидат экономических наук, зав. кафедрой «Экономика» ЮКГИ им. М. Сапарбаева

**K. K. Bazarbayev**

H. A. Yassawi Kazakh-Turkish International University, Turkestan, Kazakhstan.  
E-mail.ru: kanat-08@mail.ru

## **POLITICAL TRENDS OF TURKESTAN MUKHTARIAT AT THE PEOPLE'S LIBERATION MOVEMENT**

**Abstract.** This article deals with the Turkestan movement created as the regional phenomenon which under external influence and substantial feature is characterized as national, put-forward political ideas of their implementation way and achievement of the Turkestan Mukhtariat defining substantial feature of the movement. Also, the national and political organizations and the movements, general views which are urgently created in the region about the status of Turkestan in new Russian society and questions of formation of autonomous structure in turn are considered.

**Keywords:** Turkestan region, Tashkent, February revolution, organization by Shura Islamiya, Provisional government, national liberation movement.

ӘОЖ 948.3

**Қ. Қ. Базарбаев**

Қ. А. Яссауи атындағы Халықаралыққазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан

## **ҰЛТ-АЗАТТЫҚ ҚОЗҒАЛЫСТАҒЫ СЯСИ АҒЫМДАР ЖӘНЕ ТҮРКІСТАН МҰХТАРИЯТЫ**

**Аннотация.** Мақалада Түркістан қозғалысы аймақтық құбылыс болып қалыптасып, сыртқы ықпал-әсермен және мазмұндық ерекшеліктерімен халықаралық сипатқа ие болып, көтерген саяси идеялары және оның іске асыру жолдарымен қол жеткен Түркістан мұхтарияты түріндегі жетістіктері қозғалыстың мазмұндық даралығын айқындайды. Сонымен бірге, өз кезегінде шұғыл құрыла бастаған өлкедегі ұлттық саяси ұйымдар мен қозғалыстар жаңарған Ресей қоғамындағы Түркістанның мәртебесі қандай болуы керектігі жөнінде ортақ тұжырымдар мен өлкеде автономиялық құрылым құрумәселесі баяндалады.

**Түйін сөздер:** Түркістан өлкесі, Ташкент, Ақпан төңкерісі, Шурои Исламия ұйымы, Уақытша үкімет, ұлт-азаттық қозғалыс.

Ақпан төңкерісінен соңғы кезде Ташкенттегі саяси оқиғалар жедел қарқынмен дами бастады. Билік басына келген Уақытша Үкіметтің патша өкіметінің бағытынан бас тартып, саяси іс-қимылға жасаған кеңшілігі өлкенің жергілікті халықтары арасындағы саяси қозғалыстардың өрбуіне қолайлы ықпал жасады. Өлкеде бірінен соң бірі құралып жатқан еуропалық үлгідегі саяси құрылымдар мен ұйымдардың саны 1917 ж. наурыз айының соңында 75-ке жетті. Оларды жасақтаудағы таптық қағида ұйым басшылығының ұлттық құрамынан көрініс берді [1, б. 70]. Бұндай ұйымдармен қатар жергілікті халықтар арасында да ұлттық күштердің бастамасымен жаңа үлгідегі билік құрылымдары қалыптаса бастады. Ол алғаш рет 6, 9 және 13 наурызда жәдитшілердің бастамасымен Ташкенттің «ескі қала» бөлігінде болған жиналыстарда көтерілді [2]. Ақпан төңкерісінің өлке халықтарының еркін дамуына жол ашқан мүмкіндіктерін пайдалану үшін жәдитшілердің бастамасымен Ташкент қаласы қоғамдық ұйымдарының атқару комитеті құрылды. Бұл органның алғашқы мәжілісі 14 наурызда өтіп, оның басшылық құрамына өзбек, қазақ, татар ұлтының өкілдері енген

61 мүшеден құралды. Жаңа ұйым «Шуро Исламия» («Ислам Кеңесі» немесе «Мұсылмандар кеңесі») деген атаумен саясат сахнасына шықты.

Алғашқы отырыстардың бірінде қабылданған Уақытша ережеде «Шуро Исламияның» басты мақсаты реформалық идеяларды тарату және Түркістанның мұсылман халқының бірлігін нығайту екендігі жарияланды [3, с.22].

Жәдитшілердің бастамасымен құрылған ұлттық саяси ұйымдар бұнымен шектеліп қалған жоқ. Осы жылы сәуір-шілде айларында Самарқанда - «Клуб Исламия», Қоқанда – «Мирважул ислом», Андижанда - «Озод Халк», Каттақорғанда – «Равнақұл ислом», Ходжентте - «Муайин ат-толибин» және т.б. ұйымдар құрылды [3, с.24]. Жергілікті халықтың бұндай саяси әрекеті жастүріктердің бағдарламаларындағыдай өлкедегі ескі билік құрылымдарын алмастыруды көздеген мақсаттан туындады. Еуропалық үлгідегі саяси ұйымдармен бірге ұлттық қозғалыстар мен саяси ұйымдар да патша өкіметінің отарлық басқару аппаратын жоюға белсене араласты. Нәтижесінде 1917 ж. сәуірінде өлкедегі генерал-губернаторлық билік институты жойылды. Соған сай өлкедегі бұрынғы отарлық билік құрылымдарының басқару аппараты жаңалана бастады. Уақытша Үкіметтің Түркістан комитетінің алғашқы құрамына жергілікті халықтардан қазақ М.Тынышпаев, башқұрт Садри Максуди, Давлетшиндердің енуі мұсылмандық қозғалыстың жеңісі болды.

«Шуро Исламия» ұйымының құрылуы Түркістанның саяси өміріндегі билік құрылымдарын қалыптастырудағы күштердің арасалмағын өзгертті. Түркістанда да Ресейдің орталығындағы сияқты қосөкіметтік басқару орнату бағыты «Шуро Исламия» түрінде жергілікті халықтардың билік институтының қалыптасуымен өзгеріске түсті. Осылайша, өлкеде мынадай үш өкіметтік биліктің қалыптасқаны белгілі болды:

- Уақытша Үкіметтің мемлекеттік мекемелерінің қызметіне бақылау орнатуды көздеген еуропалық жұмысшы және солдат депутаттарының Түркістандық кеңестері. Олар: көпшілікке ықпал ететін нақты күшке ие революциялық демократияның еркін білдірді:

- Екінші топ Кеңестерге қарағанда тұрғындардың әлеуметтік және ұлттық құрамынан кең өкілеттілік жасақтай алған қоғамдық ұйымдар (олардың құрамына түрлі партиялар - меньшевиктер, эсерлер және қоғамдық, соның ішінде ұлттық ұйымдар да делегаттар ұсынды.) Бұл топ Уақытша Үкіметтің билік құрылымдарына ұмтылған барлық демократиялық ұйымдардың басын біріктіруді көздеді.

- Үшінші топ, жергілікті мұсылман халықтарының еркі мен мүддесін көздеген «Шуро Исламия» түрінде көрінді. Бұл ұйым қалыптасып үлгермей жатып мұсылмандардың өкілетті органына айналды [4, с. 24-25].

Соңғы жылдары қалыптасқан ғылыми тұжырымдар кеңестік тарихнаманың «Шуро-и-ислам», «Шуро-и Уламо» ұйымдарының әлеуметтік негізі үстем тап өкілдері мен дінбасылардан құралған, «панисламизм» идеясын көтерген ұйымдар деген бағасының мүлде теріс екендігіне көз жеткізуде [5, б.47].

Ташкентте 1917 ж. 16-21 сәуір аралығында «Шуро-и-ислам» ұйымының ұйымдастыруымен өткен Бүкілтүркістан мұсылмандарының бірінші съезінің күн тәртібіне Уақытша үкіметке қатынас, Ресейдің болашақ мемлекеттік құрылысы, Құрылтай жиналысына сайлауға әзірлік сияқты зәру мәселелермен бірге жергілікті діни мекемелердің қызметі, медреселер мен вакуфтардың жайы сияқты діни мазмұндағы мәселелер де қойылды. Осы съезде Уақытша үкіметке қатынас мәселесі талқыланғанда С. Лапин «оған мұсылмандардың өзін-өзі билеу құқығын қамтамасыз ету тілегін теріске шығармайтын болса ғана қолдау көрсету керек» деген ұсыныс білдіреді. Бұл мәселенің Құрылтай жиналысында түпкілікті шешімін табатынын ескерген делегаттар Уақытша үкіметке қолдау көрсетті [6].

Патша өкіметінің дін істерін жергілікті әкімшіліктің билігіне беріп қоюын әділетсіздік деп бағалаған С. Лапиннің ұсынысымен Түркістанда дербес діни басқарма құрылсын деген шешім қабылданды. Бұл шешім Түркістанда мұсылмандық діни басқарма – мүфтиліктің құрылуы жөнінде 1914 ж. Мемлекеттік думадағы мұсылман фракциясының ұйымдастыруымен өткен Бүкілресейлік мұсылмандар съезінің шешімі аяқсыз қалмай, жүзеге асуы тиістігіне негізделді.

Отарлық билікке қарсы ұлт-азаттық күрестердің тарихында көтерісшілердің мақсат-мүддесіне, күрес тәсілдерін таңдаған тактикалық әрекеттеріне қарай саяси, әлеуметтік, этникалық белгілері бойынша жүктелуінің мысалдары жеткілікті. Бұл заңдылықтан Түркістан ұлт-азаттық қозғалыс да

айналып кете алмады. Өлкедегі ұлттық саяси элита өкілдері де осындай жіктелісті бастан кешірді және оның жеңісін де жеңілісін де дәмін татты. Осындай жіктеліс С.Лапиннің көзқарастарындағы діни бағдар оның саяси ұйым құруға қатысты әрекеттерінде нақты көрініс тапты. 1917 ж. 10 шілде күні Ташкент қаласындағы Беклер-Бегі мешітінде 25 мыңға жуық адамның қатысуымен өткен митингі кезінде С.Лапин өзінің «әрқашанда таза мұсылмандықты, шариғат қағидаларын жоғары тұтатындығын алға тартып, мұсылмандардың өзін-өзі билеудегі заңды құқығын қамтамасыз етуде бар күш жігерін аямайтындығын мәлімдеп», халықты да осы бағытта болып, бір ұйымға бірігуге шақырды. Митингіге қатысушылар бұл ұсынысты бірауыздан қолдап, жаңадан құрылған ұйымды «Шуро-и-улемо» (*Бұл атау ғылыми әдебиетте «Дін иелері кеңесі», «Ғұламалар қоғамы» деп қатар қолданылады* деп атауды ұйғарды [7].

С. Лапин жетекшілік еткен «Шуро-и-уламо» ұйымының әлеуметтік өзегін дінбасылар – молдалар, ишандар мен медреселердің ұстаздарының құрауы мүшелерінің басым бөлігі демократиялық ағымдағы зиялылардан тұрған «Шуро-и-ислам» ұйымына қарағанда оған біршама діни сипат берді. Әрине, бұл фактор ұйым қызметінің мазмұнынан да көрініс тапты. Осындай себептермен де «Шуро-и-уламо» ұйымы сол кездегі саяси лексикада қадимшылар (ескішілдер), ал «Шуро-и-ислам» ұйымы жәдидшілер (жаңашылдар) ұйымы деп атала бастады. «Шуро-и-уламо» ұйымының жергілікті бөлімшелерін ашуда діндарлар белсенділік танытты. Айталық, осы жылдың шілдесінде Қоқан қаласында ұйымның бөлімшесі ашылды. Ал Самарқанда ұйымның бөлімшесі ашылмағанымен жергілікті «Иттифақ» («Одақ») ұйымы «Шуро-и-уламоға» ізгі ниетте болды [8, б.72]. Сырдария облысында ұйымның бөлімшесі құрылмаса да облыста С.Лапиннің ұстанған бағытын қолдаушылар көп болды [9].

Шілде айының соңында өткен Ташкент қалалық думасы сайлауына түрлі партиялар мен қоғамдық ұйымдар атынан 16 тізім ұсынылса, солардың арасында «Шуро-и-уламо» жеңіске жетіп, думадағы 102 орыннан 62, социал-демократтар 5, эсерлер 24, «Шуро-и-исламия» 11 орын иеленді [10].

Бұл деректер «Шуро-и-улеманың» қалалық думадағы орынның тең жарымынан астамын иеленуінің сыры неде? -деген заңды сұрақ туғызады. Оның сыры біздің пікіріміз бойынша «Шуро-и-улема» атынан өлкедегі отарлық билік өкілдерінің де көптен ұсынылуы болды. Жергілікті шенеуніктердің тізімге көптеп енгізілуі сайлау барысында әкімшілік ресурстар арқылы ықпал жасау орын алды деген қорытынды жасауға негіз болады.

«Шуро-и-Улема» саяси ұйым ретінде Ташкент қаласында өз қызметін кең өрістетті. Ұйым өлкенің қоғамдық-саяси өміріне белсене араласа бастады. Осы жерде ұйымның сипатына қатысты атап өтерлік бір жайт, «Шуро-и-Улема» еуропалық үлгідегі саяси партия болмаса да саяси партияға тән ұйымдық, құрылымдық белгілері болды. Олай дейтініміз, С.Лапин жетекшілік еткен «Шуро-и-уламо» ұйымы саяси шешімдерге бастамашыл болып, өлкеде жұмысшы-солдат депутаттары кеңесінің бар билікті қолына алу үшін революциялық комитет құруына батыл қарсылық танытты. Сол үшін де Түркістан өлкесі мұсылмандарының съезін шақырды. 17-20 қыркүйекте Ташкентте өткен съезге 500 ден астам өкіл қатысып, өлкедегі саяси ахуал, Түркістанның болашақ саяси құрылысы, жер мен суды пайдалану жайы, азық-түлік, сот, оқу-ағарту ісі, мешіттерді басқару, вакуф, земство, мұсылмандық саяси партия құру, Құрылтай жиналысына сайлау мәселелерін қойды.

Съезде Түркістан федеративті республикасының саяси құрылымы мәселесінде С.Лапиннің ұсынысы бойынша қабылданған қаулыда «Түркістан федерациясындағы заң шығару билігі жалпыға бірдей, құпия дауыс беру арқылы 5 жылға сайланған түркістандық парламенттің қолында болады. Оған Түркістан өлкесінде тұратын барлық халықтардан теңдей өкілдер сайланады. Түркістан парламентінің заң шығару функциясы Ресей республикасының негізгі заңдарымен және шариғат талаптарына сай үйлестірілуі тиіс... Ташкент қаласында Түркістан Федерациясының «Маһками шариғат» деп аталатын сенаты болады. «Маһками шариғат» Түркістан Федерациясының жоғарғы сот мекемесі қызметін атқарумен қатар, заңдарды жариялау мен түсіндіру құқығына иеленіп, олардың шариғат талаптарына қайшы келмеуін қадағалайды, сондай-ақ барлық мемлекеттік мекемелер мен оның лауазым иелерінің және сот мекемелері мен оның қызметкерлерінің дұрыс қызмет етуін бақылайды. Сенат («Маһками шариғат») төрағасы «шейх-ул-ислам» (бас прокурор) деп аталып, Түркістан федерациясында заңдардың орындалуына жауап береді» [11]. «Шуро-и-уламо» ұйымы ұстанған Түркістан өлкесінің болашақ мемлекеттік құрылымының осы модулі жөнінде М. Шоқай «Ғұлама қоғамы» («Шуро-и-уламо») мәселеге басқашалау тұрғыдан келді [12, б. 273].

Түркістан ұлт-азаттық қозғалысында осы екі ұйым түрінде пайда болған саяси жолайрыққа С. Лапиннің өлке мұсылмандарының мүддесін қорғауда шарият қағидаларын басшылыққа алу талабы негіз болды. Әрине, белгілі бір саяси күштердің ортақ көзқарасын білдірген С. Лапиннің бұл талабын оның жеке басының мүддесі болса оның соңынан ешкім ермеген болар еді. Осы екі саяси ағымның теке-тіресі 1917 жылдың қарашасында Түркістан мұхтариятын жариялар кезде де анық байқалды. С.Лапин бастаған «Шуро-и-уламо» ұйымы мүшелері Түркістан автономиясын жариялауға ерте, оны орыс революциялық демократиясы өкілдерімен келісе отырып жариялау керек деген пікір білдірді. С.Лапин мұсылмандар съезіне мынандай шарттар қойды:

1. Өлкедегі билікті іс жүзінде қолына алған орыс демократиясының өкілдеріне қарсы дұшпандық іс-қимылдар жасалмасын.

2. Түркістан автономиялы республикасының Уақытша үкіметі өз қызметін барлық жағынан шарият қағидаларына үйлестіріп жүргізісін.

3. Автономияны жүзеге асыру бейбіт түрде жүрсін, қантөгіске жол берілмесін». Съезде С. Лапин Түркістан автономиясының жариялануын ертерек деп санағанымен оған қарсы емес екендігін, өз ұсыныстары қолдау тапса Түркістан автономиясы нағыз әділетті мұсылмандық мемлекеттік құрылым болып, халық сеніміне ие болады деп мәлімдеді. Бұл ұсыныстарға делегаттардың бір бөлігі қолдау танытып, Түркістан мұхтарияты халқының 98 пайызы мұсылмандар болатын аймақта жарияланып отырғандықтан автономия ислам дінінің қорғаушысы болуы керектігін алға тартты. Сонымен қатар Түркістан автономиясының аяғынан тік тұруы С.Лапин ұсынғандай бейбіт өмір жағдайында ғана нәтижелі болатындығын, сондықтан кеңестермен келіссөздер жүргізу арқылы Түркістан автономиясын қантөгіссіз құру керектігін делегаттар қолдады.

Осы жерде айта кетерлік бір жағай, өлкеде билікке қол жеткізген Түркістан мұхтариятына қатысты «Шуро-и-уламо» ұйымы мүшелері қатысқан Ташкент қалалық думасының мәжілісінде социал-революционерлер (эсерлер) мен социал-демократтар (большевиктер) арасында қызу пікірталас жүрді. Эсерлер Түркістан мұхтариятына ізгі ниетте екендіктерін, егер оған көмек керек болса қол ұштарын созуға әзір екендіктерін танытты. Ал большевиктер болса, Түркістан мұхтариятын мойындамайтындығын білдіреді [13].

Ал С.Лапин Өлкеде қалыптасқан қосөкіметтік жағдайдың қантөгісті қақтығысқа ұласып кетпеуіне қатты алаңдаушылық танытып, Түркістан мұхтариятының Уақытша үкіметінен қарқынды, нәтижелі жұмыс талап етті. Азық-түлікпен қамтамасыз етуді жолға қойып, тұрғындарды төніп келе жатқан ашаршылық апатынан құтқару жолында шұғыл іс-шараларды ұйымдастыру қажеттігін ұсынды. Тез арада Түркістан Құрылтай жиналысын шақырып, онда Түркістандағы қосөкіметтілікті, екі өкімет арасындағы текетіресті доғарып, бейбіт өмірге бастайтын билік органын құру жөнінде дабыл қаға бастады. Сонымен қатар ол Түркістан мұхтариятының үкіметіне билікті атқаруда шарият негіздерін басшылыққа алу керектігі жайында, сонда ғана Уақытша өкімет өзінің мұсылмандар мүддесін қорғайтындығын көрсетеді деген мәлімдеме де жолдады.

Түркістан мұхтариятының Уақытша үкіметі 1918 ж. қаңтарында Ташкенттегі кеңестер билігімен байланыс орнатуға талпынып, оған бірлескен съезд өткізу жөнінде ұсыныс та түсірді. Бірақ мұндай ұсынысты кеңестік билік ескерусіз қалдырды. Себебі, Ташкентте бұл кезде Қоқанда жүріп жатқан этносаяси процестерді дұшпандық әрекеттердің көрінісі деп бағалаған пікір қалыптасқан еді. 1917 ж. желтоқсанның бас кезінде Ташкенттегі кеңес өкіметіне Түркістандағы жағдай жайында Москва әскери округынан «Контрреволюциялық элементтер мұсылман буржуазиясы мен қараңғы түнектегі мұсылман бұқарасына арқа сүйеуге талпынуда. Буржуазиялық-чиновниктік элементтер мұсылман ұлтшылдарымен бірге өткізген Қоқандағы съезінде Түркістан автономиясын жариялап, казактардың «Оңтүстік-шығыс одағына» кіру жөнінде қаулы қабылдады. Ресейдің еуропалық бөлігіндегі жағдайға байланысты олардың ұлттық негіздегі басқа да ұйымдарға кіруі ықтимал» [14, с.42] деген мәлімдеме түскен еді.

Түркістан мұхтарияты Уақытша үкіметінің жергілікті халық мүддесін қорғаудағы әрекетіне қарамастан С. Лапин оны әрекетсіздігі үшін сынап, 1918 ж. қаңтарынан бастап «Шуро-и-уламо» Түркістан мұхтариятын қолдаудан бас тартады деген мәлімдеме таратты. Ол Уақытша үкімет мүшелерін атаққұмар деп айыптап, «Шуро-и-ислам» ұйымының саяси ұстанымдарымен келіспейтіндігін 5 қаңтар күні өзінің жетекшілігімен өткен Ташкенттегі Жұма мешітінде «Шуро-и-уламо» ұйымының жиналысында [15] білдірді және 10 қаңтарда Ташкентте мұсылмандар митингісінде

ұйымдастырып, Өлкедегі кеңестік билік пен Түркістан мұхтарияты арасындағы текетірес қантөгіске әкеліп соқтырады, одан халық зардап шегетіндігін мәлімдеп, қиындықтан шығудың жолы ретінде Ташкентте Түркістан мұхтарияты мен Өлкелік халық комиссарлары кеңесі бірігіп халықтық автономия құруы керек деген ұсыныс жасады.

С. Лапиннің өлкеде саяси билікті әлеуметтік және ұлтаралық қақтығыстарсыз орнату жайындағы осындай ұсыныстарын жинақтап, 1918 ж. 17 қаңтарда «Орыс социалистеріне «Улеманың» Ташкент ұйымы атынан» деп аталатын мәлімдеме жолдады. Т.Котюкова осы мәлімдеменің авторы С.Лапин болуы мүмкін деген болжам жасайды [16, б. 21-28]. Лапиннің түрлі саяси шараларда сөйлеген сөздері мен жасаған мәлімдемелерінің мәтінін салыстыра талдау арқылы аталған мәлімдеменің авторы С.Лапин деген қорытындыға келдік. Мәлімдемедегі көтерілген идеялардың сабақтастығы, ұсыныстардың бірізділігі және жазу стилінің бірегейлігі біздің осындай тұжырым жасауымызға негіз болды.

Өлкелік халық комиссарлары кеңесінде социал-революционерлер билеуші партия болғандықтан мәлімдеме орыс социалистеріне арналды. Аталған құжаттан С. Лапиннің өлкедегі билікке қатысты саяси көзқарастарыбарынша толық көрініс тапқан. Қайраткер мәлімдемесінде «Ислам мен социализмнің арасында өзара үйлесімділік барын» діни қағидаларды салыстыра талдай отырып негіздейді және «ислам, өмірлік жаратылымы туралы ғылым ретінде қалыптасып, сүреңсіз христиандық кертартпалықты алмастырды және өзінің негізіне адам табиғаты мен адами қатынастарды тануды алып, әлемді парасатты ғылыми жолға түсірді» дей отырып, «еуропалық империализм өз кезегінде еркін ислам әлемін өзіне бағындыру үшін аяусыз да белсенді күрес жүргізіп жатқанда, Еуропаның өзегінде қазіргі Ресейден көрініс тапқан социализм туралы ілім қалыптасып, мұсылмандық Шығыспен бетпе-бет келді» деген тұжырым жасайды. Өз мәлімдемесінде ислам мен социализмнің бірлесіп өмір сүруі үшін Кеңестер билігін Түркістан мұхтариятымен ымыраға келіп, «халықтық өкімет құруға» шақырды. С.Лапиннің исламдық социализм идеясы осы екі қоғамдық құрылымдардың ұқсастықтарын, ортақ ұстанымдарын іздестіруінен де көренеді. Ислам діні мен социалистік ілім еңбекші бұқараның мүддесін көздейтінін, екеуінің де империализмнің қас жауы ретінде адамды адамның қанауына, ұлтшылдыққа, яғни бір ұлттың екінші ұлтқа үстемдік етуіне қарсы тұратынын, социализм «Барлық жер еңбекшілердікі» десе, исламда «Жерді Алла жаратқан, оны кім өңдеп, тер төксе ол соныкі» дейтін қағидаларын алға тартады.

Оның «Ресейдегі саяси-әлеуметтік революцияның қысымы нәтижесінде Түркістан мұсылмандарының қасіретті жағдайға душар болуы мені социалистерге қалыптасқан ахуалдан шығудың, өзара түсініспеушіліктерді шешудің жолдарын көрсетуге итермелеп отыр» деген сөздері мәлімдеменің жазылу мақсатын танытады. Ол «Мұсылмандық Шығысқа еуропалық елдердің ішінде бұрынғы патшалық Ресей полициялық-миссионерлік әрекетімен орасан зардап әкелді» деп отарлық биліктің шынайы бейнесін әшкерелейді. С.Лапин Түркістанда бірінші дүниежүзілік соғыстан туындаған мәселелерді де назардан тыс қалдырмады. «Әлемдік соғыстан туындаған Ресейдің ішіндегі оқиғалар мұсылмандар санасына еуропалық арам пиғылдың сейілетіні жайлы сенім ұялатты. Еуропалық арам пиғыл революциялық демократияның «Анексиясыз, контрибуциясыз бейбітшілік және халықтардың өзін-өзі билеуі қамтамасыз етілсін» деген ұран бойынша күйреуі тиіс. Мұсылмандар сіздердің бұл ұрандарыңызды зор қуанышпен, өздерінің пайғамбарларының бұдан 1336 жыл бұрын «Әлемде құлдық, адамды адам қанау болмасын, жер бетінде Алла атымен әділдік орнасын» деп жазылған жасыл туын көтеріп қарсы алды» деген тұжырым жасай отырып, «Түркістан мұхтариятын жариялауда өлке мұсылмандары Ислам қағидалары негізінде өзін өзі басқаруға үміттенді. Осы уақытқа дейін орыс қоғамының буржуазиялық пиғылдағы тобының ойында Түркістан мұсылмандары автономиялы бола алады деген пікір болмады» деген саяси бағамен сабақтастырады. Осыған байланысты оның социализмдегі таптық ұстанымдарының мұсылмандық ұғымдағы баламалары туралы салыстырулары да қызықты болып келеді. «Естеріңізде болсын - мұсылмандар арасынан сіздер жұмысшыларды немесе кедейлерді табарсыздар. Шынында, олар сіздермен көп жағдайда келіскенімен шарифаттан ешқашан бас тартпайды, өйткені ол ең алдымен мұсылман және ислам ілімінің дұрыстығына сенеді. Бұдан шығатын қорытынды біреу: шындығында, Сіздердің үміттеріңізге негізделген идеяларыңыз ислам елдерінің әлдебірінде жылдам әрі жеңіл іске асуы мүмкін, тек бір ғана жағдайда, егер олар сіздердің мәзірлеріңіз бойынша емес, шарифаттың ұстанымдарына негізделген мұсылмандардың дегені бойынша атқарылса ғана» деген тұжырым жасайды.



Ендігі мәселе, өлкедегі саяси-әлеуметтік текетірегі болдырмау үшін не істеу керек? Лапин бұл мәселеге қатысты мынадай ұсыныс жасайды: «Қантөгіске жол бермеу үшін өлкеде таза мұсылмандық автономия құру қажет. Бұл автономия үкіметімен қатар өлкеде Ресей республикасының органы – Халық комиссарлар кеңесі болсын, оған өлкедегі мұсылман емес тұрғындарды басқару жүктелсін. Мұсылмандық автономияның басқармасы Исламдық социализм принциптері негізінде құрылып, өлкедегі сауда мен өнеркәсіпті бақыласын, еңбекші бұқараны өсімқорлардан, мүлікті таптан қорғасын» дей келіп, «Бірақ бұл жағдай барлық Ресей республикасы социалистік болғанда ғана мүмкін» болатындығын атап көрсетеді.

Сол сияқты ол болашақ «Мұсылман автономиясын басқару қатаң исламдық социализм негізінде құрылуы керек, яғни өлкеде капиталдың өсуіне жол бермеу, сауда мен өнеркәсіпке бақылау орнату, жұмысшы тапты өсімқорлық қанаудан қорғау үшін күштеу арқылы ауқатты топтардан «зекет» пен «ұшыр» алып, ол табысты шарифат талаптарына сай жұмысшылар мен кедейлердің мұқтаждарына жарату» керектігін алға тартады. Демек, осыған байланысты С.Лапиннің шарифаттың экономикалық құндылықтарын нарықтық қатынастардағы «қосымша құн» теориясы мен кеңестік жоспарлы экономиканың негіздеріне балама ретінде ұсынғандығын көрміз. Сол сияқты Түркістан автономиясының федерациясының әлеуметтік-экономикалық құрылымында шарифаттың ұстанымдарына сай жұмысшылардың тұрмысын жақсартуға және жұмысшы еңбегін реттеуге қатысты арнайы заң қабылдануы керек екендігін де алға тартты.

Осы құжатта С. Лапин Түркістан ұлт-азаттық қозғалысының беделді саяси ұйымының атынан өлкедегі саяси билікті қайта құрудың модулін ұсынып, оны ұйымдастырудың негізгі қағидаларын 14 тармаққа жіктеп көрсетеді. Атап айтқанда, Түркістандағы басқару формасын айқындау мақсатында Ташкент қаласында Құрылтай жиналысын шақыру ұсынылады (1 тармақ).

Осы Түркістан құрылтай жиналысы өлкедегі саяси басқару формасын айқындағанға дейін Сырдария, Ферғана, Самарқанд және Закаспий облыстары Ресей Федерациясының бір бөлігі ретінде қалып, бұл облыстарды қоныстанған мұсылмандардың ішкі өмірі шарифаттың әлеуметтік принциптері мен ережелерін басшылыққа алатын, Ресей республикасының Түркістан мұсылман федерациясы басқарсын (3 тармақ). Осылайша С.Лапин өлкенің болашық саяси құрылымын біртұтас ұлттық бірлік емес, көпұлтты Түркістан мұсылман федерациясы түрінде қарастырады және ол федерацияның Уақытша халықтық үкіметі құрылып, ол мемлекеттік меншікке, бюджетке иелік жасайтын болады (10, 11, 12 тармақтар).

Ол Түркістан мұсылман федерациясының Уақытша үкіметі Ресей республикасының федерацияларымен бірге көрші елдермен де сауда-экономикалық келісімдер мен шарттар жасауға, сол сияқты бірінші дүниежүзілік соғыста соғысушы мемлекеттер арасында бітім жасауға байланысты өткізілетін халықаралық конференцияларға өз делегаттарын жіберуге құқылы екендігін де атап көрсетті (13, 14 тармақтар).

Осы мәлімдемеді ұсынылған қағидалардың кейбірі сол кезеңдегі қалыптасқан саяси ахуалда түркістандықтардың ұлттық мүддесіне сай келе бермегендігі айқын еді. Мысалы, осы мәлімдеменің 9-бабында «Патша өкіметінің жергілікті халықтан саяси әрекеттері үшін күшпен тәркілеп алған жерлерден басқалары, орыс қалалары мен қоныстары орналасқан жерлер және орыс шаруаларының жер үлестері орыс азаматтарының игілігі болып табылып, Ресей республикасы үкіметінің қарауына өтеді» деген қағиданы ымырашылдықты - қазіргі саяси терминологиямен айтсақ толеранттықты басшылыққа алғандық деп қабылдауға болады. Лапиннің бұл әрекеті ұлттық мүддеден бір адым кейінге шегіну болғанымен, стратегиялық жағынан қоғамды жаңғыртуды әлеуметтік сілкіністерсіз іске асыру тұрғысында бір адым алға жылжығандық болды.

Түркістанда ұлттық-демократиялық күштердің басты жеңісіне айналған Түркістан мұхтариятының жариялануы «Шурои Улема» тарапынан қолдау таппады. Отаршыларға қарсы күресте бірге болып, жеңіске қол жеткенде жікке бөлінген әрекетке наразы болған Бехбуди «Біздің қарама-қайшылықтар үшін біріккеніміз мың сан өкінішті-ақ, бұл алауыздығымыз біздің сорымызға көрінді. Егер бүкіл Түркістан біріксе жер сілкіндіретіндей 15 миллиондық күшке айналар еді» [17] деп осы алауыздыққа пікірін білдірген. Бұл пікірі арқылы да ол Түркістандық бірліктің өлке халқы үшін ауадай қажет екендігіне деген нық сенімін танытты.

Демек, Түркістанның шынайы патриоты болғандықтан «Бехбудидің қызметінде ұлттық мүдделер басым болғанымен, ол ұлттық қозғалыс идеяларын жақтаушы барлық саяси күштерді біріктіруді қуаттады».

Түркістан ұлт-азаттық қозғалысында орын алған саяси жіктеліс өлкедегі ұлттық күштердің басынан өткізуі тиіс жағдайлар болатын. Сондықтан да қозғалыстың басты жемісі болған Түркістан мұхтариятының қызметі мен оның атқарған ролі туралы асығыс баға беруге болмайды. Осыған байланысты тұжырымды осы ұлттық-мемлекеттік құрылымның басшысы М. Шоқайдан артық айта алмаспыз. Ол «Түркістан мұхтарияты большевиктер тарапынан құлатылып, екі айдай ғана өмір сүре алды. Шоқай естеліктерінде өзі-өзіне «Қоқан өкіметі екі ай ішінде нелер жасай алды?» деген сауал қояды және бұған өзі былай деп жауап береді: «Ол бір жағынан аз, ал екінші жағынан қыруар жұмыс атқарды. Тарихи тұрғыдан қарағанда аз; бірақ ол дәуірде Түркістанның ғылыми, саяси және техникалық тұрғыдан мешеу қалғанын ойласақ, Қоқан үкіметінің қыруар іс атқарғанын айта аламыз» [18, б.85] деп жазады.

Солдай дей тұрғанымен, Шоқай Түркістандағы ұлттық-саяси қозғалыстарды бағалағанда төңкеріс әкелген мүмкіншіліктерді жеткілікті дәрежеде пайдалана алмағандықтарын мойындайды. Мұның себептерін ол «Ұзақ уақыт қараңғыда қалған адамның бірден жарыққа шыққан кезінде көзі шағылысып аша алмай қалатындығы секілді, ұзақ уақыт патшалық Ресейдің отарлық саясатының қараңғылығында жер бауырлап еңбектеген түркістандықтар да төңкеріс әкелген азаттық жарығына шығысымен көздері шағылысып, алдын көре алмай қалған еді. Шағылысқан көздердің адасуларын түркістандықтардың өз қараңғылықтары да одан әрі арттыра түскен еді» [65, б.86] деп түсіндіреді.

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Турдиев Ш. Исмайл Гаспыралы ва Туркистон // Узбекистон адабиати ва санъати. – 1991, 15 май.
- [2] Наджот. – 1917, 23 март.
- [3] Туркестан в начале XX века: К истории истоков национальной независимости // Коллектив авт: Р. М. Абдуллаев, С. С. Агзамходжаев, И. А. Алимов и др. – Ташкент: Шарк, 2002. – 167 с.
- [4] Турдиев Ш. Исмайл Гаспыралы ва Туркистон // Узбекистон адабиати ва санъати. – 1991, 15 май.
- [5] Рүстемов С. «Шуро-и Улема» ұйымының құрылуы мен қызметі // Қазақ тарихы. – 2004. – № 6. – 52 б.
- [6] Улуғ Туркистон. – 1917, 25 сәуір.
- [7] Улуғ Туркистон. – 1917, 23 шілде
- [8] Тұрсын Х.М., Базарбаев Қ. Сералы Лапинның көзқарасындағы «исламдық социализм» модулі // Туркология. – 2012. – № 320. – 72-81-бб.
- [9] Бірлік туы. – 1917, 20 қазан.
- [10] Исхаков С.М. Российские мусульмане и революция (весна 1917 г. – лето 1918 г.). – М.: Институт истории РАН, 2003. – С. 128.
- [11] Туркестанский курьер. 1917, 11 ноября.
- [12] Шоқай М. Таңдамалы. 2 томдық. – Алматы: Қайнар, 1999. – 2-т. – 520 б.
- [13] Улуғ Туркистон. – 1917, 16 желтоқсан.
- [14] Победа Октябрьской революции в Узбекистане. Сборник документов. – Т. 2. – Ташкент, 1963.
- [15] Бірлік туы. – 1918, 18 қаңтар.
- [16] Котюкова Т. «Жалобу оставить без последствий» или как Серали Лапин не стал депутатом Государственной думы от туркестанского края // Қазақстан мұрағаттары. – 2008. – № 1(5).
- [17] Бехбуди М. Туркистон Мухторияти // Хуррият. – 1917, 22 декабрь.
- [18] Қара Ә. Мұстафа Шоқай. Өмірі. Күресі. Шығармашылығы / Түрік тілінен ауд. Г. Шадиева. – Алматы: Арыс, 2004. – 320 б.

#### REFERENCES

- [1] Sh.Turdiyev Ismaayl Gaspyraly va Turkiston // Uzbekiston adabiyaty va sanati. 1991, 15 May.
- [2] Nadjot, 1917, 23 March.
- [3] Turkestan at the beginning of the 20th century: To history of sources of national independence // Authors: R. Abdullayev, S. Agzamkhodzhayev, I. Alimov and etc. Tashkent: Shark, 2002. P.167.
- [4] Sh.Turdiyev Ismaayl Gaspyraly va Turkiston // Uzbekiston adabiyaty va sanati. 1991, 15 May.
- [5] Rustemov S. Formation and work of the Shuro-i-Ulema organization // Kazakh history. 2004. N 6. P. 52.
- [6] Ulug Turkiston. 1917, April 25.
- [7] Ulug Turkiston. 1917, July 23.
- [8] Tursyn H., Bazarbayev K. Seraly Lapinnyn kozkarassyndagy “Islamdyk Sotsializm” moduli // Turkologiya. 2012. N 320. P. 72-81.
- [9] Birlik tuy. 1917, October 20.
- [10] Iskhakov S. Russian Muslims and revolution ( Spring of 1917 – Summer 1918). M.: History Institute, RAS, 2003. P.128.
- [11] Turkestan courier. 1917, November 11.
- [12] Shokai M. Tandamaly. Two-volume book. Almaty: Kainar, 1999. Vol. 2. P. 520

- [13] Ulug Turkiston. 1917, Decemebr 16.  
[14] Victory of the October revolution in Uzbekistan. Collection of documents. Vol. 2. Tashkent, 1963.  
[15] Birlik Tuy. 1918, January 18.  
[16] Kotyukova T. "To leave the complaint without consequences" or as Serali Lapin didn't become the deputy of the State thought from the Turkestan region // Kazakhstan muragattary, 2008. N 1(5).  
[17] M.Bekhbudi. Turkiston Mukhtoriati // Khurriat. 1917, December 22.  
[18] Kara A. Mustafa Shokai. Omiri. Kuresi. Shygarmashylygy / Turik tilinen audargan G. Shadiyeva. Almaty: Arys, 2004. P. 320.

**К. К. Базарбаев**

Международный казахско-турецкий университет им. Х. А. Ясави Түркестан, Казахстан

**ТУРКЕСТАНСКИЙ МУХТАРИАТ И ПОЛИТИЧЕСКИЕ ТЕЧЕНИЯ  
НАРОДНО-ОСВОБОДИТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ**

**Аннотация.** В статье рассматривается Туркестанское национально-освободительное движение, сформировавшееся как региональное явление и, благодаря внешнему влиянию и содержательным особенностям, обладающее народным характером. Поднятые движением политические идеи и способы их осуществления привели к созданию Туркестанского мухтариата, что определило его содержательную особенность. Вместе с этим проведено исследование вопросов формирования автономной структуры и общие взгляды на статус Туркестана в российском обществе, обновленном политическими движениями и организациями, возникшими в то время.

**Ключевые слова:** Туркестанский край, Ташкент, февральский переворот, организация Шурои Исламия, Временное правительство, национально-освободительное движение.

**N. Zh. Khudaibergenov**

Junior researcher at the Institute of Literature and Art named after M. O. Aueзов,  
PhD student, 1 course, al-Farabi KazNU, Almaty, Kazakhstan

## **HUMAN VALUES IN THE BEKSULTAN NURZHEKEULY'S NOVEL «AI, DUNIE-AI»**

**Abstract.** In recent years, the branches of our national sciences have begun to pay attention to axiological studies. In the national art of words with the traditional values the problem of describing human values draws a huge challenge to the sciences of the Kazakh literary criticism. To this aim, in this article, the author analyzes the phenomenon of human values in modern Kazakh prose through the historic novel of Beksultan Nurzhekeuly «Әй, дүние-ай».

**Keywords:** values, contemporary prose, confidence, life, promise, respect, friendship, charity.

ӘОЖ 821.512.122

**Нурбол Худайбергенов**

М. О. Әуезов атындағы Әдебиет және өнер институтының кіші ғылыми қызметкері,  
әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-дың 2-курс PhD докторанты, Алматы, Қазақстан

## **Б. НҰРЖЕКЕҰЛЫНЫҢ «ӘЙ, ДҮНИЕ-АЙ» РОМАНЫНДАҒЫ ЖАЛПЫ АДАМЗАТТЫҚ ҚҰНДЫЛЫҚТАР**

**Аннотация.** Соңғы жылдары отандық ғылым салалары аксиологиялық зерттеулерге ден қоя бастады. Ұлттық сөз өнеріндегі дәстүрлі құндылықтармен бірге, жалпы адамзаттық құндылықтардың сипатын тану мәселесі қазақ әдебиеттану ғылымының алдына іргелі міндеттер жүктеп отыр. Аталмыш мақалада осыған ұмтылыс жасалады. Автор қазіргі қазақ прозасындағы жалпы адамзаттық құндылықтардың көрінісін Бексұлтан Нұржекеұлының тарихи тақырыптағы «Әй, дүние-ай» романы арқылы саралауға тырысады.

**Түйін сөздер:** құндылық, қазіргі проза, сенім, өмір, уәде, құрмет, достық, қайырымдылық.

Егемендігін алған кез келген елдің алғашқы ширек ғасырлық ғұмыры тарихтың тағдырына басқан таңбаларын танумен, жоғын түгендеп, барын жүйелеумен өтеді. Ол үдеріс кейін де жалғасын табуы мүмкін. Дегенмен, осы кезеңде өнер мен ғылымға жүктелер міндеттің жеңіл болмайтыны заңды. Ұлттық сөз өнерінде – қазақтың төл әдебиетінде де осы құбылыс байқалмай қоймайды. Әсіресе, қазақ қаламгерлерінің тарихи шындықтың шынайы бейнесін прозалық шығармалары арқылы көркем тілмен кестелеп, халықтың жадында сақталған ірі оқиғаларға бүгінгі күн биігінен баға беруге ұмтылысы айқын аңғарылады. Зұлматты жылдардың ізі егемендік тұсында А.Мекебаевтың «Қазына сыры», З.Жәкеновтің «Зұлмат», Б.Нұржекеұлының «Әй, дүние-ай», Н.Ақыштың «Рақымсыз көктем», Т.Сәукетаевтың «Құзғын тойған қыс», Н.Қапалбекұлының «Жерошақтың түгіні» т.б. роман-повестерінде көрініс тапты. Өткен ғасырдың айтулы оқиғаларын негізгі тақырып арқауы етіп алған төліе-авторлар аталмыш туындыларында тарихи-саяси құбылыстардың тоқсаныншы жылдарға дейін ашық айтыла бермеген ақиқатын сенімді деректермен ұштастыра отырып суреттейді.

Қазақ даласындағы ұлт-азаттық көтерілісі бұған дейін де әртүрлі жанрадағы әдеби-көркем шығармаларға азық болғаны рас. Осылардың ішінде Жетісу жеріндегі Қарқара көтерілісінің орны

ерек. Қазақ даласының барлық аймағын қамтыған халықтық толқулардың ішінде Торғай мен Жетісу өңірлеріндегі көтерілістердің әдебиетте көбірек көрініс тапқанын ғалым Г.Орда өзінің зерттеулерінде атап өтеді (1; 30). Өткен ғасырдың басында болған дүмпудің жай-күйі бізге негізінен сөз өнерінің поэзия жанры арқылы жетті. Халық арасына кеңінен тарап кеткен өлең-жырлар мен дастандар соның айғағы. Ал проза жанрында Албан көтерілісі жөнінде қалам тербеген қаламгерлер некен-саяқ. М.Әуезовтің «Қилы заман» повесі осы тақырыпты шебер таныта алуымен бағалы. Дегенмен, егемендік тұсына дейін жазылған шығармалардың идеологиялық електен өткізіліп, бар болмысы толық ашыла алмағанын ескеруіміз керек. Осы орайда, Б.Нұржекеұлының «Әй, дүние-ай» романы аталған олқылықтың орнын толтырып, жүз жыл толып отырған ұлт-азаттық көтерілісінің Жетісу өңіріндегі бар бояуын нанымды көрсете алуымен құнды. 1916–1991 жылдар арасындағы Қазақстанның оңтүстік-шығыс аймағында болып өткен оқиғалар баяндалады десек те, шығармадағы сюжеттер желісінің дені халықтың Қарқара жәрмеңкесіндегі патша әміріне жасаған қарсылығы мен оның салдарын суреттеуге арналады. Роман екі – «Дейін» және «Кейін» деген бөлімдерден тұрады. Шәйі, Тазабек, Қалиша, Жүзік, Табай, Қапез, Жомарт, Кобзев т.б. сынды негізгі кейіпкерлер төңірегінде өрбитін оқиғалар желісі сол дәуірдің қалпы мен салтын тануға жол ашады. Сондай-ақ, қазақ ұлтының өзгеге ұқсамайтын қайталанбас қасиеттерімен бірге, жалпы адамзатқа ортақ құндылықтар жүйесі жөнінде де жорамалдар жасап, ой қорытуға мүмкіндік береді. Кесек туындының бойында жалпы адамзаттық құндылықтардың көрініс табуы табиғи заңдылық. Сондықтан, біз Б.Нұржекеұлының «Әй, дүние-ай» романындағы мәңгілік мұраттарды талдау нысанына алып, шығарманы оқу барысында ең жиі кез болған мынадай жалпы адамзаттық құндылықтарға тоқталуды жөн деп санадық: сенім, уәде, өмір, ұрпақ өрбіту, Отан, мейірім, достық, құрмет. Бұдан романда жалпы адами құндылықтардың басқа түрлері кезікпейді деген тұжырым шықпаса керек.

Профессор Г.Орда өзінің «Ұлт-азаттық көтерілісінің әдебиеттегі көркемдік сипаты» атты мақаласында жаппай орын алған дүмпулердің негізгі себебін былайша түсіндіреді: «Патшаның бұған дейін қол астындағы халықтардың жері, тілі, дініне тиіспейміз деген уәдесінің бұзылуы, майданға адам алмаймыз деген уәдесінде тұрмауы – «Уәде – Тәңір сөзі», «Хан қарашасымен» деп түсінетін халық үшін кешірілмес күнә болды. Сондықтан, Орта Азия халықтары бір мезгілде көтеріліп, жаппай атқа қонды» (1; 25). Яғни екі сөйлеген ерді өлдіге санайтын халық сол ерлердің басын ұйыстыратын патшаның екі сөйлеуін тіпті ақылына сыйғыза алмады. Романда сенім мен уәде ұғымдары параллель жүріп отырады. Өйткені, уәденің орындалмауы жұрттың жүрегінде берік орныққан сенім құндылығының жоғалуына себеп болды. «Әділ деп сенген ақ патшасының алақол шыққанына» күйінген жұрт майданға адам алуға қарсы шығып, намысы үшін өліспей беріспеуге бел буды. Автор кейіпкерлер аузына мынадай сөз салады: «Уәде – Құдайдың үйі. Өз уәдесін сыйламаған патшаны біз де сыйламаймыз... Бізді аяйтын патша жоқ болса, патшаға жалтақтайтын албан да жоқ» (2; 14). Сондай-ақ, жиылған топ алдында сөз бастаған Өмірәлінің: «Шындық», «әділдік» дегенді алдымен солар айтады, бірақ түптің түбінде «шындық» дегені шырмау, «әділдік» дегені арбау боп шығады», – деген сөзі патша әмірінің ел ішіне әсерін көрсетеді (2; 15). Кейіпкерлердің сенімі екі жақты – үкіметке және қарапайым жақындарына деген сенімі боп көрініс табады. Патша үкіметі әскерлерінің жазықсыз жұртты есепсіз қыруы көңілдегі сенім дейтін қасиетті құндылықты ысырып шығарды. Алайда, совет әскерінің Қытай ауған халықты туған жерге қайтарып, кешегі зұлымдық көрсеткен патша әскерінің атаманын көздерінше атып тастауы және кедейге жақ болып, қамқорлық көрсетуі шайлығып қалған ағайын жүрегіне там-тұмдап сенім ұялата бастады. Сондықтан, сенім артқан жаңа үкіметінің гүлденуі үшін әркім шама-шарқынша үлес қосты. Тіпті Тазабек колхозда жауапты қызмет атқарды. Алайда, шығарманың басынан аяғына дейін сенім құндылығы өзінің шынайы биігіне көтеріле алмайды. Ашаршылықта да, соғыс жылдарында да кейіпкерлердің сенімі нық орныға қоймады. Қайта Желтоқсан көтерілісіне қатысқан Кәусеннің өз әжесінің азапты тағдырын қайталап, совет әскерлерінің қорлығын көріп өлуі Шәйінің жүрегіндегі ондаған жылдар бойы біртіндеп қалыптасып келген сенім құндылығын біржолата жойып жіберді. Автор тарихтағы совет үкіметінің қазаққа әзірлеген өтіріктерін тізбектей келе бас кейіпкерге мынадай ой салады: «Өтірікке сеніп келген жастар: «Неге бұйттің?» – деп таңданып еді, оларды жаппай жазалады. Енді елден сенім кетті. Сенім кеткен жерден бәрі кетеді» (3; 137).

Кейіпкерлер арасындағы сенім, әсіресе, ерлі-зайыпты Тазабек пен Шәйінің бойынан айрықша көрінеді. Тазабектің бет бұрып кетпей, қайта қамқорлық танытып, сенім артуына кейде өз жары да күдікпен қарайды. Бұл да шығармадағы құндылықтар жүйесінің салмағын арттыра түседі. «Қаншама сенейін десе де түбегейлі сендірмейтін бір түйткіл Шәйіні үнемі шырмайды да жүреді: орыстың қорлағаны анау, қалмақтың зорлағаны анау, бәрін біле тұрып бір кейістік айтпайды; шыны ма, шыдамдылығы ма?» (3; 97). Біріншіден, автор оның себебін Тазабектің қайын атасына берген уәдесінен таймай, сертіне адалдығы деген емеурінмен білдіреді. Екіншіден, Тазабек ер боп қорғай алмағаны үшін өзін кінәлайды. Үшіншіден, тұтас қазақ халқы Шәйінің тағдырын кешіп жүр. Шәйі бейнесі – қазақ ұлтының бейнесі. Қорлайтындар көп, қорғаныш болары жоқ. «Зорланған қатын, қорланған қарындас тұрмақ, бүкіл халық қорған таппай қырылып, қор болып жатқан жоқ па? Қырылып жатқандарға қарағанда, тірінің өмірі тәубә емес пе!?» - деп ойлайды ол (2; 52). Тіпті, өз әйелінің абыройын таптап кеткен екі орыстан кек алам деген ойынан айныды. Өйткені, өмір қымбат. «Кек бәрібір өткеннің олқылығын толтыра алмайды. Қайта одан бетер қаусатып кетуі мүмкін» (2; 63). Яғни өмір атты құндылық үшін ол бүкіл ыза-кегін кешуге әзір.

Өмірдің қымбаттығы, өмір құндылығы шығарма басынан-ақ тілге тиек етіледі. Қарқара жәрмеңкесін шабуға бет алған халыққа Жақыпбердінің: «Бәріміз бүгін намыс үшін біріктік, сол үшін атқа қондық. Біріккендіктен, біз күштіміз. Жәрмеңкеде мылтық көп, бізде аз. Сондықтан, елді қорғайтын адам алдымен өзін қорғасын», – деуі адам өмірінің құндылығын танытып тұр (2; 21). Өмір сүру, өмірін жалғастыру бірді-екілі адам үшін ғана емес, тұтас бір халық үшін алғы планға шығады. Жазушы оны былайша жеткізеді: «Жайсыз, күйсіз жұрт жалаңаш ағаштай жұтаған. Аштан қырылғанша жыбырлай тұратын көбі аз күннің ғана адамы. Бұларға не қытайдың, не орыстың жаны ашымайды. Бұралқы иттен бетер бейнет тартқан халық. Иесі де жоқ, елі мен жері де жоқ. Жанашыры да жоқ. Не көкке ұшып кете алмайды, не жерге кіріп кете алмайды. Ешкімге керексіз» (2; 47). Өмір мен өлімнің арасында күн кешкен халықтың «астан-кестені шықса да, аман-есендігіне тәубә деген», «тірі қалған соң, тіршілігін жасауға» (2; 60) бекінген. Романда өмір өлімге қайшы ұғым ретінде келеді де, ұрпақ өрбіту құндылығымен ұштастырыла, сабақтас ұғым ретінде суреттеледі. Мысалы, Тілеулі өлім аузында жатса да, Қытайға аууға бекінеді. «Мен үшін емес, ана үш күшігімді аман сақтау үшін қашамыз. Мен үшін олардың өмірін қауіп-қатерге байлағанша, солар үшін мені құрбан етіндер» (2; 29). XX ғасыр басындағы қазақ үшін өмір бәрінен құнды десек те, ұрпағы үшін оны да қиюға бар. Өйткені, өз «өмірін» жалғастыратын – ұрпағы.

Шығармада Қалиша отбасылық құндылықтардың қорғаушысы ретінде танылады. Ол әулеттің көбеюі үшін түрлі тәуекелдер жасайды. Шәйіні қалмақтар тартып әкеткенде де Тазабекке «ішінде ұрпағы қалған әйелді жауда қалдырмауды» (2; 51) міндеттеп, замана ыркы туыс еткен қырғыз Табай мен марқұм құдасының жесір келіні Жүзікті қосады. Мақсаты – көбею, ұрпақ өрбіту. Қалиша оның себебін: «Сөйтіп көбейіп септеспесек, бізге сырттан біреу келіп сүйеу бола ма?» - деген риторикалық сұрақпен түсіндіреді (2; 59). Романның «Дейін» бөлімінің соңындағы Тазабек пен Шәйі арасындағы диалогтан ұрпақ өрбіту құндылығының маңыздылығы арта түседі:

– Шәйкен! – деді бір кезде шалқасынан жатқан Тазабек Шәйіні өзіне тартып. – Еркек әйелді не үшін қорғайды?

– Өйткені, ол оған ұрпақ сыйлайды.

– Ал ұрпақ үшін неге жанын қияды?

– Өйткені, ол өзі үшін ғана емес, халқы үшін де қымбат. Ұрпағы қалмаған халық, қаншама данышпан болса да, түптің түбінде құрып бітпей ме?

– Иә, сөйтеді. Құдай құрып кеткеннен сақтасын!» (2; 75).

Кейіпкерлер үшін ұрпақ жалғастығының үзілуі трагедиямен пара-пар. Ашаршылық жылдарында халық қисапсыз қырылып жатқанда Шәйі ағасы Ағынтайдың жалғыз көзі – Сәмен өлмесе екен деп тілейді. Өйткені, бауырының аты өше ме деп қауіптенеді. Жалпы адамзаттық мәнге ие болғанмен, ұрпақ өрбіту құндылығының қазақ ішінде айрықша әспеттеліп, ұлттық бітім-болмысқа сіңіп кеткенін көреміз. Сонымен қатар, шығармада адам өмірінің құны ұрпағының ұялмай өмір сүре алу жайымен өлшенетіні айтылады. Автор өлім аузында жатқан Қалимен бақұлдарда Шәйінің аузына мынадай сөз салады: «Ез боп өмір сүрген жоқсың, аштықта да, тоқтықта да, қиналғанда да, қарық болғанда да елден бөлектенген жоқсың. *Ұрпағың* елдің бетіне именбей, еңкеймей

қарайды. Уайымдама» (3; 137) (ерекшелеген – біз. – Н.Қ.). Көңілге медеу, жүрекке демеу болған құндылық – осы.

«Әй, дүние-ай» романында кездесетін жалпы адамзаттық құндылықтардың бірі – қайырымдылық. Мейірім, жақсылық, қайырымдылық құндылықтары Тазабек бейнесі арқылы жан-жақты ашылады. Себебі, ол өз отбасы мен туыс жақындарына ғана емес, тырнағы батқан қас жауына да қайырымдылық жасауды парыз санайды. Өз басына қауіп төніп тұрғанмен, Тұнық қарияның үйіндегі тойда қамшының астына түскен Қалиге араша түсті (3; 95). Сол үшін арызға ілігіп, туған елінен алыстаса да, оған бір сәт өкініш білдірмейді. Кейіннен Қалидің әке-шешесін де бауырына басып, қамқорлық жасады. Өзі өлместің күнін кешіп жүргенмен, аштық пен қуғынның тақсиретін тартып, жанұясынан айырылған Табайды үйіне кіргізді. Кәсіп тауып беріп, кейіннен оған Жүзікті қосты. Сондай-ақ, сайдың түбінде бүктетіліп жатқан Сергейчуктің інісін аяғы сынып, майып боп жатқан жерінен құтқарып, үйіне әкеледі. Оқырман романның жалғасын оқып отырып оның, асылында, Тазабекті өлтіруге шыққан теріс пиғылды адам екенін меңзейді. Бірақ ол «адам ғой деп адалдық жасады (3; 101). Тазабектің елге жасаған қайырымдылығының қарымы да аз болмайды. Өйткені, басына іс түскенде ел-жұрт қарап қалмай демесін болады. Арыз бойынша тергеуге алынғанда, Амалбайдың көмек көрсетуі, ашаршылық жылдарында үйлерді тінтіп жүрген партия адамдарының Шәйіге жасаған жақсылығы – бәрі Тазабектің он алтыншы жылғы дүмпу тұсында елге жасаған қайырымының қайтарымы болатын. Үйі өртеліп, түгі қалмаған Тазабекке ауыл адамдарының көрсеткен қамқорлығы былайша баяндалады: «Көрпе-жастық, киім-кешек, төсек-орнынан жұрдай болған Тазабек шешесі мен әйелін қалай үйге әкелерін білмей дал еді, жағдайын естіген алыс-жуық жұрт үйге төсейтін текеметін де, жататын көрпе-жастықты да – бәрін жарты күнде жыйып әкеп бергенін көргенде әрі риза болды, әрі таңғалды, бұл қазақ біліп болмайтын халық екен, бірде тасбауыр жауың секілді, бірде бәрін бір сенен аямайтын бауырың секілді» (3; 99). Ағайынның қайырымдылығын тек ол кезде ғана емес, Китіңге көшіп келгенде де көп көрді. Тәуірбек өзінің киіз үйін тарту етіп, қиын күнде қасынан табылды.

Қазақ танымында туған жер, Отан, Атамекен ұғымдары қасиетті болып саналады. Өмірдің түрлі қалтарыс-құбылыстарына арналған мақал-мәтелдердің көбі туған жер туралы болуы осыны аңғартса керек. Тарихшы ғалым Х.Әбжанов бұл мәселе жөнінде мынадай пікір білдіреді: «Ел – байырғы түркі заманынан бері желісі үзілмей келе жатқан, қадірлеп, қастерлеп ұстауды талап ететін, қазақтың санасында берік орын тепкен құндылық. Ал елдің негізі – жер» (4; 10). Б.Нұржекеұлының «Әй, дүние-ай» романында да осы құндылық аз аталмайды. Қыстың азапты аязында Қытайдан кері қайтқан елдің жағдайы былайша суреттеледі: «Мамырдың басында Аттың тауындағылар елге бет бұрды. ...Үйі де, малы да жоқтардың ұсқыны адам шошырлық: көздері шүңірейген, жақтары суалған, мойнында іші қабысқан дорбасы немесе ыйығында мыж-тыж қоржыны ғана бар; ілбіп жүреді, ыбылжып сөйлейді, кеудесіндегі жаны қалай шығып кетпей тұрғанына қайран қаласың. Осыншама азап пен аштыққа төтетіп келе жатқан бар қуаты – тек «Туған елге жетсек, туған топырақта өлсек!» қана. Адам сенбейтін ақиқат» (2; 58). Өмірден күдер үзіп, өлім құшатынын сезген жұрт туған жерге жерленуді ғана армандайды. Сонымен бірге, Тазабектің қоныс аударуының негізгі астар-сыры Сергейчуктен алыстау ғана емес, Китіңнің де қазақтың жері екендігінен деген емеурін байқалады. Яғни роман кейіпкерлері үшін туған жер ұғымы тек руластары қоныстанған белгілі бір шектеулі аймақ емес, тұтас қазақтың территориясы дегенді аңғартып тұр.

Достық құндылығы қазақтың өз ішінен ғана емес, сондай-ақ өзге ұлт өкілдерімен болған қарым-қатынасынан да айқын көрінеді. Тазабек, Жомарт, Қожақ, Қапездердің арасындағы достық пиғылдың ақ екені оқырман біліп отырады. Ал өзге ұлт өкілдерінен – орыс, қалмақ, қырғыз, тараншы (ұйғыр) бар. Алайда, осының бәрі қазақ – орыс, қазақ – қалмақ, қазақ – қырғыз байланысында көрінеді де, орыс пен қалмақтың қазақпен қатынасы екіжақты, ал қырғыз адал дос ретінде алынады. Қырғыз Табай адал дос қана емес, туыс бауырдай боп кетеді. Ал қалмақтың көшбасшысы Қарға қазақ арасында өскен ағасы Дәулетбай ақсақалмен қауышқан соң ғана жақсылық жасайды.

Әділетсіздікке тап болған халықтың мұң-мұқтажын көре тұра бет бұрып кете алмаған орыс қызы былай дейді: «Мына қырылып жатқан өліктердің қасында тұрып өтінем: мені бұдан былай орыс демеңдерші! Бүгіннен бастап мен қазақпын. Қожақ қабылда десе, мұсылмандықты да қабылдаймын. Қазақтың келінімін. Албанмын. Софья да емеспін, Сопыйамын. Мен білсем, қазақтың

көретін күні әлі алда» (2; 27). Зұлымдыққа ұшыраған қазақтың сөзін сөйлеп, Қожаққа тұрмысқа шыққаны үшін оны өз туғандары – орыстар елден аластап, ақырында өлтіріп кетті. Достық құндылығы үшін құрбан болған Сопыйа қайсар, бірбеткей, әділетті жақтаушы қыз боп суреттеледі. Ал шығарманың сюжеттік желісіне бастан-аяқ қатысып, қазақтың шаруаларымен мұңдас боп көрінетін кейіпкер – Кобзев. Ол да қазақ секілді өз орысынан қорлық көрген. Шәйінің намысын қорлаған Сергейчуктың екі інісі оның қызын да зорлап кеткен. Кобзев пен Тазабекті әділетсіздік біріктірді. Арадағы жылылық Тазабек, Қапез, Қаратай – үшеуі Тұйықтың төрінде отыратын Тұнық ақсақалдың тойына кетіп бара жатқан жолда бір шоғыр орыспен кезіккен тұста анық байқалады. Бір-бірін қимай қоштасады. Бұдан кейінгі эпизодтарда да Кобзевтің Тазабекке ғана емес, оның төңірегіндегілердің бәріне достық қолдауын көрсетуі аталмыш құндылықтың салмағын арттыра түседі. Ол Тазабекті Китіңге көшіріп алды. Бірақ Кобзев пен Тазабектің көшүінде айырма бар. Кобзев Сергейчуктен қауіп келетінін ойлап көссе, Тазабек Сергейчуктің өліміне себеп боп, қолын былғамау үшін көшуге мәжбүр болды. Кобзев өзінің достық пиғылын Тазабек қаза болғаннан кейін де тоқтатқан жоқ. Әсіресе, Шәйінің ашаршылық жылдарының қыспағынан аман шығуы тікелей Кобзевтің көмегімен болды. Ол колхоздың малын ұрлап әкеп, түн ішінде сиырдың бір сан етін Шәйіге әкеп тастады (3; 126). Орыс пен қазақ арасындағы достық құндылығы қарапайым шаруалар арасында көрінеді. Көбіне-көп екі жақ та орыс қолының қыспағын көргендер. Тек Сопыйа мен Кобзевтің ғана емес, сонымен бірге Тазабектің өртеніп жатқан үйінен отбасы мүшелерін тегіс аман алып қалған да – орыс шаруалары. Автор аталмыш шығармада достықтың ұлтқа, дәстүр мен дінге байлаулы құндылық емес екенін осылайша шебер көрсете білген.

Адамзат атаулыға ортақ құндылық болып саналатын құрметтің Б.Нұржекеұлы романындағы көрінісі ерекше назар аударуды қажет етеді. Шығармада аға мен іні, ер мен әйел, үлкен мен кіші, ана мен бала, жеңге мен қайын сіңлі және достар арасындағы өзара құрмет, сыйластық әспеттеледі. Шығыстық ділдің әсері бірден білінеді: әйел кісілердің ер адамдарға деген құрметі айрықша көрінеді. Ер кісі басшы, әйел қосшы деген ұғым алға шығады. Тіпті Тазабектің анасы да өз баласына еріп, оның шешімдеріне құрметпен қарайды. Бұдан анаға деген құрмет кемиді деген түсінік шықпаса керек. Қайта Қалиша дүние салғанда оның салмағын автор былайша көрсетеді: «Үстінде аспаның, астыңда жерің, ортасында ауаң – бәрі бар. Тек жер-көкте сені ең жақсы көрген, сен үшін жанын қиюға да дайын анаң жоқ. Ешқашан орны толмайтын, орнын ештеңе ауыстыра алмайтын, ешбір асыл мен қымбатқа ұқсамайтын, еш нәрсемен салыстыруға, ауыстыруға болмайтын күдірет!» (3; 100). Өзге елдердің әдебиетінде көп кезіге бермейтін тағы бір құндылық – құрметтің жоғарғы түрі – әруақтарға деген құрмет шығармада бірнеше рет тілге алынады. Кейіпкерлердің көз алдында жүрген адамдарды ғана емес, дүниеден озып кеткен туыстарына деген құрметі алабөтен. Шығармада ата-бабаны ұмытқан адамды кейін өз ұрпағы да ұмытады деген тәмсіл айтылады (3; 118).

Жоғарыда аталған жалпы адамзаттық құндылықтардың мәні қарсы мәндегі ұғымдармен салғастырыла ашылады. Өмір – өліммен, уәде – сөзден таюмен, сенім – сенімсіздікпен, ұрпақ өрбіту – біржолата құрып кету қауіпімен, достық – қастықпен қатар суреттеледі. Шығарманың өн бойында егемендік құндылығы ашық айтылмағанымен, романның басынан аяғына дейін еркін ел болу арманы үздіксіз жалғасын тауып отырады. 1916 жылдан басталған оқиға желісін автордың 1991 жылғы Тәуелсіздікке қол жеткізген сәтке дейін созуының сыры жоқ емес. Әрі өлім аузында жатқан бас кейіпкер – Шәйінің осы қуанышты естіп дүниеден өтуі романның көркемдік қуатын арттырмаса, кемітпек емес.

Зұлмат жылдардың қазақ прозасындағы көрінісін зерттеген ғалым Н.Ақыш мынадай ой айтады: «Түптеп келгенде, осы жиырмасыншы-отызыншы жылдар тақырыбына жазылған шығармалардың барлығының көздеген көркемдік мақсаты, жинап айтар ойы – халық басындағы ауыр нәубетті жекелеген адамдар тағдыры арқылы көрсету, сөйтіп халықтық үлкен трагедияға көркемдік топшылаулар жасау» (5; 44). Б.Нұржекеұлы да Шәйі мен оның төңірегіндегі бір шоғырдың тіршілік-тағдырын көрсетіп, тұлғасын таныту арқылы тұтас қазақ ұлтының басынан кешкен ауыр кезеңнің шынайы шындығын ашып беруге талпыныс жасаған. Сонымен бірге, жазушының өзі тарихи деректерден барынша алыстамауға, әр деталін өмірде болған шынайы деректерге сүйене отырып суреттеуге тырысады. Автордың өзі де қолдан тарих жасаудың қылмыс екенін және аталмыш романды жазу барысында түгелдей нақты архивтік материалдарға сүйенгендігін алға тартады (6). Расында да, тарихи деректер мен шығармадағы эпизодтар сәйкесіп жатады. Онымен қоса, Ораз



Жандосов, Қапез Байғабылұлы, Ахмет Байтұрсынұлы сынды қазақтың көрнекті тұлғаларының аты-жөндері еш өзгеріссіз қолданылған.

Жазушы Б.Нұржекеұлының «Әй, дүние-ай» романы ірі тарихи оқиғаларды арқау ете отырып, XX ғасырдағы қазақ халқының бойындағы құндылықтар жүйесін терең ашып беруімен ерекшеленеді. Шығарманы оқу барысында жалпы адамзаттық құндылықтармен қатар ұлттық құндылықтардың да мол көрініс тапқанына куә болдық. Атап айтсақ, ұлттық құндылықтардың ажырамас бөлшегі болып табылатын салт-дәстүрдің көптеген элементтері – бата беру, құдаласу, қыз айттыру, жоқтау, сүйінші сұрау, естірту, өкіл іні (аға) болысу, қонақасы беру, көңіл айту, ат тергеу, сәлем салу т.б. кездеседі. Алайда, тікелей зерттеу нысанамызға кірмейтіндіктен, бұларға тоқталуды жөн санамадық. Сондай-ақ, жоғарыда біз талдау нысанына алған өмір, уәде, сенім, ұрпақ өрбіту, қайырымдылық, достық, құрмет секілді құндылықтармен қатар, бірлік, қонақжайлылық, білім, өнер, қанағат, әділет, тектілік сынды жалпы адамзатқа ортақ құндылықтар жиі көрінеді.

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Орда Г. Ұлт-азаттық көтерілістің әдебиеттегі көркемдік сипаты // «1916 жылғы ұлт-азаттық көтеріліс: тарихи маңызы, халық әдебиеті мен өнеріндегі орны, құжаттық дерекнамасы» атты халықаралық ғылыми-теориялық конференция материалдары. – Алматы: Құс Жолы, 2016. – 25-35 б.
- [2] Нұржекеұлы Б. Әй, дүние-ай (роман) // Жұлдыз. – 2015. – № 6.
- [3] Нұржекеұлы Б. Әй, дүние-ай (роман) // Жұлдыз. – 2015. – № 7.
- [4] Әбжанов Х. Азаттық мұраттарының асқақ рухы // Қазақ көтерілістері: Энциклопедия. / Бас ред. Ж. Н. Тойбаева. – Алматы: Қазақ энциклопедиясы, 2015. – 616 б. (Қазақ тілінде).
- [5] Ақыш Н. Зұлмат жылдары қазақ прозасында (1928–1933 жылдар қасіретінің қазақ прозасында көрініс табуы): Монография. – Алматы: «Нур-Принт 75» ЖШС-і, 2005. – 136 б.
- [6] Қолдан тарих жасау – қылмыс (жазушы Бексұлтан Нұржекеұлымен сұхбат) // kitap.kz. – 28 қаңтар, 2016.

#### REFERENCES

- [1] Orda G. Ұлт-азаттық көтерілістің әдебиеттегі көркемдік сипаты // «1916 жылғы ұлт-азаттық көтеріліс: тарихи маңызы, халық әдебиеті мен өнеріндегі орны, құжаттық дерекнамасы» атты халықаралық ғылыми-теориялық конференция материалдары. Алматы: Құс Жолы, 2016. 25-35 b. (in Kaz.).
- [2] Nұrжекеұлы B. Әj, дүние-ай (roman) // Жұлдыз. 2015. N 6. (in Kaz.).
- [3] Nұrжекеұлы B. Әj, дүние-ай (roman) // Жұлдыз. 2015. N 7. (in Kaz.).
- [4] Әбжанов H. Азаттық мұраттарының асқақ рухы // Қазақ көтерілістері: Энциклопедия. / Бас ред. Ж. Н. Тойбаева. Алматы: «Қазақ энциклопедиясы», 2015. 616 b. (in Kaz.).
- [5] Ақыш N. Зұлмат жылдары қазақ прозасында (1928–1933 жылдар қасіретінің қазақ прозасында көрініс табуы). Монография. Алматы: «Nur-Print 75» ЖШС-і, 2005. 136 b. (in Kaz.).
- [6] Қолдан тарих жасау – қылмыс (жазушы Бексұлтан Нұржекеұлымен сұхбат) // kitap.kz. 28 қаңтар, 2016. (in Kaz.).

#### Н. Д. Худайбергенов

Младший научный сотрудник институт Литературы и искусства им. М. О. Ауэзова,  
PhD докторант 1 курса КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

#### ОБЩЕЧЕЛОВЕЧЕСКИЕ ЦЕННОСТИ В РОМАНЕ «АЙ, ДУНИЕ-АЙ» БЕКСУЛТАНА НУРЖЕКЕУЛЫ

**Аннотация.** В последнее время отрасли отечественных наук начали рассматривать аксиологические исследования. В национальном искусстве слов вместе с традиционными ценностями проблема описания общечеловеческих ценностей поставила огромную задачу к наукам казахского литературоведения. Автор анализирует явления общечеловеческих ценностей в современной казахской прозе через исторический роман Бексултана Нуржекеулы «Әй, дүние-ай».

**Ключевые слова:** ценность, современная проза, доверие, жизнь, обещание, уважение, дружба, благотворительность.

A. B. Bayeshov<sup>1</sup>, M. M. Sapieva<sup>1</sup>, A. K. Bayeshova<sup>2</sup>, U. A. Abduvaliyeva<sup>1</sup>, M. Zh. Zhurinov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>JSC Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry named after D. V. Sokolsky, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>Kazakh National University named after Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: bayeshov@mail.ru, smm0704@mail.ru, azhar\_b@bk.ru, abdumida14@gmail.com

## DISSOLUTION OF ELECTRODES OF MOLYBDENUM DURING POLARIZATION BY ANODIC IMPULSE CURRENT

**Abstract.** The paper presents the results of the study of the electrochemical behavior of molybdenum at the polarization pair of electrodes "molybdenum-graphit" during anodic polarization by impulse current in a solution of sodium hydroxide. It were taken off the anode-cathode cyclic potentiodynamic polarization curves of molybdenum in an alkaline environment and found that two maximums of anodic oxidation appear at the potentials of the "minus" 0.1 - "plus" 0.3. It is shown that at the potential of "plus" 1.75 molybdenum dissolves in the mode of "transpassivation". It was studied the influence of the current density (500-5000 A/m<sup>2</sup>), of the concentration of sodium hydroxide (0,5-2,5M) and of the duration of electrolysis (0.5-2.5 h) on the current efficiency of metal's dissolution by electrolysis. It is shown that an increase of current density of electrode of molybdenum to 4000 A/m<sup>2</sup> leads to increase of the current efficiency of metal's dissolution to 71%. It is found that the maximum (79%) of the current efficiency of molybdenum's dissolution is observed at the concentration of 0.5 M sodium hydroxide and the lowest (31%) current efficiency is observed at the alkali concentration of 1.5 M. In the study of the effect of the duration of the electrolysis is set linear increase of the current efficiency of molybdenum's dissolution.

**Keywords:** pulsed alternating current, molybdenum, electrolysis, polarization, the current efficiency, alkali, current density, concentration, electrode.

УДК 541.1.38

А. Б. Баяшов<sup>1</sup>, М. М. Сапиева<sup>1</sup>, А. К. Баяшова<sup>2</sup>, У. А. Абдувалиева<sup>1</sup>, М. Ж. Журинов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>«Д. В. Сокольский атындағы Жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ, Алматы, Қазақстан,

<sup>2</sup>Аль-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

## АНОДТЫ ИМПУЛЬСТІ ТОКПЕН ПОЛЯРИЗАЦИЯЛАНҒАН МОЛИБДЕН ЭЛЕКТРОДЫНЫҢ ЕРУІ

**Аннотация.** Жұмыста «молибден -графит» жұбын натрий гидроксидінің сулы ерітіндісінде жиілігі 50 Гц анодты импульстік токпен поляризациялау кезіндегі молибденнің электрохимиялық еруі зерттелінді. Сілтілі ортада молибден электродының анодты-катодты циклді потенциодинамикалық поляризациялық қисықтары түсіріліп, «минус» 0,1 - «плюс» 0,3 В потенциалдар аумағында екі анодты тотығу максимумдары байқалатындығы анықталды. «Плюс» 1,75 В потенциалдар мәнінен бастап, молибден электродының «транспассивация» режимінде еритіндігі көрсетілді. Электролиз әдісі арқылы металдың еруінің ток бойынша шығымына ток тығыздығының (500-5000 А/м<sup>2</sup>), натрий гидроксиді концентрациясының (0,5-2,5М) және электролиз ұзақтығының (0,5-2,5 сағ) әсерлері зерттелді. Молибден электродындағы ток тығыздығын жоғарылатқанда металдың еруінің ток бойынша шығымы артып 4000 А/м<sup>2</sup> кезінде 71 % жететіндігі көрсетілді. Молибден электродының еруінің ток бойынша шығымы натрий гидроксидінің концентрациясы 0,5 М кезінде максималды мәнді (79%) көрсетті, ал ең төменгі көрсеткіш (31%) NaOH мөлшері 1,5 М болғанда орын алатындығы анықталды. Электролиз уақытының әсерінен молибденнің еру бойынша ток шығымы сызықты түрде өсетіндігі көрсетілді.

**Түйін сөздер:** импульсті айнымалы ток, молибден, электролиз, поляризация, ток шығымы, сілті, ток тығыздығы, концентрация, электрод.

Молибден және оның қосылыстары қиын балқитын металдар қатарына жатады [1]. Молибденді пластина және сымдар күйінде радиоэлектрондық өндірістерде және рентгенотехникада, рентген түтіктері мен вакуумды қондырғылар жасауда кеңінен қолданылып келеді [2].

Молибден – күкірт, тұз және фосфор қышқылдарымен жұмыс істейтін қондырғылар жасауда перспективті материалдардың бірі болып табылады. Оның жоғары тұрақтылығына байланысты шыны балқытатын электродтар дайындауда кеңінен қолданылып жүр.

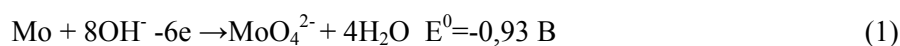
Молибден болаттың сапасын біршама жақсартады. Конструкциондық болатқа молибденнің аз ғана мөлшері қосылғанның өзінде, ол бұл металдың беріктігін, қаттылығын, коррозиялық тұрақтылығын мың еседей арттыра алады. Кобальт пен хром қосылыстарының қаттылығын және де басқа қасиеттерін арттыру үшін де молибден қолданылып келеді [1-4].

Молибденнің тағы бір кең қолданатын аймағы - ол 1600<sup>0</sup>С температурада сутегі атмосфера-сында жұмыс жасайтын электрпештердегі қыздырғыш элементтерін жасауда қолданылуы.

Молибденнің қосылыстары - сульфидтер, оксидтер, молибдаттар химиялық реакцияларды жүргізуде катализаторлары, бояғыштардың пигменттері болып табылады. Молибден тағы да тыңайтқыштардың құрамына микрокоспа ретінде қосылады. Молибденнің гексафториді әр түрлі материалдардың бетіне металдық молибденді қондыру үшін пайдаланып жүр. Таза монокристалдық молибден газодинамикалық лазерлер өндірісінде, ал оның теллуридін термоэлектрогенератор өндірісінде өте жақсы термоэлектрлік материал ретінде қолданылса, молибденнің (III) тотығы литий ток көзі үшін оң электрод қызметін атқарады [3, 4].

Молибденнің физика-химиялық қасиетін зерттеу негізінде көптеген монографиялар мен ғылыми мақалалар жазылған [5, 6]. Көптеген ғалымдар молибденнің қышқылды немесе сілтілі ортада анодтық еруі оксидтік қабат арқылы өтеді деп пайымдайды. Осы ретте профессор А.Б. Баешовтың шәкірттерімен жүргізген зерттеулерінде молибденнің бір фазалы айналымы ток қатысында поляризацияланған зерттеулері өте қызық нәтижелер көрсеткен [7-20]. Бұл зерттеулерде екі молибден электродтарының 50 Гц жиіліктегі айналымы токпен поляризациялағанда өте жоғары ток бойынша шығыммен еритіндігі көрсетілген. Жүйелі түрдегі зерттеулер нәтижесінде молибден электродтарын өндірістік айналымы токпен поляризациялағанда металдың интенсивті еритіндігі көрсетілген. Алдын-ала жасалған тәжірибелердің нәтижесінде молибденнің айналымы токпен еруі төмендегідей механизм арқылы жүруі мүмкін деп болжаған.

Айналымы токтың анодты жарты периодында металдың тотығуы және еруі келесі реакция арқылы жүреді:



Катодтық жартылай периодта сутек иондары тотықсызданады:

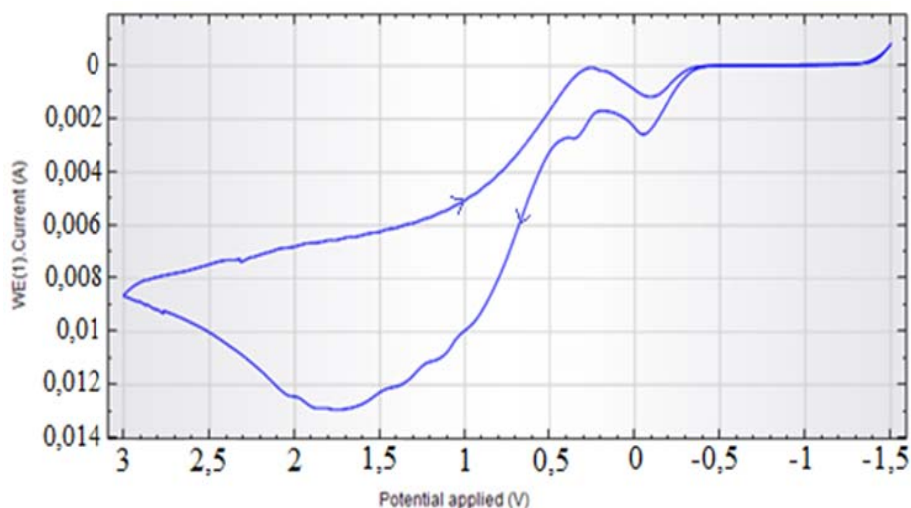


Молибден электродтарының анодты импульстік айналымы ток қатысында еруінің электрохимиялық қасиеттері бүгінге дейін зерттелмеген. Сол себепті де молибденнің анодты импульстік ток қатысында электрохимиялық қасиеттерін зерттеу осы мақаланың басты мақсаты болып табылады. Молибденнің электрохимиялық қасиеті импульстік айналымы ток қатысында натрий гидроксиді ерітіндісінде зерттелді.

Сілтілі ортада молибденнің анодты-катодты циклдік потенциодинамикалық қисықтарын түсіру арқылы, оның транспассивті күйде болып аралық оксидтерін түзе отырып еритіндігі анықталды. NaOH ерітіндісінде молибден күрделі механизм бойынша сатылы түрде тотығатындығы және электродтың беттік қабатында оның әр-түрлі құрамды оксидтері түзілетіндігі көрсетілді.

Токтың поляризациясы өзгеруі нәтижесінде уақыт өткен сайын электродты процестерде жүзеге асатын электрохимиялық өзгерістерді толықтай түсіну мақсатында молибден электродының потенциодинамикалық поляризациялық қисықтары түсірілді. Концентрациясы 0,5 М натрий гидроксиді ерітіндісінде молибденнің циклдік анодты-катодты потенциодинамикалық поляризациялық қисығын түсіру үшін «Autolab» потенциостаты қолданылды.

1-суреттен көрініп тұрғандай, NaOH ерітіндісінде түсірілген молибденнің циклдік анодты-катодты потенциодинамикалық поляризациялық қисығында, потенциал мәні оң бағытқа қарай ығысқанда «минус» 0,1 және «плюс» 0,3 В потенциалдары аумағында екі максимумның орын алатындығын байқауға болады. Ары қарай потенциал мәнін оң бағытқа ығыстырған кезде әлсіз



C (NaOH) = 0,5 M;  $v = 50$  мВ/с;  $t = 25$  °C

1-сурет – Молибден электродында түсірілген циклді анодты-катодты потенциодинамикалық поляризациялық қисығы

байқалатын тағы бірнеше толқынды полярограммдан байқауға болады. Потенциал мәні «плюс» 1,75 В болғанда токтың ең жоғарғы мәні 0,013 А -ге жетті. Ары қарай потенциал мәнін оң бағытқа қарай ығыстырғанда ток мәні азайып, молибден электродының беті пассивациялана бастайды және металл транспассивті күйге өтеді. Дегенмен молибденнің толық пассивациялануы байқалмайды. Өте аз мөлшерде электрод бетінде кара-көк түсті пленка түзіледі. Оттегі газының электрод бетінде бөлінуі визуалды түрде байқалмайды, бірақ теориялық тұрғыдан бұл процесс жүруі анық, шамасы молибденнің оксидтік қосылыстары түзіліп оның бетінде оттегі өте жоғары асакернеулікпен бөлінеді.

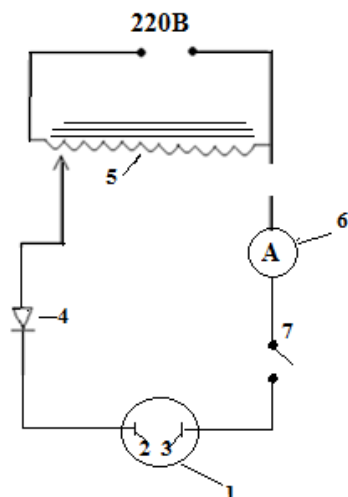
Потенциал кері бағытқа жөнелгенде полярограммада тағы бір аномалды анодты ток байқалып, оның пайда болуын келесідей түсіндіруге болады: алғашта анод потенциалы өзгеріп өсіп жатқан кезінде, молибденнің төмен валентті оксидтері түзіледі, ал металдың жоғары валентті оксидтері төмен валентті оксидтерінің бетінде түзіле бастайды. Осы түзілген жоғары валентті оксидтері ери бастағанда осы потенциалдар аумағындағы анодты электрбелсенді төменгі валентті оксиді ары қарай тағы да тотығуы мүмкіндігі болғандықтан аномалды анодты ток пайда болады, деп болжаймыз.

Потенциал мәні «минус» 1,4 В-тан бастап сутегі газы бөліне бастайды. Натрий гидроксиді ерітіндісі құйылған электролизерге «молибден-графит» электродтар жұбы орналастырылып, анодты импульстік токпен поляризацияланды. Жиілігі 50 Гц анодты импульсті ток алу электрохимиялық тізбекке диод жалғау арқылы іске асырылды. Электродтар кеңістігі бөлінбеген, электролиздің негізгі зерттеу уақыты - 0,5 сағ., натрий гидроксидінің концентрациясы – 1М, электролит температурасы - 20°C.

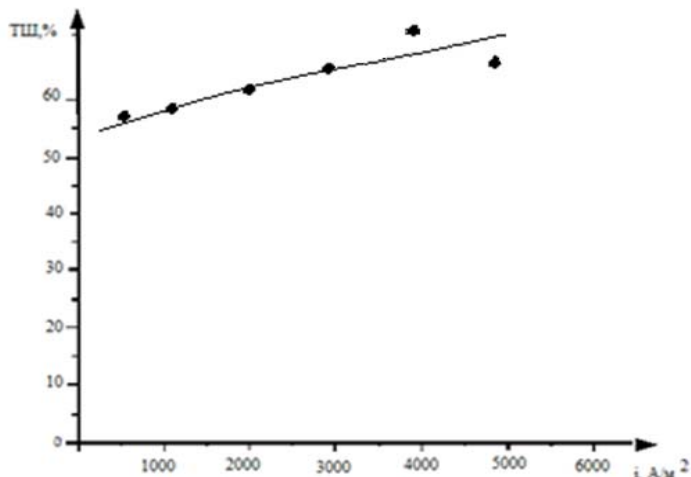
Натрий гидроксиді ерітіндісі құйылған электролизерге «молибден-графит» электродтар жұбы орналастырылып, анодты импульстік токпен поляризацияланды. Жиілігі 50 Гц анодты импульсті ток алу электрохимиялық тізбекке диод жалғау арқылы іске асырылды. Электродтар кеңістігі бөлінбеген, электролиздің негізгі зерттеу уақыты - 0,5 сағ., натрий гидроксидінің концентрациясы – 1М, электролит температурасы - 20°C.

Анодты импульстік токпен поляризацияланған молибден электродтарын электрохимиялық ерітуге арналған қондырғының принципіалды схемасын 2-суреттен көруге болады.

Анодты импульстік токпен поляризацияланған молибден электродының еруінің ток бойынша шығымына молибден электродындағы ток тығыздығының әсері  $500-5000 \text{ А/м}^2$  аралығында зерттелінді (3-сурет). Ток тығыздығы артқан сайын молибден электродының еруінің ток бойынша шығымы да арта бастайды және ток тығыздығы  $4000 \text{ А/м}^2$  болған кезде ток бойынша шығымның мәні 71 %-ды көрсетті.



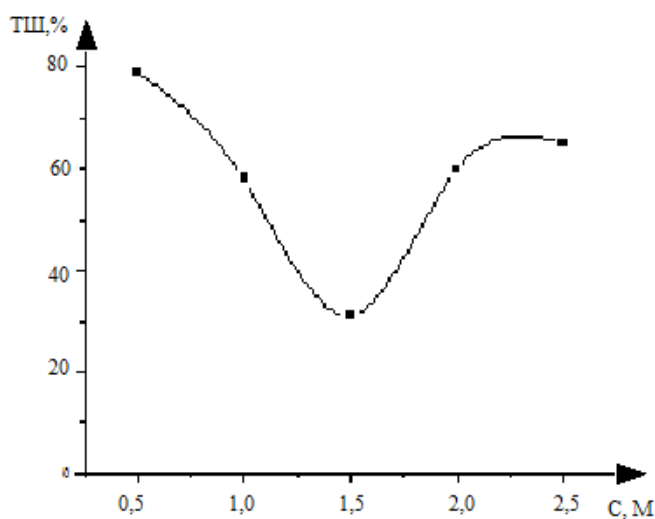
2-сурет – Анодты импульстік токпен поляризацияланған молибден электродының еруін зерттеуге арналған қондырғының принципіалды схемасы: 1 – электролизер, 2 – молибден және 3 – графит электродтары, 4 – диод (КД 213А), 5 – зертханалық трансформатор ЛАТР, 6 – амперметр, 7 – кілт



NaOH-1M,  $\tau = 0,5$  сaғ.,  $\nu = 50$  Гц

3-сурет – Молибденді анодты импульстік токпен поляризациялау кезінде еруінің ток бойынша шығымына электродтағы ток тығыздығының әсері

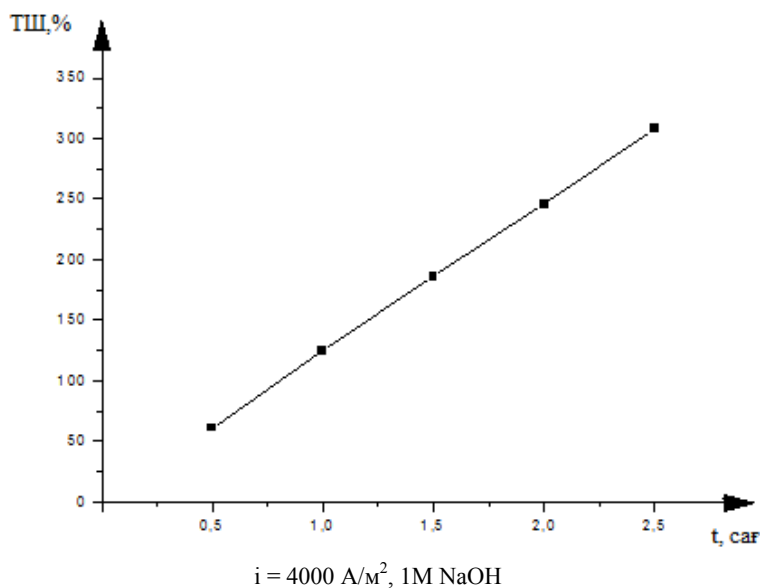
Молибден электродын анодты импульстік токпен поляризациялау кезіндегі оның еруінің ток бойынша шығымына натрий гидроксидінің концентрациясының әсері 0,5-2,5M аралығында зерттелінді (4-сурет). Электролит концентрациясын арттырған сайын молибден электродының еруінің ток бойынша шығымы кемитіндігі анықталды. Натрий гидроксидінің концентрациясы 0,5M кезінде, молибден электродының еруінің ток бойынша шығымы максималды мәнді көрсетіп, 79,0% -ды құрайды. Ал, натрий гидроксидінің концентрациясын 1,5M -ге дейін жоғарылатқанда, молибден электродының еруінің ток бойынша шығымы - 31%- ға дейін төмендейтіндігі байқалды, ал натрий гидроксидінің концентрациясын ары қарай жоғарылатқанда ток бойынша шығымның жоғарылағаны байқалды. Біздің болжамымыз бойынша мұндай өзгерістердің орын алуы молибденнің оксидтік қабатының өзіндік ерекшеліктерімен байланысты. Алайда, бұл аномалды құбылыстың себептерін айқындау мақсатында ары қарай зерттеулеріміз жалғасуда.



$i = 150$  А/м<sup>2</sup>;  $\tau = 0,5$  сaғ.,  $\nu = 50$  Гц

4-сурет – Анодты импульстік токпен поляризацияланған молибденнің еруінің ток бойынша шығымына натрий гидроксидінің концентрациясының әсері

Электролиз уақытын жоғарылатқан сайын да молибденнің еруінің ток бойынша шығымының өсетіндігін байқалады (5-сурет). Шамасы электролиз уақыты өткен сайын молибден электродының бетіндегі борпылдақ оксид пленкаларының қалыңдығы біртіндеп азаюы нәтижесінде металдың еру жылдамдығы жоғарылай бастайды.



5-сурет – Анодты импульстік токпен поляризацияланған молибден электродының еруінің ток бойынша шығымына уақыттың әсері

Айта кету керек, молибден сілтілі ортада жоғары ерігіштік қабілетімен ерекшеленеді, сол себепті оның еруінің ТШ 100 %-дан артуы оның жоғары химиялық еруімен және төменгі валентті иондарының түзілуімен түсіндіруге болады.

Сонымен қорыта келгенде, бұл зерттеу нәтижелері, қиын еритін молибден электродын сулы ерітінділерде анодты импульсті токпен ерітіп, оның халық шаруашылығында кеңінен қолданылатын әртүрлі қосылыстарын (мысалы, натрий молибдаты бояулар алуда, коррозия ингибиторлары ретінде және т.б. бағыттарда қолданылады) алу технологияларын жасауға болатындығын көрсетіп отыр.

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Васько А.Т., Ковач С.К. Электрохимия тугоплавких металлов. – Киев: Техника, 1983. – 148 с.
- [2] Фримен Р.Р. Свойства и области применения технического молибдена и его сплавов // В кн.: «Молибден» под ред. Натансона А.К. – М.: Издательство иностранной литературы, 1969. – С. 11-27.
- [3] Сонгина О.А. Редкие металлы. – М.: Металлургия, 1964. – 568 с.
- [4] Натансон А.К. Молибден. – М.: Металлургия, 1959. – 304 с.
- [5] Васько А.Т. Электрохимия молибдена и вольфрама. – Киев: Наукова думка, 1977. – 171 с.
- [6] Бусев А.И. Аналитическая химия молибдена. – М. Металлургия, 1962. – 7 с.
- [7] Баешов А., Баешова С.А. Иванов Н.С. Абдувалиева У.А. Конурбаев А.Е. Электрорастворение ряда тугоплавких металлов при нестационарном режиме поляризации / Тезисы докладов XIX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. – Т. 3. – Волгоград, 2011. – С. 301-302.
- [8] Баешов А., Иванов Н.С., Даулетбаев А.С. Журинов М.Ж. Электрохимическое поведение молибдена в аммиачных растворах // Известия НАН РК. Сер. хим. – 2010. – № 6. – С. 49-52.
- [9] Баешов А., Даулетбаев А.С., Баешова С.А. Журинов М.Ж. Исследование растворения молибдена в соляной кислоте при поляризации переменным током // Вестник НАН РК. – 2010. – № 5. – С. 53-57.
- [10] Баешов А., Иванов Н.С., Журинов М.Ж. Электрохимическое поведение молибдена в серноокислых растворах // Доклады НАН РК. – 2010. – № 5. – С. 29-33.
- [11] Баешов А., Иванов Н.С., Мырзабеков Б., Журинов М.Ж. Электрохимическое поведение молибдена в солянокислых растворах / Промышленность Казахстана. – 2010. – № 6(63). – С. 83-86.
- [12] Баешов А., Баешова С.А., Журинов М.Ж. Электрохимический способ переработки молибденового лома и отходов / Предварительный патент РК № 18333 от 12.09.05., бюл. №3, 2007.
- [13] Баешова С.А. Электрохимическое поведение молибдена в солянокислых растворах при поляризации промышленным переменным током // Вестник КазНУ им. Аль-Фараби. – 2004. – № 1(33). – С. 94-99.

- [14] Баешова С.А., Баешов А. Электрохимическое растворение молибдена в сернокислым растворе при поляризации переменным током // Химический журнал Казахстана. – 2004. – № 1. – С. 74-79.
- [15] Баешова С.А., Ревенко С., Баешов А. Электрохимическое поведение молибдена в растворе нитрата аммония при поляризации промышленном переменным током // Вестник НАН РК. – 2004. – № 6. – С. 165-171.
- [16] Баешова С.А., Журинов М.Ж., Баешова А. Поведение молибдена в растворе гидроксида калия при поляризации переменным током // Известия НАН РК. – 2005. – № 2. – С. 31-37.
- [17] Баешова С.А., Баешов А. Электрохимическое поведение молибдена в карбонатных растворах при поляризации промышленным переменным током // Материалы семинара – совещания. Проблемы совершенствования технологий на обогатительных предприятиях Казахстана – наука и практика. – Алматы, 2002. – 231 с.
- [18] Баешов А., Баешова А.К. Заманауи электрохимиялық технологиялардың ғылыми негізін жасау // Сб. докл. VIII-межд. Беремжановского съезда по химии и химической технологии. – Усть-Каменогорск, 2014. – С. 68-72.
- [19] Баешов А. Электрохимический синтез неорганических соединений // Национальный доклад НАН РК по науке (за 2011 год). – Астана-Алматы, 2011. – Т. 8. – С. 5-64.
- [20] Баешов А. Электрохимические процессы при поляризации нестационарными токами // Национальный доклад по науке «О состоянии и тенденциях развития мировой и отечественной науки» // Известия НАН РК (серия химии и технологии). – 2011. – № 2. – С. 3-23.

## REFERENCES

- [1] Vas'ko A.T., Kovach S.K. Jelektrohimiya tugoplavkih metallov. Kiev: Tehnika, 1983. 148 p.
- [2] Frimen R.R. Svoystva i oblasti primeneniya tehničeskogo molibdena i ego splavov // V knige «Molibden» pod red. Natanson A. K. M.: Izdatel'stvo inostrannoj literatury, 1969. P. 11-27.
- [3] Songina O.A. Redkie metally. M.: Metallurgija, 1964. 568 p.
- [4] Natanson A.K. Molibden. M.: Metallurgija, 1959. 304 p.
- [5] Vas'ko A.T. Jelektrohimiya molibdena i vol'frama. Kiev: Naukova dumka, 1977. 171 p.
- [6] Busev A.I. Analitičeskaja himija molibdena. M.: Metallurgija, 1962. 7 p.
- [7] Baeshov A., Baeshova S.A., Ivanov N.S., Abduvalieva U.A., Konurbaev A.E. Jelektro-rastvorenije rjada tugoplavkih metallov pri nestacionarnom rezhime poljarizacii // Tezisy dokladov XIX Mendeleevskogo s#ezda po obshhej i prikladnoj himii. Vol. 3. Volgograd, 2011. P. 301-302.
- [8] Baeshov A., Ivanov N.S., Dauletbaev A.S. Zhurinov M.Zh. Jelektrohimičeskoe povedenie molibdena v ammiachnyh rastvorah // Izvestija NAN RK. Ser. him. 2010. N 6. P. 49-52.
- [9] Baeshov A., Dauletbaev A.S., Baeshova S.A. Zhurinov M.Zh. Issledovanie rastvorenija molibdena v soljanokislote pri poljarizacii peremennym tokom // Vestnik NAN RK. 2010. N 5. P. 53-57.
- [10] Baeshov A., Ivanov N.S., Zhurinov M.Zh. Jelektrohimičeskoe povedenie molibdena v sernokislyh rastvorah // Doklady NAN RK. 2010. N 5. P. 29-33.
- [11] Baeshov A., Ivanov N.S., Myrzabekov B., Zhurinov M.Zh. Jelektrohimičeskoe povedenie molibdena v soljanokislyh rastvorah // Promyshlennost' Kazahstana. 2010. N 6(63). P. 83-86.
- [12] Baeshov A., Baeshova S.A., Zhurinov M.Zh. Jelektrohimičeskij sposob pererabotki molibdenovogo loma i othodov // Predvaritel'nyj patent RK № 18333. ot 12.09.05., bjul. №3, 2007.
- [13] Baeshova S.A. Jelektrohimičeskoe povedenie molibdena v soljanokislyh rastvorah pri poljarizacii promyshlennom peremennym tokom // Vestnik Kaz NU im. Al'-Farabi. 2004. N 1(33). P. 94-99.
- [14] Baeshova S.A., Baeshov A. Jelektrohimičeskoe rastvorenije molibdena v sernokislym rastvore pri poljarizacii peremennym tokom // Himičeskij zhurnal Kazahstana. 2004. N 1. P. 74-79.
- [15] Baeshova S.A., Revenko S., Baeshov A. Jelektrohimičeskoe povedenie molibdena v rastvore nitrata ammonija pri poljarizacii promyshlennom peremennym tokom // Vestnik NAN RK. 2004. N 6. P. 165-171.
- [16] Baeshova S.A., Zhurinov M.Zh., Baeshova A. Povedenie molibdena v rastvore gidrookside kalija pri poljarizacii peremennym tokom // Izvestija NAN RK. 2005. N 2. P. 31-37.
- [17] Baeshova S.A., Baeshov A. Jelektrohimičeskoe povedenie molibdena v karbonatnyh rastvorah pri poljarizacii promyshlennym peremennym tokom // Materialy seminar – soveshhanija. Problemy sovershenstvovanija tehnologij na obogatitel'nyh predpriyatijah Kazahstana – nauka i praktika. Almaty, 2002. 231 p.
- [18] Baeshov A., Baeshova A.K. Zamanaui jelektrohimiyałyq tehnologijalardıń ғылыми негізін жасау // Sb. dokl. VIII-mezhd. Beremzhanovskogo s#ezda po himii i himičeskoi tehnologii. Ust'-Kamenogorsk, 2014. P. 68-72.
- [19] Baeshov A. Jelektrohimičeskij sintez neorganicheskih soedinenij // Nacional'nyj doklad NAN RK po nauke (za 2011 god). Astana-Almaty, 2011. Vol. 8. P. 5-64.
- [20] Baeshov A. Jelektrohimičeskije processy pri poljarizacii nestacionarnymi tokami // Nacional'nyj doklad po nauke «O sostojanii i tendencijah razvitija mirovoj i otechestvennoj nauki». Izvestija NAN RK (serija himii i tehnologii). 2011. N 2. P. 3-23.

А. Б. Башов<sup>1</sup>, М. М. Сапиева<sup>1</sup>, А. К. Башова<sup>2</sup>, У. А. Абдувалиева<sup>1</sup>, М. Ж. Журинов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>АО«Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского», Алматы, Казахстан,

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

### РАСТВОРЕНИЕ МОЛИБДЕНОВОГО ЭЛЕКТРОДА ПРИ ПОЛЯРИЗАЦИИ АНОДНЫМ ИМПУЛЬСНЫМ ТОКОМ

**Аннотация.** Приведены результаты исследования электрохимического поведения молибдена при поляризации пары электродов «молибден-графит» анодным импульсным током в растворе гидроксида натрия. Сняты анодно-катодные циклические потенциодинамические поляризационные кривые молибдена в щелочной среде, и установлено, что при потенциалах «минус» 0,1 - «плюс» 0,3 В образуются два его максимума анодного окисления. Показано, что с потенциала «плюс» 1,75 В молибден начинает растворяться в режиме «транспассивации». Методом электролиза на выход по току растворения металла исследовано влияние плотности тока (500-5000 А/м<sup>2</sup>), концентрация гидроксида натрия (0,5-2,5М) и продолжительности электролиза (0,5-2,5 ч). Показано, что с увеличением плотности тока на молибденовом электроде выход по току растворения металла повышается до 71 % при 4000 А/м<sup>2</sup>. Установлено, что максимальный выход по току растворения молибдена (79%) наблюдается при концентрации гидроксида натрия 0,5 М, самое низкое значение выхода по току (31%) наблюдается при концентрации щелочи 1,5 М. При исследовании влияния продолжительности электролиза установлено линейное повышение выхода по току растворения молибдена.

**Ключевые слова:** импульсный переменный ток, молибден, электролиз, поляризация, выход по току, щелочь, плотность тока, концентрация, электрод.



**A. E. Konurbayev, A. B. Bayeshov, G. N. Ibragimova, A. B. Makhanbetov, U. A. Abduvaliyeva**

“D. V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry” JSC, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: armanmab@mail.ru, abdumida14@gmail.com

## INFLUENCE OF VARIOUS PARAMETERS ON THE FORMATION OF MIXED ALUMINUM AND IRON CONTAINING COAGULANTS

**Abstract.** In this article methods of electrochemical synthesis of the coagulants which applied in water purification are considered. The influence current density and concentration of acid to electrochemical dissolution aluminum and iron containing wastes. The results obtained during dissolution metals by polarization AC and DC industrial frequency are given.

Initial researches have shown that in solution of sulfuric acid at anode polarization of aluminum electrodes dissolution isn't observed, and on their surface aluminum oxide is formed

When carrying out electrolyzing by the alternating current aluminum electrodes in the electrolyte containing 0,5 N iron sulfate and 0,125 N of sulfuric acid, intensive dissolution are established with a current efficiency of 54.8% Further increase in acidity of solution lead to side reactions, which in turn leads to a decrease the current efficiency (CE) of aluminum dissolution.

At electrolysis in sulfate solution of iron with increasing current density on the aluminum electrodes in the range 100-400 A/m<sup>2</sup>, an increase CE from 34 to 62% is observed. With increase current density to 500 A/m<sup>2</sup> the current efficiency insignificantly decreases. Decrease a current efficiency, and dissolution of metal with increase in current density can be explained with passivation of electrodes surface.

The compounds received after electrolysis are analyzed by method x-ray phase as a result of which reflexes of iron and aluminum are received.

**Key words:** iron, aluminum, electrolysis, coagulant, coagulation, polarization, electrode, AC.

УДК 541.13

**А. Е. Конурбаев, А. Б. Баешов, Г. Н. Ибрагимова, А. Б. Маханбетов, У. А. Абдувалиева**

«Д. В. Сокольский атындағы жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ, Алматы, Қазақстан

## ҚҰРАМЫНДА АЛЮМИНИЙ МЕН ТЕМІР БАР АРАЛАС КОАГУЛЯНТТАРЫНЫҢ ТҮЗІЛУ ПРОЦЕСІНЕ ӘРТҮРЛІ ПАРАМЕТРЛЕРДІҢ ӘСЕРІ

**Аннотация.** Ұсынылып отырған мақалада суды тазарту кезінде қолданатын коагулянттарды электрохимиялық синтездеу жолдары қарастырылды. Құрамында темір иондары бар ортада алюминий электродын электрохимиялық ерітуде электродтардағы ток тығыздығының және қышқыл концентрацияларының әсері зерттеліп, тиімді мәндері анықталды. Металды еріту тұрақты және өндірістік жиіліктегі айнымалы токпен поляризациялау кезінде жүргізіліп, олардың нәтижелері келтірілді.

Алғашқы зерттеулер күкірт қышқылы ерітіндісінде анодты поляризацияланған алюминий электродының ерімейтіндігі және оның бетінде алюминий оксиді қосылысының түзілетіндігі көрсетілді.

Құрамы 0,5 н темір сульфатынан және 0,125 н күкірт қышқылынан тұратын электролитте электролиз жүргізгенде айнымалы токпен поляризацияланған алюминий электроды белсенді еріп, ток бойынша шығым 54,8 %-ға тең мәнді көрсетті. Ерітінді қышқылдылығын ары қарай арыттыру токтың қосымша реакциялардың жүруіне мүмкіндік беріп, нәтижесінде алюминийдің еруінің ТШ мәні төмендеді.

Күкірт қышқылды темір сульфаты бар ерітіндіде жүргізілген электролиз барысында алюминий электродтарының ток тығыздығын  $100-400 \text{ A/m}^2$  аралығында өсіргенде металдың еруінің ТШ-сының 34 %-дан 62 %-ға жоғарылауы байқалды. Электрод ток тығыздығын  $500 \text{ A/m}^2$  мәнге жоғарылатқанда ТШ мәні аздап төмендеді. Ток тығыздығын жоғарылатқанда металдың еруінің ТШ мәнінің төмендеуі электрод бетінің пассивтелуімен байланысты тұжырымдалды.

Электролиз соңында алынған қосылыстың құрамына рентгенофазалық талдау зерттеу жұмыстары жүргізіліп, нәтижесінде темір және алюминиге сәйкес рефлекстер алынды.

**Тірек сөздер:** темір, алюминий, электролиз, коагулянт, коагуляция, поляризация, электрод, айнымалы ток.

Халықтың саны арытып, қоршаған ортаның тазалығына деген талаптар күшейген уақытта, тауарлы өнімдердің саналуан түріне сұраныс ұлғайып, өндіріс орындары көбеюде. Олардан шығып жатқан қалдықтар, ауыр метал тұздары, органикалық заттар және т.б. әртүрлі химиялық қосылыстар биосфераға лақтырылып тасталып, жаңбыр және басқа да ағызынды суларында еріп өзен-көлдердегі суларды ластап, олар арқылы ауыз суға қосылып, қоршаған ортаға үлкен залалын тигізуде [1-4]. Кейінгі кезде ластанған суды әртүрлі ұсақ дисперсті жүзгіндер мен еріген химиялық қосылыстардан тазартуда пайдаланылатын әдістер және технологиялар жетілдіріп, оңтайландырылған жаңа тәсілдерді ұсыну қажеттілігі туындап отыр. Мұндай ауқымды суды тазарту жұмыстарын жүргізуде кеңінен падаланылатын экологиялық қауіпсіз заманауи қосылыстың бірі – коагулянттар мен флокулянттарды қолдану болып табылады [5-8].

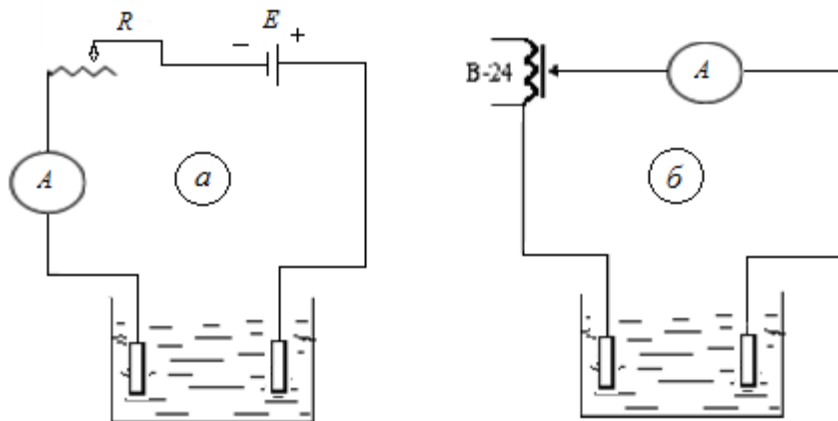
Осыған байланысты суды тазалауда темір және алюминий негізіндегі маңызды коагулянт алудың қарапайым технологиясы мен әдіс-тәсілдерін жасау бүгінгі күні өзекті мәселелердің бірі болып отыр.

Алюминий қосылысы –  $\text{Al}(\text{OH})_3$  сулы ортада әртүрлі органикалық жүзгіндерді өзіне адсорбциялайтын жоғары коагулянттық қасиетке ие. Құрамында алюминий және темір бар аралас коагулянттарды алуды алюминий қалдықтарын еріту арқылы іске асыруға болатындығы [9-11] жұмыстарда айтылған болатын.

Алюминий айтарлықтай электртеріс потенциал мәніне ие болғанымен коррозиялық тұрақтылығы жоғары, сулы ортада беті оксидтік қабатпен қапталып, оның ары қарай еруінен қорғайды. Аталған қасиеті алюминий металын химиялық ерітуде қиындықтар туғызып, технологияны экономикалық тиімсіз етіп, өндірісте пайдалануды шектейді. Осыған орай қазіргі таңда алюминийді еріту жұмыстарында электрохимиялық әдістер көптеп қарастырылуда [12, 13]. Сондықтан алюминий металын электрохимиялық жолмен еріту процестерінде электролиз параметрлерінің әсерін зерттеу маңызды мәселелердің бірі болып табылады.

Ұсынылған жұмыста күкірт қышқылы мен темір сульфаты қосылыстарынан тұратын электролит және электродтар ретінде бір-бірінен ара-қашықтығы 3-5 мм орналасқан, ауданы  $0,0039 \text{ m}^2$  алюминий пластиналары қолданылды. Электролиз, көлемі 100 мл электролизерде жүргізілді.

Алғашқы зерттеулерде алюминий электродын еріту жұмыстары тұрақты токпен анодты поляризациялау арқылы (1а-сурет) жүргізілді. Металдың еріген салмағы электролизге дейінгі және соңында өлшенген электрод массасының айырымы бойынша есептелді.



1-сурет – Алюминий электродын ерітуде қолданылған қондырғының принципіалды схемасы:  
 а – тұрақты токпен поляризацияланғанда; б – айнымалы токпен поляризацияланғанда

Ток тығыздығының және қышқыл концентрациясының алюминий электродының анодтық еруіне әсері қарастырылды (кесте).

Анодты токпен поляризацияланған алюминиге ондағы ток тығыздығының және қышқыл концентрациясының әсері

Тәжірибе нөмірі	$I_a, A$	$i_a, A/m^2$	$[H_2SO_4], n$	$t, ^\circ C$	m, г	
					бастапқы, ( $m_1$ )	соңғы, ( $m_2$ )
1	0,39	100	0,1	20	15,7891	15,7893
2	0,78	200	0,1	20	15,7890	15,7892
3	0,39	100	0,1	20	17,8638	17,8640
4	0,39	100	0,5	20	17,8637	17,8638
5	0,39	100	1,0	20	17,8636	17,8638

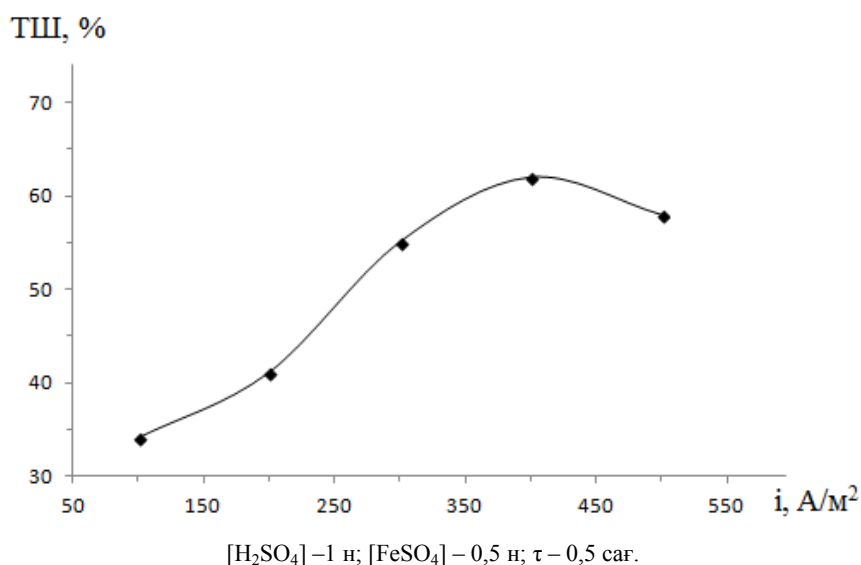
1-кестеде көрсетілгендей электролиз барысында күкірт қышқылы концентрациясын және электродтағы ток тығыздығын арыттырғанда анодтық алюминийдің еруінің ток бойынша шығымы айтарлықтай өзгеріске ұшырамайды. Керісінше барлық жағдайда да анодтық металдың массасы 0,001 %-ға өскенін байқауға болады. Мұндай құбылысты – анодты поляризация кезінде электрод бетінде металдың оксидтік қабатының ( $Al_2O_3$ ) түзілуімен (1-реакция) түсіндіруге болады [14, 15]:



Келесі зерттеулерде алюминий электродының электрохимиялық еруі жиілігі 50 Гц өндірістік айнымалы токпен поляризациялау кезінде жүргізілді (1б-сурет).

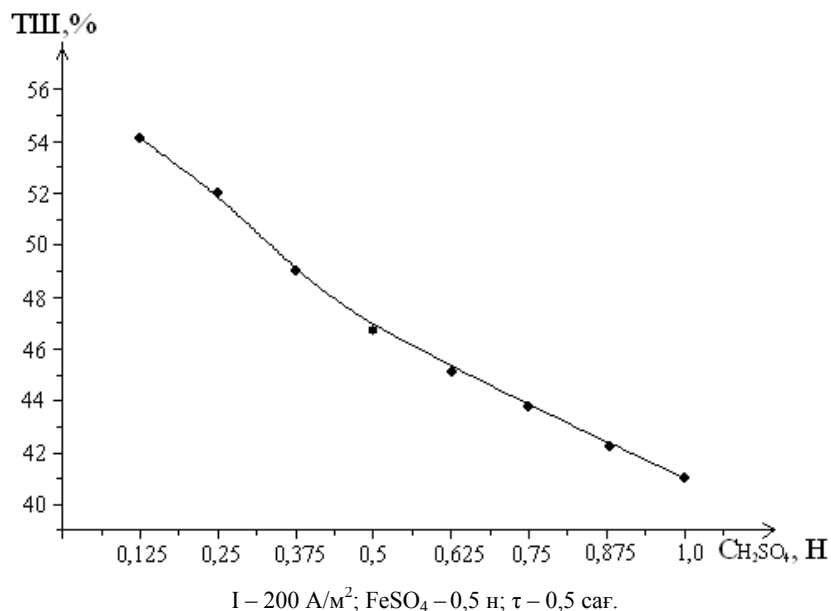
Бұл зерттеулер 1,0 н күкірт қышқылы және 0,5 н темір сульфаты бар электролит ерітіндісінде орындалды. Бұл жағдайда айнымалы токпен поляризацияланған алюминий электродтарының белсенді еруі байқалды. Ток бойынша шығым жоғарғы мәнге ие болды (58 %). Алюминий металының тұрақты токпен поляризациялағанда ерімегендігін ескерсек, алынған нәтиженің практикалық маңызы өте зор деп есептеуге болады.

2-суретте ток тығыздығының алюминий электродының еруінің ТШ-ға әсері туралы мәліметтер келтірілген. Ток тығыздығын 100-200  $A/m^2$  аралығында өсіргенде ТШ мәнінің 34-тен 41 %-ға дейін баяу жоғарылап, ток тығыздығын 400  $A/m^2$  мәнге жоғарылатқанда бірден 62 %-ға дейін өсіп, ең үздік нәтижеге қол жеткізілгенін байқауға болады. Бұл жағдайда айнымалы ток әсерінен алюминий электродының пассивтелуі жойылып, айнымалы токтың анод жартылай периодында еруі активтенеді. Ток тығыздығын 400  $A/m^2$  мәннен жоғарылату кезінде оттегі газының бөлінуі нәтижесінде ТШ-ның төмендеуі орын алады.



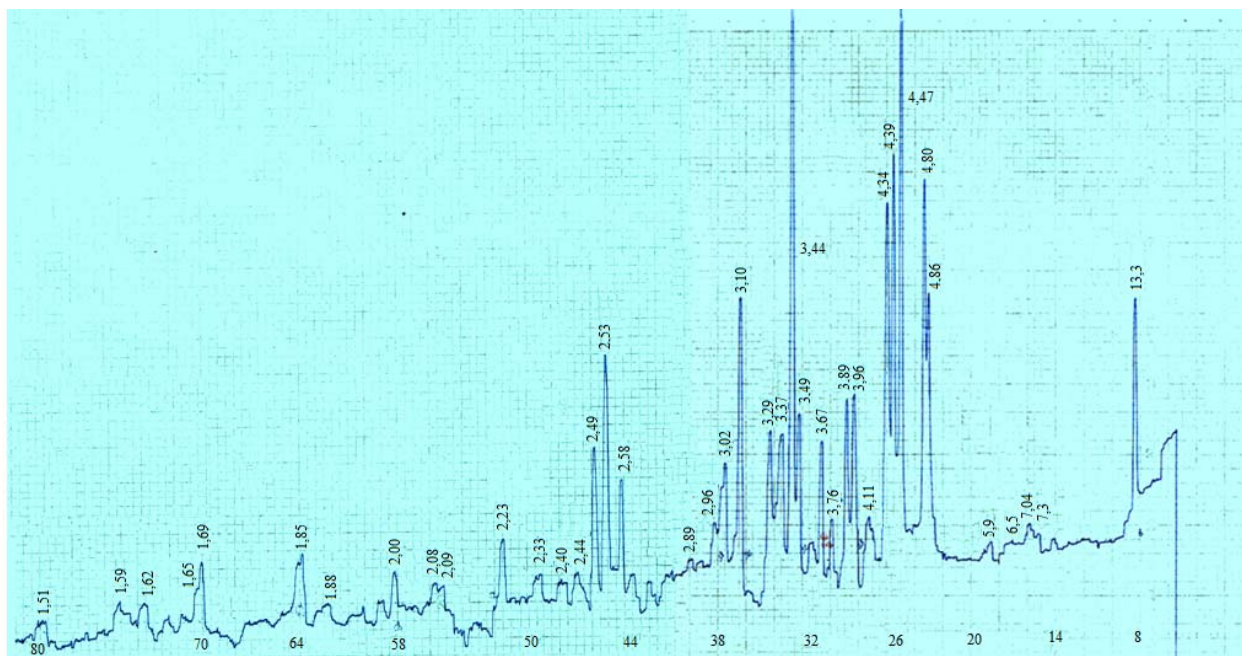
2-сурет – Айнымалы токпен поляризацияланған алюминидің еруіне электродтардағы ток тығыздығының әсері

Келесі жұмыстар алюминий электролизінде еру процесінің ток бойынша шығымына негізгі параметрлерінің бірі саналатын қышқыл концентрациясының әсерін зерттеуге бағытталды (3-сурет). Пайдаланылған күкірт қышқылы концентрацияларының әсері 0,125-1,0 н аралығында қарастырылды.



3-сурет – Айнымалы токпен поляризацияланған алюминидің еруіне күкірт қышқылының концентрацияларының әсері

Электролит құрамындағы күкірт қышқылының 0,125 н концентрациясында алюминий электродының белсенді еруі байқалып, нәтижесінде ТШ 54,8 %-ға тең мәнге ие болды. Қышқыл концентрациясын ары қарай жоғарылату электродта қосымша реакциялардың жүруіне мүмкіндік беріп, ТШ мәні баяу төмендеп, 1,0 н күкірт қышқылды ортада ТШ 40,9 %-ға тең болды. [16, 17]



Рефлекстер, Å: 7,3; 7,0; 6,5; 5,9; 4,86; 4,47; 4,39; 4,34; 4,11; 3,96; 3,89; 3,67; 3,49; 3,10; 3,02; 3,0; 2,96;  
–  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$  (ASTM 26-1010).

Рефлекстер, Å: 3,44; 3,37; 3,29; 2,53; 2,49; 2,08; –  $FeSO_4 \cdot H_2O$  (ASTM 21-925)

4-сурет – Анодтық еру нәтижесінде түзілген реагент Al-Fe коагулятының рентгенді дифрактограммасы

әдебиеттерде күкірт қышқылды электролит ортасында  $\text{SO}_4^{2+}$  иондары оттегіні тасымалдау қызметін атқарады деген болжамдар бар. Осыған орай алынған мәліметтерге күкірт қышқылының концентрациясының арытуы оттегінің көбірек бөлінуіне жағдай жасауы мүмкін деген тұжырым жасауға болады.

Рентгенограмма  $2\theta$  масштабта,  $8^\circ$ - $80^\circ$  интервалда сатылы тәртiпшпен түсірілді (саты – 0,1 град), әр бір саты 2 секунд сайын тіркеліп отырды. Алынған нәтижелерді өңдеу және элементарлы ұяшық параметрлерінің есептеулері STOE WIN XPOW Version 1.04 және «Powder-2» программалар көмегімен іске асырылды (4-сурет).

Талдау нәтижесінде алынған рефлекстер түзілген өнім құрамы  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  және  $\text{FeSO}_4$  қосылыстарынан тұратындығын көрсетіп отыр.

Қорыта айтқанда жиілігі 50 гЦ өндірістік айнымалы ток қатысында жүргізілген электродтық процестер нәтижесінде, стационарлы емес жағдайларда алюминиді еріту арқылы қажетті өнімдерді алуға болатындығына көз жеткізілді. Алюминий металын айнымалы ток қатысында құрамында темір иондары бар электролитте ерітіп, электролиз соңында дайын, аралас коагулянт ретінде пайдалануға болатын Al-Fe коагулянты алынды. Алюминий электродын ерітуде электролиз процесінің тиімді параметрлері ретінде – 0,1 н күкірт қышқылы, 0,5 н  $\text{FeSO}_4$  қосылысы бар электролит ортасы және  $400 \text{ A/m}^2$  ток тығыздығы таңдалды. Көрсетілген мәндерді ұстай отырып еріту процесін жүргізгенде, ең жоғары нәтижеге қол жеткізуге болатындығын зерттеу мәліметтері байқатты. Электролиз соңында жасалған талдау мәліметтері ерітінді құрамына өткен қосылыстар алюминий және темір сульфатына тиесілі екендігін көрсетті.

Қазақстан көлдеріне құятын өзендердің басым бөлігі шет ел мемлекеттерінен бастау алатындығын ескерсек, болашақта таза ауыз су мәселесі ең ауқымды проблемаларға айналуы мүмкін [18-20]. Өзен-көлдердің суын пайдалану мақсатында жасалатын тазарту жұмыстары еліміз үшін қашанда маңызды [21, 22]. Осыған байланысты суды тазартуда қолданатын тиімді реагент – Al-Fe аралас коагулянтын көрсетілген әдіс негізінде алу жұмыстарын жан-жақты зерттеу, сулардың ластануы мен ластанған суларды қалпына келтіру мәселелерін шешуге мүмкіндік береді.

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Запольский А.К., Баран А.А. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды. – Л.: Химия, 1987. – 250 с.
- [2] Стремиллова Н.Н. Новый высокоэффективный коагулянт на основе соединений титана для очистки природных и сточных вод // Тезисы докладов на III Международном конгрессе «Экватек-98». – 1998. – С. 311.
- [3] Астрелин И.М., Запольский В.А., Лысенко С.В. Исследование процесса получения смешанного коагулянта из отходов производства // Ж. прикл. химии. – 1999. – С. 2611-2613.
- [4] Пааль Л.Л., Кару Я.Я., Мендер Х.А., Репин Б.Н. Справочник по очистке природных и сточных вод. – М.: Высш. шк., 1994. – 358 с.
- [5] Драгинский В.Л. Коагуляция в технологии очистки природных вод. – М.: ГУП ВИМИ, 2005. – 576 с.
- [6] Кульский Л.А. Указания по применению смешанного алюможелезного коагулянта для обесцвечивания и осветления воды. – Изд-во Акад. Архитектуры УССР, 1985. – 106 с.
- [7] Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Современная электрохимия. – М.: Наука, 1965. – С. 110
- [8] Гетманцев С.В. Очистка промышленных сточных вод коагулянтами и флокулянтами. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2008. – 372 с.
- [9] Баешов А.Б. Электрохимические процессы при поляризации нестационарными токами // Известия НАН РК. – 2011. – С. 3-23.
- [10] Экология және таза су проблемалары. – Алматы: Дәнекер, 2003. – 270 б.
- [11] Баешов А.Б. Баешова А.К. Электрохимические способы получения неорганических веществ. – Lambert, Academic Publishing, Германия, 2012. – 72 с.
- [12] Потанина В.А. Эффективность применения алюможелезного коагулянта для очистки сточных вод. – М., 2005. – 369 с.
- [13] Баешов А.Б., Сарбаева М.Т., Сарбаева Г.Т. Өндірістік үш фазалы айнымалы токпен поляризацияланған алюминий электродының еруі // Материалы международной научно-практической конференции «Наука и образование в Центральном Казахстане». – Караганда, 2013. – С. 176-180.
- [14] Сороченко В.Ф. Комплексная химическая обработка воды с использованием алюмосодержащих отходов. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1984. – 166 с.
- [15] Бабенков Е.Д. Воду очищают коагулянты. – М.: Знание, 1983. – 464 с.
- [16] Цыганов Г.А., Мурашкина И.И. К вопросу о кинетике и механизме реакции катодного восстановления труднорастворимых соединений // Узб. Хим. журн. – 1965. – № 4. – С. 51-53.
- [17] Mishra D. Effect of anions during hydrothermal preparation of boehmites / D. Mishra, S. Anand, R.K. Panda, R.P. Das // Materials Letters. – 2002. – N 53. – P. 133-137.
- [18] Шутько А.П. Очистка воды основными хлоридами алюминия AlI. – Киев: Техника, 1984/ – 236 с.
- [19] United States patent № 3929666 Process for preparing basic aluminium salt solution / Y. Aiba, T. Furumori, S. Shinpo, K. Funabiki. Publish 30.12.2008. C02B 1/20, C01F 7/74, C01F 7/76.

- [20] Қоңырбаев А.Е., Баешов А.Б., Ибрагимова Г.Н., Мырышова А.С. Темір және алюминийдің аралас тұздарын электродтарды айнмалы токпен поляризациялау арқылы алу // Известия НАН РК. – 2015. – № 5. – С. 126-133.
- [21] Қоңырбаев А.Е., Баешов А.Б., Ибрагимова Г.Н., Капсаламов Б.А. Алюминий электродтарын стационарлы емес токпен поляризациялау арқылы алюминий сульфатын алу // Международная научно-практическая конференция по Гидроэкологии «Гидрология и инновационные технологии в водном хозяйстве». – 2015. – С. 213-218.
- [22] Қоңырбаев Ә.Е., Баешов А.Б., Ибрагимова Г.Н., Мырышова А.С. Анодты импульсті токпен поляризацияланған алюминий электродының күкірт қышқылы ерітіндісіндегі еруі // Известия НАН РК. – 2016. – № 2. – С. 5-10.

#### REFERENCES

- [1] Zapolskiy A.K, Baran A. A. Koagulyanty and flocculants in water treatment processes. L.:Himya , **1987**, 1987-250 p. (in Russ.).
- [2] Stremilova N.N. new high coagulant based on titanium compounds for the treatment of natural and waste waters. Abstracts of the III International Congress "Ecowatech-98", 26-30 May, *Москва* , **1998**, 311 p. ( in Russ.).
- [3] Astrelin I.M., Zapolskiy V.A., Prikl S.V. // J. Himya **1999**, 2611-2613.
- [4] Guide to natural and waste waters. Paal L.L., Y.Y. Kara, Menderes H.A, Repin B.N. M.: High. sch, **1994**, 358 p. (in Russ.).
- [5] Drakinskij V.L. Koagulyacija v tehnologii ochildki prirodnyh V.L, Drakinskij, L.P, Alekseeva, S.V, Getmancev. M.: GUP VIMI, **2005**, 576 p. ( in Russ.).
- [6] Kulskij L.A. Instructions on application of the mixed alyumozhelezny coagulant for decolouration and clarification of water. Izd-vo Akad. Arhitektury USSR, **1985**, 106 p. ( in Russ.).
- [7] Damascene B.B., Peter O. Modern electrochemistry. M.: Nauka, **1965**, 110 p. (in Russ.).
- [8] Getmantes S.V. Industrial waste water treatment coagulant S.V., Getmantsev, Nechavev, L.V., Gandurina. M.: Publishing House of Ass, **2008**, 372 p. ( in Russ.).
- [9] Baeshov A.B. // Izvestiya NAN RK **2011**, 3-23 p. ( in Kaz.).
- [10] Baeshov A.B., Baeshova A.K. Electrochemical ways receiving inorganic substances. Lambert, Academic Publishing, Germany, **2012**, 72 p. ( in Kaz.).
- [11] Potanina V.A. Efficiency of application of an alyumozhelezny coagulant for sewage treatment. M.: **2005**, 369 p. (in Russ.).
- [12] Baeshov A.B., Sarbayeva M.T., Sarbayeva G.T. Materials of the international scientific and practical conference "Science and Education in the Central Kazakhstan". Karaganda, **2013**. 176-180 p. ( in Kaz.).
- [13] Sorochenko V.F. Kompleksnaja himicheskaja obrabotka vody s ispol'zovaniem aljumosoderzhashhih othodov. M.: CNIITJenefehim, **1984**, 166 p. (in Russ.).
- [14] Babenkov E.D. Water is cleared by coagulants. M.: Znanie, **1983**, 464 p. ( in Russ.).
- [15] Mishra D.S., Anand R.K., Panda R.P. Das Materials Letters. **2002**, 53, 133-137 (in Eng.).
- [16] Shut'ko A.P. Water purification by the main chlorides of aluminum AL I. Kiev: Tehnika, **1984**, 236 p. ( in Russ.).
- [17] United States patent № 3929666 Process for preparing basic aluminium salt solution Y. Aiba, T. Furumori, S.Shinpo, K. Funabiki. Publish 30.12.**2008**, C02B 1,20, C01F 7,74, C01F 7,76 ( in Eng.).
- [18] Konurbaev A.E., Baeshov A.B, Ibragimova G.N., Myryshova A.S. Mixed salts of aluminium and iron with electrodes, the polarization of alternating current // Proceedings of NAS RK. **2015**, 5, 126-133 p. ( in Kaz.).
- [19] Konurbaev A.E., Bayeshov A.B., Ibragimova G.N., Kapsalyamov B.A. Metal electrodes. aluminum sulfate stationary not to remove // aluminum through to polariz. //The international scientific and practical conference on Hydroecology "A hydrology and innovative technologies in a water management". **2015**. P. 213-218 p. ( in Kaz.).
- [20] Konurbaev A.E., Baeshov A.B, Ibragimova G.N., Myryshova A.S. Dissolution of aluminum electrode polarized by anodic impulse current in sulfuric acid // proceedings of NAS RK **2016**. 2. 5-10 p. ( in Kaz.).

**А. Е. Конурбаев, А. Б. Баешов, Г. Н. Ибрагимова, А. Б. Маханбетов, У. А. Абдувалиева**

АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского» Алматы, Казахстан

#### **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ СМЕШАННЫХ АЛЮМИНИЙ- И ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ КОАГУЛЯНТОВ**

**Аннотация.** В статье рассмотрены способы электрохимического синтеза коагулянтов, применяемых в очистке воды. Исследовано влияние плотности тока на электродах и концентрации кислоты на электрохимическое растворение алюминий- и железосодержащих отходов и определены оптимальные их значения. Приведены результаты, полученные при растворении металла поляризацией постоянным и переменным током промышленной частоты. Первоначальные исследования показали, что в растворе серной кислоты при анодной поляризации алюминиевых электродов растворение не наблюдается, а на их поверхности образуется оксид алюминия. При проведении электролиза переменным током алюминиевых электродов в электролите, содержащем 0,5 н сульфат железа и 0,125 н серной кислоты, установлено интенсивное растворение алюминия с выходом по току 54,8 %. Дальнейшее увеличение кислотности раствора приводит к протеканию побочных реакций, что, в свою очередь, приводит к снижению ВТ растворения алюминия. При электролизе сернокислого раствора сульфата железа с увеличением плотности тока алюминиевых электродов в диапазоне 100-400 А/м<sup>2</sup> наблюдается увеличение ВТ с 34 до 62 %. С увеличением плотности тока до 500 А/м<sup>2</sup> ВТ незначительно снижается. Снижение ВТ растворения металла с увеличением плотности тока можно объяснить пассивацией поверхности электрода. Полученные после электролиза соединения анализированы методом РФА, в результате которого получены рефлексы железа и алюминия.

**Ключевые слова:** железо, алюминий, электролиз, коагулянт, коагуляция, поляризация, электрод, переменный ток.

**Zh. D. Dostay<sup>1</sup>, E. A. Tursunov<sup>1</sup>, A. K. Kurbaniyazov<sup>2</sup>, G. Zh. Nurgaliyeva<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Institute of geography of PK, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>The international Kazakh-Turkish university of H. A. Yasavi, Turkestan, Kazakhstan,

<sup>3</sup>Atrau State university of H. Dosmukhamedova, Kazakhstan.

E-mail: abilgazi@mail.ru

## MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF THE LAKE BALKASH BY RESULTS OF BATIMETRICHESKY SHOOTING IN 2011–2013

**Abstract.** The first hydrometric works on the lake belong to the beginning of the 20th century. They were organized by a hydrometric part of department of improvements in case of the ministry of agriculture in 1910. Hydrographic inspections of a hollow of the lake Balkash are executed in 1943–1944 by a hydrographic batch of Management of a gidrometsluzhba of the former Kazakh SSR. In 2011–2013 the Institute of geography of RK performed batimetrichesky works on the lake Balkash on refining of morphometric characteristics using the cabin motor boat Quicksilver 640 with small draft, with use of the sonic depth finder - a kartplotter of Lowrance HDS 10 on the basis of which modern batimetrichesky maps of the lake Balkash were constructed on the basis of use of the Argis software product. Location of points of measurement were determined by mate laying. By results of works batigrafichesky and volume curves as lakes in general, and separately its western and east parts were constructed. After these researches there passed more than 30 years and accuracy of the taken measurements leaves much to be desired that determines need of these researches.

**Keywords:** morphometry, lake Balkash, batimetrichesky shooting, cartography, hydrography, dynamics, hollow.

УДК 556

**Ж. Д. Достай<sup>1</sup>, Э. А. Турсунов<sup>1</sup>, А. К. Курбаниязов<sup>2</sup>, Г. Ж. Нурғалиева<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Институт географии РК, Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>Международный казахско-турецкий университет им. Х. А. Ясауи, Туркестан, Казахстан,

<sup>3</sup>Атрауский государственный университет им. Х. Досмухамедова, Казахстан

## МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЗ. БАЛКАШ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ БАТИМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ В 2011–2013 ГГ.

**Аннотация.** Первые гидрометрические работы на озере относятся к началу XX века. Они были организованы гидрометрической частью отдела улучшений при министерстве земледелия в 1910 году. Гидрографические обследования котловины оз. Балкаш выполнены в 1943–1944 гг. гидрографической партией Управления гидрометслужбы бывшей Казахской ССР. В 2011–2013 годах Институтом географии РК были выполнены батиметрические работы на оз. Балкаш по уточнению морфометрических характеристик с применением каютного катера Quicksilver 640 с малой осадкой, с использованием эхолота - картплоттера Lowrance HDS 10, на основе которых были построены на основе использования программного продукта Argis современные батиметрические карты оз. Балкаш. Местоположение точек измерения определялись путем штурманской прокладки. По результатам работ были построены батиграфические и объемные кривые как озера в целом, так и отдельно его западной и восточной частей. После этих исследований прошло более 30 лет и точность проведенных измерений оставляет желать лучшего, что определяет необходимость данных исследований.

**Ключевые слова:** морфометрия, оз. Балкаш, батиметрическая съемка, картография, гидрография, динамика, котловина.



**Введение.** Уровень оз. Балкаш, как у других бессточных озер полуаридной зоны, испытывает крупномасштабные многолетние и вековые циклические колебания, обусловленные изменчивостью климата [1-4].

Письменная информация об озере Балкаш известна с 13 века (В.Рубрук, П.Карпини). Конкретные исследования оз.Балкаш начинаются в 17 веке. Русский картограф и историк С.У.Ремизов в 1645 г. в атласе "Чертежи всех сибирских городов и земель" оз.Балкаш приводит под названием "Тениз". В начале 18 в. на озере проводились геодезические измерения. А в 19 веке материалы об озере отражены в картах Клапрота (1836) и известного картографа И.Т.Рената. Имеются информации в трудах П.В.Рихтгофена (1877) и А.Ф. Гумбольд (1844). В изучении оз.Балкаш принимали участие и другие русские ученые, которые организовали многочисленные экспедиционные исследования (И.В. Мушкетов, П.Ф. Домрачев, В.Н. Абросов, Л.И. Лев, Н.М. Страхов, Д.Г. Сапожников, М.Н. Тарасов).

В 1981–1989 гг. на озере проводили исследования Государственный Гидрологический Институт (г.С.-Петербург), КазНУ им. аль-Фараби, Институт географии НАН РК. Институт географии НАН РК продолжает эти комплексные исследования.

Первые гидрометрические работы на озере относятся к началу 20 века. Они были организованы гидрометрической частью отдела улучшений при министерстве земледелия в 1910 году. Гидрографические обследования котловины оз. Балкаш выполнены в 1943–1944 гг. гидрографической партией Управления гидрометслужбы бывшей Казахской ССР. В 1960-1963 гг. сектором географии АН КазССР (ныне Институт географии РК) проводились батиметрические съемки котловины, изучение их морфометрии и динамики берегов [5-7].

В 1970 гг. Гидропроектом и в 1977 г. с поправками Чистяевой С.П. были уточнены морфометрические характеристики озера Балкаш [11]. В 1984-1985 гг. кафедрой гидрологии суши КазНУ им. аль-Фараби (быв. КазГУ им. С. Кирова) были организованы экспедиционные работы для уточнения батиметрической карты озера Балкаш путем эхолотирования его водной толщи. Результаты этих исследований были опубликованы в [8, 9]. Исследования морфометрических характеристик оз. Балкаш в 1984–1985 годах проводились с судна «Гариф Мусин», являющимся рыболовецким траулером длиной 17,5 м, шириной 4 м и с осадкой 1,8 м, что не позволяло производить измерение глубин прибрежной мелководной части озера. Местоположение точек измерения определялись путем штурманской прокладки. По результатам работ были построены батиграфические и объемные кривые как озера в целом, так и отдельно его западной и восточной частей. После этих исследований прошло более 30 лет и точность проведенных измерений оставляет желать лучшего, что определяет необходимость данных исследований.

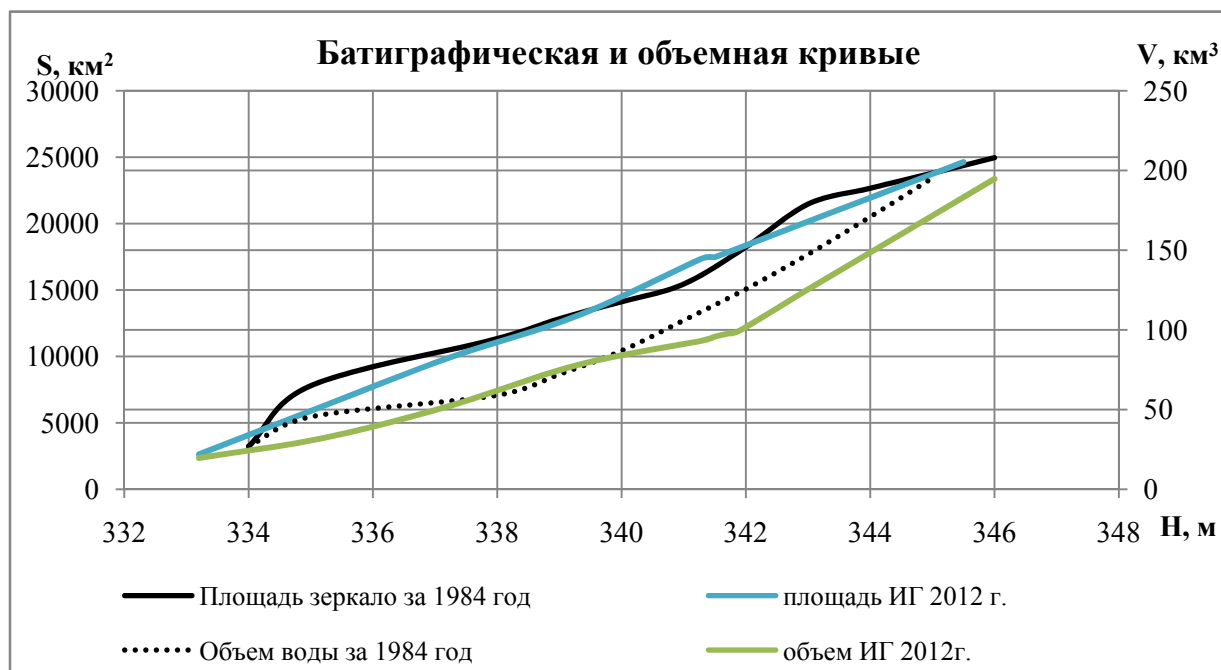
**Цель и методика исследований.** В 2011–2013 годах Институтом географии РК были выполнены батиметрические работы на оз. Балкаш по уточнению морфометрических характеристик с применением каютного катера Quicksilver 640 с малой осадкой, с использованием эхолота - картплоттера Lowrance HDS 10, на основе которых были построены на основе использования программного продукта Argis современные батиметрические карты оз. Балкаш.

**Результаты исследований.** По результатам съемки 2011 и 2012 годов была построена батиметрическая карта масштаба 1: 500 000, а по результатам съемки 2013 года 1: 200 000 масштаба.

Батиметрическая съемка 2011–2013 годов показала, что значения глубины озера на его середине отличается малой изменчивостью. Изменение глубин происходит в большинстве случаев на расстоянии менее одного км от уреза берега. Кроме того в прибрежной части озера наблюдается большое количество песчаных гряд, которые являются подвижными и меняют свои геометрические размеры, а также ориентации в зависимости от скоростей и направлений ветров.

На рисунке приведены батиграфические и объемные кривые, построенные по результатам батиметрической съемки 1984 года, с использованием данных Гидрометслужбы РК и по съемке, проводимой Институтом географии в 2011 и 2012 годах. Площади зеркала по данным Института географии за 1984, 2012 и по данным Казгидромета отличает хорошая сходимость результатов особенно в диапазоне инструментальных наблюдений (рисунок), а расхождение при малых значениях уровня воды объясняется различными методами аппроксимации при построении линии тренда используемыми инженерами Казгидромета и научными сотрудниками Института географии.





Сравнение батиграфических и объемных кривых оз. Балкаш,  
 построенных институтом географии в 1984 году и по данным 2012 г.

Объемные кривые, построенные по данным Казгидромета и по результатам батиметрической съемки выполняемой в 2011–2013 годы институтом географии также хорошо сходятся при значениях уровня воды от 340,0 до 345,0 м. абс. Объемные кривые на рисунке, построенные по данным института географии в 1984 и 2011–2013 годов, наоборот имеют расхождение как раз в этих диапазонах и хорошую сходимостью объемной кривой 2013 года с кривой Казгидромета.

**Выводы.** Расхождения можно объяснить, в первую очередь, почти 30-летней разницей в технологиях как инструментальных измерений, так и камеральной обработки. С другой стороны, имеются незначительные изменения рельефа дна в восточной глубоководной части (максимальная глубина по данным батиметрической съемки 2012 года составила 24,5 м при уровне воды 342,5 мБС в то время как по данным государственного гидрологического института (ГГИ) она имела значение 26 м при уровне 341,5 мБС. Так же произошли изменения очертания берегов за счет зарастания камышом с последующим образованием песчаных баров в Западной мелководной части. Наблюдается существенное сужение протоки Узынарал с 8 до 1,5 км.

Все это в совокупности является причиной расхождения между объемными кривыми, построенными Институтом географии по данным 1984 и 2012 годов. Учитывая сходимость с объемной кривой Казгидромета считаем, что построенная Институтом географии за 2013 год объемная и гидрографическая кривые с применением ГИС технологий наиболее правильные. Вместе с тем, необходимы исследовательские работы по дальнейшему уточнению морфометрических характеристик котловины озера в более крупном масштабе с детализацией отдельных бухт, заливов, а так же мелководных прибрежных частей озера.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ресурсы поверхностных вод СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1967, 1970. – Т. 13, вып. 2. – 645 с.
- [2] Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. – Л.: Гидрометеиздат, 1967, 1980. – Т. 13, вып. 2.
- [3] Курдин Р.Д. О роли дельты р.Или и климатических факторов в колебаниях уровня оз. Балкаш // Водные ресурсы. – 1977. – № 1. – С. 143-150.
- [4] Шнитников А.В. Элементы водного и солевого баланса оз. Балкаш // Труды соляной лаборатории Всесоюзного ин-та галургии. – 1936. – Вып. 11. – С. 5-82.
- [5] Турсунов А.А. От Арала до Лобнора (Гидроэкология бессточных бассейнов Центральной Азии). – Алматы: ТОО «Верена», 2002. – 384 с.

- [6] Атлас Казахской ССР. – Т. 1: Природные условия и ресурсы. – М., 1982.  
[7] Ресурсы поверхностных вод СССР. – Т. 13, вып. 2. – Л.: Гидрометеоздат, 1970.  
[8] Бабкин В.А., Колыванов Л.Л. Уточнение морфометрических характеристик озера Балхаш // Вопросы гидрологии орошаемых земель Казахстана. Сборник научных статей. – Алма-Ата, 1986. – С. 144-149.  
[9] Достай Ж.Д. Управление гидроэкосистемой бассейна озера Балхаш. – Алматы, 2009. – 235 с.

#### REFERENCES

- [1] Resursy poverhnostnyh vod SSSR. L.: Gidrometeoizdat, 1967, 1970. Vol. 13, vyp. 2. 645 p.  
[2] Resursy poverhnostnyh vod SSSR. Osnovnye gidrologicheskie harakteristiki. L.: Gidrometeoizdat, 1967, 1980. Vol. 13, vyp. 2  
[3] Kurdin R.D. O roli del'ty r.Ili i klimaticheskih faktorov v kolebanijah urovnja oz. Balkash // Vodnye resursy. 1977. N 1. P. 143-150.  
[4] SHnitnikov A.V. Yelementy vodnogo i solevogo balansa oz. Balkash // Trudy soljanoi laboratorii Vsesoyuznogo in-ta galurgii. 1936, vyp. 11. P. 5-82.  
[5] Tursunov A.A. Ot Arala do Lobnora (Gidroyekologija besstochnyh basseinov Central'noi Azii). Almaty: TOO «Vere-na», 2002. 384 p.  
[6] Atlas Kazahskoi SSR. Vol. 1: Prirodnye uslovija i resursy. M., 1982.  
[7] Resursy poverhnostnyh vod SSSR. Vol. 13, vyp. 2. L.: Gidrometeoizdat, 1970.  
[8] Babkin V.A., Kolyvanov L.L. Utochnenie morfometricheskikh harakteristik ozera Balhash // Voprosy gidrologii oroshae-myh zemel' Kazahstana. Sbornik nauchnyh statei. Alma-Ata, 1986. P. 144-149.  
[9] Dostai Zh.D. Upravlenie gidroyekosistemoi basseina ozera Balkash. Almaty, 2009. 235 p.

Ж. Д. Достай<sup>1</sup>, Э. А. Турсунов<sup>1</sup>, А. К. Курбаниязов<sup>2</sup>, Г. Ж. Нурғалиева<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ҚР География институты, Алматы, Қазақстан,

<sup>2</sup>Қ. А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан

<sup>3</sup>Х. Досмұхамедов атындағы Атырау мемлекеттік университеті, Қазақстан

#### 2011–2013 жж. БАЛҚАШ ҚӨЛІНІҢ БАТИМЕТРИЯЛЫҚ ӨЛШЕУ ЖҰМЫСТАРЫНЫҢ НӘТИЖЕЛЕРІ БОЙЫНША МОРФОМЕТРИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ

**Аннотация.** Көлдегі алғашқы гидрометриялық жұмыстар 20 ғасырдың басында жүргізілген. Олар 1910 жылы жер өңдеу министрлігіне қарасты жақсарту бөлімінің гидрометриялық бөлімшесімен ұйымдастырылған. Балқаш к. шұңқырының гидрографиялық зерттеулері 1943-1944 жж. Қазақ ССР-ң Гидрометқызметі Басқармасының гидрографиялық партиясымен жүргізілген. 2011-2013 жж. ҚР География институтымен Балқаш к. морфометриялық сипаттамаларын нақтылау үшін каютті катер Quicksilver 640 кіші қондырғысымен және картплоттер Lowrance HDS 10 эхолотының көмегімен батиметриялық жұмыстары орындалған, алынған нәтижелері бойынша Arcgis бағдарламасын қолданудың арқасында Балқаш.к. заманауи батиметриялық карталары сызылған. Өлшеу нүктелерінің орналасуы штурмандық астарлар арқылы анықталған. Жұмыстардың нәтижелері бойынша көлдің жалпы көрінісі мен жеке батыс пен шығыс бөліктері бойынша батиграфиялық және көлемді қисықтар сызылған. Бұл зерттеулердің жүргізілгеніне 30 жылдан астам уақыт өтті және өлшемдердің бүгінгі күнге дейін нақты сақталғандығын анықтау үшін зерттеулерді жаңғырту екендігін қажет етеді.

**Түйін сөздер:** морфометрия, Балқаш к., батиметриялық өлшем, картография, гидрография, динамика, шұңқыр.

**N. A. Duzbayeva, K. A. Altay, B. K. Kuspanova, R. Nasirov**

Atyrau state university named by Kh. Dosmuhamedov, Kazakhstan.  
E-mail: rnasirov.48@mail.ru

## ENVIRONMENTAL IMPACT OF OIL AND ITS PRODUCTS

**Abstract.** Oil and petroleum products in Western Kazakhstan contain large amounts of vanadium, organic free radicals and sulfur-containing compounds, and so in this article briefly describes their impact on the environment. Also, detected radiation-induced radical anions, which are contained in the shells of bivalves, were used for dating the major transgressions of the Caspian Sea during the Holocene and Late Pleistocene.

**Keywords:** oil, petroleum products, organic free radicals, tetravalent vanadium, sulfur compounds.

УДК 552.578.2

**Н. А. Дүзбаева, К. А. Алтай, Б. К. Құспанова, Р. Насиров**

Х. Досмухамедов атындағы Атырау мемлекеттік университеті, Алматы, Қазақстан

## МҰНАЙ ЖӘНЕ ОНЫҢ ӨНІМДЕРІНІҢ СЫРТҚЫ ОРТАҒА ТИГІЗЕТІН ӘСЕРІ

**Аннотация.** Мақалада мұнайдың және оның өнімдерінің көптеп зерттелуіне байланысты, олардың ішіндегі ванадий, еркін радикалды бөлшектердің және күкіртті қосылыстардың сыртқы ортаға тигізетін әсерлері зерделенді. Сонымен қатар Каспий теңізінің деңгейінің тасуы мен қайтуының қоршаған ортаға әсері туралы сөз болып, оның деңгейінің өзгерісін моллюскі қабыршақтарының ЭПР-спектрі бойынша анықтау ісі ұсынылады.

**Түйін сөздер:** мұнай, мұнай өнімдері, органикалық еркін радикалы, төртваленттік ванадий.

*Қазіргі таңда көптеген* өндірісі дамыған елдерде мұнай химиясы өнеркәсібінің өнімдері, жалпы химиялық өндіріс шығаратын өнімдердің көпшілік бөлігін құрауда.

Ал, түрліше химиялық өнімдер ішіндегі сан алуан органикалық заттардың көпшілігі синтездеу арқылы алынады. Олар үшін ең басты шикізаттар: өсімдіктер, тас көмір, мұнай мен табиғи газ. Егерде салыстырсақ, осы әрбір үш шикізаттың өзіндік артықшылықтары бар. Тәжірибе мұнайға бай елдерде (бұған Қазақстан да жатады) химиялық өнеркәсіптің шикізаты ретінде, басқа табиғи шикізаттарға қарағанда мұнай мен газдың алатын үлесі арта түсетінін көрсетті. Өйткені, мұнай өнімдері негізінде түрліше химиялық заттарды синтездеу технологиялық тұрғыдан қарастырғанда тиімді және арзан. Тас көмірге қарағанда мұнайдың басты артықшылығы, онда органикалық заттардың негізгі құрамды бөлігі болып табылатын байланысқан сутектің мөлшерінің көп болуы. Ал, өсімдік шикізатына қарағанда мұнайды және газды тасымалдау анағұрлым оңай және олардың бір мөлшерінен синтезделген өнім шығымы, осындай мөлшердегі өсімдік шикізатынан алынған өнімдер шығымынан анағұрлым көп болады.

Айта кетер жай, кейбір жағдайларда мұнаймен қатар, тас көмірді немесе өсімдік шикізатын пайдаланған да тиімді. Мәселен, қазіргі кезде этил спиртін мұнайдан алынатын этиленнен, сонымен қатар оны өсімдік шикізаттарын ашыту арқылы да алады; ацетиленді табиғи газдан (метан), оны толық тотықтырмай, немесе кальций карбидіне айналдырып алады.

Қазіргі таңда мұнай көмірсутектерінен 5 мыңнан астам органикалық өнімдер алынады. Бұл өнімдердің көлемі және ассортименті жылдан-жылға өсуде, есептеулер бұлардың үлесі барлық химиялық өнеркәсіп өнімінің 25-30% құрайтынын көрсетті.

Қазіргі кезде жер жүзінде өндірілетін күллі мұнайдың 8-10 пайызы ғана мұнай химиясы өнеркәсібі қажетіне жұмсалады, ал оның қалған бөлігі жанармай ретінде қолданылуда. Дегенмен, осы кездегі органикалық және мұнай химиясы синтездеріне қажетті химиялық заттардың мұнайдан алыну көлемі мен ассортиментінің өсуіне қарамастан, жуық арада транспорт пен энергетиканың көмірсутекті отынсыз дамуы не жұмыс істеуі мүмкін емес. Сондықтан түрліше мұнайларды осы екі бағыт бойынша пайдалану экономикасы және экологиясы – олардың химиялық құрамына және қасиеттеріне негізделеді.

Мұнайдың және оның өнімдерінің негізгі сипаттамасының бірі болып табылатын, оның парамагнетизмі осы кезеңге дейін Қазақстан мұнайлары үшін жақын және алыс шетелдерінің мұнайларына қарағанда өте аз зерттеліп отыр. Ғылыми зерттеулер мұнай парамагнетизмінің мұнай мен газ қабаттарын табуға, мұнай және газ кеніштерін тиімді өндіруге және өңдеуге үлкен қатысы барын дәлелдеді. Қазақстан мұнайының парамагнетизмін жан-жақты зерттеу, оларды өңдеуде және мұнай құрамынан маңызды микроэлементтерді бөліп алу ісінде болашақта үлкен қолданысқа ие болмақ. Құрамында парамагниттік бөлшектері бар мұнай бөліктері, мұнайдың химиялық жағынан ең белсенді бөліктері болып табылады. Олардың еркін радикалдық табиғаты, шикі мұнайдың жер қойнауындағы өзгерістерінде ғана үлкен роль атқарып қоймайды, сондай-ақ, мұнайды өңдеудің технологиялық процестерінде де маңызды сипат алады.

Әсіресе мұнайды тереңдетіп өңдеу кезінде, олардың ауыр бөліктерінде парамагниттік қасиеті бар қосылыстардың шоғырлануы, бірінші кезекте катализаторлардың белсенді орталығымен әрекеттесіп, істен шығуына мүмкіндік жасаса, екіншіден бұл мұнайдың ауыр фракциялары радикалды сипаттағы процестерге қатысатын парамагниттік бөлшектердің туатын көзі болып табылады.

Радикалдық бөлшектер химиялық реакцияларда реакцияның бастапқы заттары немесе өнімдері болуы мүмкін, бірақ органикалық немесе мұнай химиялық синтездер үшін радикалдардың интермедиат түрінде қатысуының маңызы өте зор. Көптеген гетеролитикалық жолмен жүретін реакцияларда аралық полярлы интермедиат немесе белсенділенген комплекстерде барлық электрондар бөлінбеген электрондық жұпты құрайды. Радикалдық реакцияларда химиялық байланыстың гомолитикалық ыдырауы іске асады.

Еркін радикалды реакцияларға жану және қопарылыс реакциялары, мұнайдың термиялық крекингісі, полимерлену реакциялары жатады. Бензинді, машина майларын, полимерлер мен резиналардың бұзылмауын және тамақ өнімдерінің тотығудан бұзылуын сақтаудың өзекті мәселелерін шешу ісі тек осы еркін радикалды процестерге ғана байланысты болмақ.

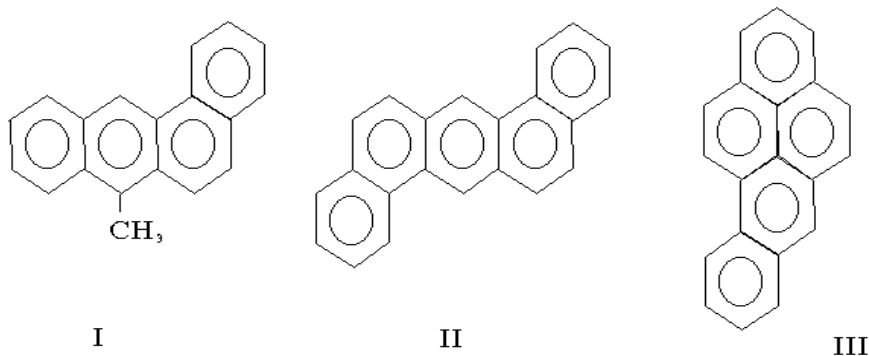
Мемлекеттік тілде ұсынылып отырған мақала еркін радикалдармен шұғылданатын химиктерге, мұнай химиктеріне, экологтарға, биологтарға, геохимиктерге және басқа да мамандарға, жоғарғы курс студенттеріне еркін радикалдар химиясынан жүйелі түсініктер берумен қатар, химияның бұл саласы бойынша жаңа зерттеулердің серпінді дамуына себепші болады деген сенімдеміз.

Қазіргі кезде қауіпті ісіктердің (рак) пайда болуының негізгі себебінің бірі – ол тірі организмге еркін радикалдардың әсері екендігін дәлелдейтін көптеген фактілер жинақталды. Бұл ұйғарым көпке белгілі құбылыстарға негізделген. Мәселен үлкен қалаларда ауадағы автомобильдің және өндірістің түтінді газдарымен, күйемен ластану мөлшерімен онкологиялық ісіктер таралуы арасындағы тәуелділік тағайындалды. Конденсацияланған 1 г мөлшеріндегі темекі түтінінде  $6 \cdot 10^{15}$  спин/г мөлшерінде еркін радикалдар болса, ал үлкен қалалардағы атмосферадағы күйеде, темекі түтініне қарағанда еркін радикалдар мөлшері 100 еседей көп болады. Еркін радикалдар мұнай, тас көмір құрамына кіріп, өсімдіктер, жануарлар және адам организмінде көптеген процесстерге қатысады.

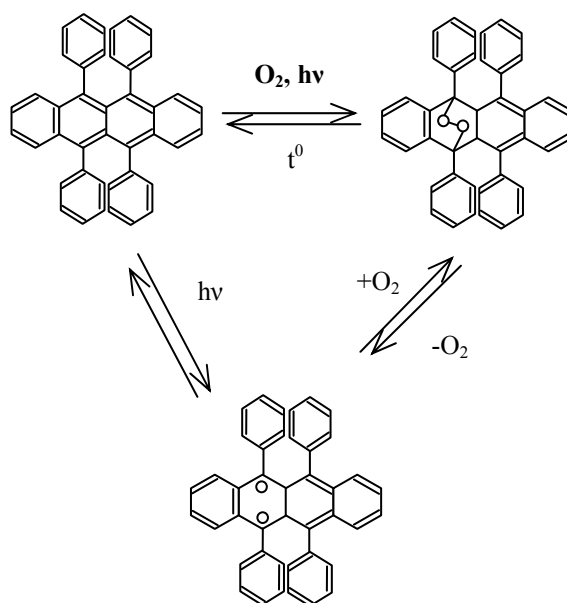
Ресей академигі Н. М. Эмануэльдің көзқарасы бойынша осындай “сырттан” келетін еркін радикалдар тірі организм клеткасына (жасуша) түскен кезде, оның маңызды биохимиялық компоненттеріне, мәселен белок молекуласына, дезоксирибонуклеин (ДНК) және рибонуклеин (РНК) қышқылдарына әсер етіп, олардың құрылымын бұзады. Сонымен қатар организмге енген еркін радикалдар, тірі организм жасушасында жүретін тотығу-тотықсыздану процестерін реттейтін

табиғи ингибиторлардың мөлшерін азайтады. Екінші жағынан тірі организмде еркін радикалдар  $\gamma$ -сәуле әсерінен де пайда болады. ДНК молекуласын  $\gamma$ -сәуле әсеріне ұшыратқанда еркін радикалдардың пайда болатыны тікелей ЭПР- әдісімен дәлелденді. Сонымен қатар ЭПР-радиоспектроскопия көмегімен радиацияның көп мөлшерінің биологиялық жүйелерде реакциялық қабілеті өте жоғары еркін радикалдарды тудырып, организмге тән емес биохимиялық процестердің жүруіне жағдай жасайтындығы айқындалды. Жануарлар мен адамдарда қан рагы (лейкемия) дамиды. Хиросима және Нагасаки қалаларында болған ядролық жарылыстан кейін лейкемиямен ауыратын адамдардың үлес салмағы осы кезеңге дейін өте жоғары болуда. Екінші жағынан мұнай құрамында кездесетін көп сақиналы арендердің кейбіреулері: 10-метилбензантрацен (I), дибензантрацен (II) және бензпирен (III) денсаулыққа зиянды канцерогенді заттарға жатады. Мұнай өнімдерінің, керосиннің, мазуттың толық жанбауы кезінде өте күшті канцероген бензпирен (III) т.б. зиянды органикалық қосылыстар автомобильдің және өндірістің түтінді газдарымен ауаға таралады. АҚШ-та жыл сайын ауаға 1300 т бензпирен жіберіледі, ал адам терісінің және өкпенің рагын тудыру үшін бұл заттың бірнеше миллиграммы жеткілікті [1-3]. Бұл зиянды заттар ауадан топыраққа, суға және өсімдікке еніп, тамақты ластайды. Бензпирен темекі түтінінде кездеседі, сондықтан шылым шегушілердің өкпе рагіне жиі ұшырайтын себебі де осыдан.

Канцерогенді қасиеті зерттеліп, анықталған мұнай құрамындағы конденсацияланған бензолдық ядролары бар арендердің басқа да түрлері баршылық [4]. Мұндай конденсацияланған бензолдың ядролары бар арендердің барлығына тән ерекше қасиет, олардың жарық энергиясы әсерінен бирадикалдарға айналуы.



Мысалы, бензолда ерітілген ароматты көмірсутек рубрен күн жарығы түскен кезде, бирадикалды күйге өтіп, өзіне оттегін оңай қосып алады:

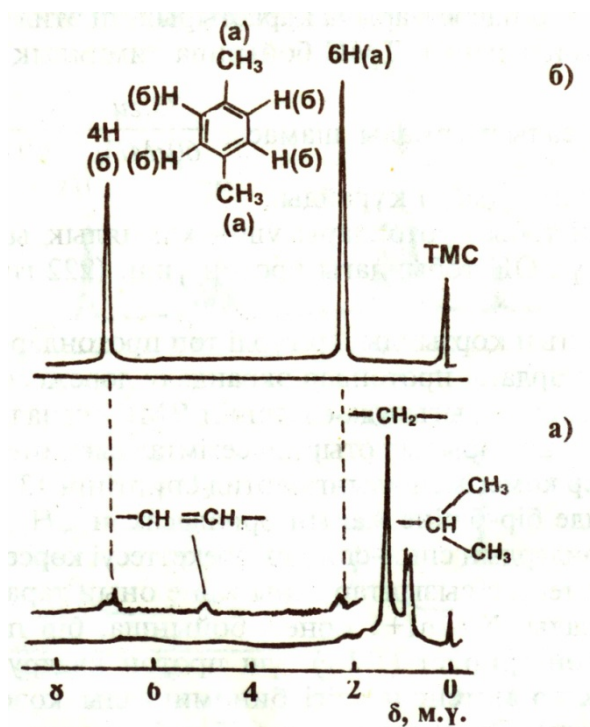


Мұндай реакцияға нафтацен, конденсацияланған бензол ядролары бар антрацен және басқада арендер және олардың туындылары өте қабілетті. Ал, сақиналы қаныққан көмірсутектерінің ішінде канцерогендік қасиеті анықталғаны, ол әзірге адамтан болып табылады. Ал, күкіртті және азотты қосылыстардың ішінде канцерогенді қасиеті бар көмірсутектер, олар құрамында конденсацияланған бензолдық ядролары бар ароматты көмірсутектер және олардың туындылары болып табылады.

Қазіргі кезде мұнай химиясы – ароматты көмірсутектерді (арендер) алудың негізгі көзі. АҚШ-та бүкіл өндірілетін бензолдың 90%-ы, толуолдың 97%-ы және ксилолдың 99%-ы мұнайдан алынады.

Органикалық қосылыстардың тағы бір үлкен тобы - құрамында қос байланысы бар қанықпаған көмірсутектер (алкендер) - шикі мұнайлар құрамына сирек кіреді, олар тек Канада мұнайларында ғана кездеседі. Алкендерді мұнайды крекинглегенде көптеп алуға болады.

Енді ЯМР спектрометрін мұнай және оның өнімдерінің құрамын анықтауға қолдану мысалын қарастырайық. Шикі мұнайдың ЯМР спектріне талдау жасау оның топтық құрамынан үлкен мәліметтер беретініне оңай көз жеткізуге болады. Тізбекті және тармақты алкандардағы және арендік құрылымдағы протондар бір-бірінен айқын химиялық ығысуларымен ажыратылатын ЯМР сигналдарын береді. 1а-суретте Молдабек мұнайының дейтерленген хлороформ еріткішіндегі (1:20 мас. бойынша) протондық ЯМР спектрі көрсетілген. Бұл спектрге талдау жасасақ, онда алкан протондарының ТМС бойынша химиялық ығысуы 0,8–1,7 м.ү. аралығында жатады. Ал олардың құрамындағы метил тобы протондары үшін сигналдың химиялық ығысуы 0,8–1,0 м.ү. аралығында болады. Алкандар құрамындағы метилен ( $\text{CH}_2$ ) тобы протондарының ТМС бойынша химиялық ығысуы 1,48 м.ү. тең. Ал  $\text{CH}_3$  тобы протондары сигналының екі сызыққа ыдырауы олардың көршілес СН тобы протондарымен спин – спиндік әрекеттесуінің нәтижесі. Сапалық тұрғыдан алғанда, бұл зерттелген мұнай құрамында тармақталған көмірсутектерінің едәуір дәрежеде бар екенін айтуға болады.



1-сурет – Молдабек мұнайының (б – ұңғы, 316,4–322 м) (а) және п-диметилбензолдың (б) ЯМР спектрлері

Ал ароматты көмірсутектер ЯМР спектрде өзінің радиотолқынды жұту сигналын 6,4–7,4 м.ү. аралығында көрсетеді. Ал симметриялы бүйір тізбегі бар бензол 7,0–7,1 м.ү. аралығында интенсивті жалғыз сызықты береді.

Бұл жұтылу қисығының мұнай құрамындағы симметриялы бүйір тізбегі бар бензолға жататынын дәлелдеу үшін 1б-суретте п-диметилбензолдың ЯМР спектрі келтірілген. Бензол және оның

туындыларының ЯМР спектрлеріндегі химиялық ығысудың жоғары болуы бензол сақинасында  $\pi$ -электрондардың қозғалысы нәтижесінде сақина тогы пайда болып, оның тудыратын магнит өрісінің сыртқы өрісті күшейтетіндігінде, нәтижесінде резонанстың бензол протондары үшін әлсіз өріс жағында өтуінде. N-диметил-бензолдың бензол сақинасындағы 4 эквивалент протонының ЯМР спектрінің ТМС бойынша химиялық ығысуы 7,0–7,1 м.ү. тең. Ал оның бүйір тізбегіндегі 6-эквивалент протондарының ЯМР сызығының химиялық ығысуы 2,1–2,3 м.ү. аралығында орналасады. Олай болса, зерттелген мұнай құрамында бензол туындылары бар екендігі айқын дәлелденді. Екінші жағынан, бұл мысалдың негізінде айтатын жай: ароматты қосылыстардағы «сақина тогы» әсерінен пайда болатын қосымша магнит өрісі мұнай құрамындағы алкандар протондары сигналының химиялық ығысуын күшті магнит өрісі жағына ығыстыратынын түсінуге болады, міне, бұл эффектіні біз мұнай спектрінен жақсы бақылаймыз.

Тағыда бір айтар жай: Молдабек мұнайлары құрамында винил протондарының химиялық ығысуы 4,4–4,6 м.ү. аралығында байқалады. Сонымен, қорыта айтқанда, ЯМР спектрометрі көмегімен мұнайды өңдеуге дейін тікелей оның топтық құрамынан және сапасынан көптеген құнды деректер алуға болады.

Түрлі елден алынған мұнайларды, олардың осы аталған көмірсутекті құрамына байланысты метанды, нафтенді және ароматты деп топтайды Мұнайда осы аталған көмірсутектері тобынан басқа, күкірт, оттегі, азот кіретін басқа да гетероқосылыстар болады. Түрліше мөлшерде (жалпылап алсақ, өте аз) Д. И. Менделеевтің периодтық жүйесіндегі табиғатта кездесетін элементтердің 60-тан астамы мұнай құрамынан табылып отыр.

d металдар негізінен Жер қыртысының беткі бөлігінде кездесетін түрліше рудалардан және минералдардан бөлініп алынады. Олар тотықтар сульфид және фосфат минералдарды түрінде жиі кездеседі. Өткен ғасырдың екінші жартысынан бастап Канада, АҚШ, Швецарияда ванадий металын өндірістік көлемде мұнай күлінен, түтінді газдардан, ал АҚШ-та, Голландияда және Германияда сынапты құрамында  $10 \text{ мг/м}^3$  дейін сынап болатын жанғыш газдардан алу технологиясы іске асты.

Өткен ғасырдың 70-жылдарының аяғында игеріле бастаған Бозашы түбегіндегі мұнайларда электрондық парамагниттік резонанс (ЭПР) және химиялық әдістермен жүргізілген зерттеулер [5-7] ванадий металының өндірістік мөлшері барын анықтады. Кейінірек бұл мұнайларда периодтық жүйедегі көптеген d металдардың барлығы анықталып (кесте), олардың кейбіреулерін осы мұнайлардан алу тиімді екені дәлелденді.

Кезінде Менделеев периодтық жүйеге орналастырған 23-нөмерлі элемент және оны швед ғалымы Нильс Сефстрмнің ертедегі скандинавиялықтардың әйел тәңірісі болып саналатын Ванадистің құрметіне ванадий деп атаған металл Бозашы түбегі мұнайларының әрбір тоннасында 0,5 килограммға дейін жететіні осы заманғы физика-химиялық әдістер көмегімен толық дәлелденді.

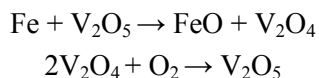
Батыс Қазақстан шикі мұнайларындағы күкірт пен металдардың мөлшері (грамм есебімен бір тонна мұнайға шаққанда, Р. Насиров бойынша) [8]

S, %	d металдар													
	V	Ni	Mn	Fe	Zn	Ti	Cu	Co	Cd	Cr	Ag	Pd	Pt	Mo
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0.1 2,5	0.05 383	2 90	0.7 30	9 80	1,2 40	10 70	3 20	0,1 5	0,02 0,07	0,17 0,42	0,02 —	0,02 0,03	0,02 0,03	0,06 0,32

S, %	s, p металдар				
	Pb	Sr	Be	Mg	Sn
1	116	17	18	19	20
0.1 2,5	0.01 2,80	0.3 7	0.005 0,06	0.8 38	0.1 0,4

*Ескерту.* Бөлшек алымында элементтердің мұнай құрамындағы аз мөлшері, ал бөлімінде тиісінше олардың ең көп мөлшері келтірілген.

Айта кетер бір жай: бұл құнды конструкциялық металдың мұнай құрамында едәуір мөлшерде болуы мұнайды айыру процесіне және одан шығатын өнімдер сапасына өте жағымсыз әсерін тигізеді. Құрамында ванадий металы белгілі мөлшерден асқан (0,0004%) мұнай өнімдері (мазут, керосин) жанған кезде, жылу электр станцияларындағы қазанның сыртқы бетінде, ұшақтардың газ-турбиналық двигательдерінің жану камерасында аса зиянды ванадий коррозиясы орын алады. Бұл процесс мұнай өнімінің жануы кезінде  $V_2O_5$  түзіліп, оның V (IV) дейін тотықсыздануымен сипатталады:



Құрамында ванадийі бар мұнайлардан алынған мазуттың жануы кезінде ванадийдің улы тотықтары түзіліп, ауаны бүлдіріп, қоршаған ортаға үлкен экологиялық зардап келтіреді. Батыс Қазақстан мұнайларынан алынған мазуттың жануы кезінде жылына 2 мың тонна мөлшерінде ванадийдің бес тотығы түзіліп, оның 50 проценті түгінді газдармен бірге ауаға таралады. Ванадий тотықтарының, ванадаттардың және оның хлоридтерінің аэрозолдары өте күшті аллергиялық реакцияларды: тыныс демікпесі козуын, бронхопазымды, мұрыннан қан кетіретін ауыр ринитті туғызады.

Сарсебеков [9] Бозашы жоғарғы ванадийлі мұнайының 208 тышқанның терілеріне әсері зерттелді. Оның 99 (47,7%) бүйрегіне зақым алды, сөйтіп нефротоксикалық әсер алғанын көрсетті. Таяуда Сарсебеков пен оның серіктес авторлары [10] сыналған мұнаймен мұнай өнімдерінің нефротоксикалық әсерінің тәуелділігін және сыналған өнімдегі ванадий концентрациясының әсері бойынша тышқандардың орташа өмір сүру ұзақтығын анықтады. Осы маңызды тәжірибе нәтижесінде авторлар жануарлардың бүйрегінің осыншама жиі және өзгеше зақымдалуына мұнай құрамындағы өте жоғарғы мөлшердегі ванадий әсер еткен деген тұжырымға келді.

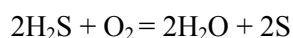
Сондықтан ванадий қосылыстарынан болатын қоршаған ортаға аса қауіпті ескере отырып, радиоэкологиялық қорғаудың халықаралық комиссиясы (РҚХК) 1977 жылы ересек дені сау адамның сұйық дәреті үшін ванадий мөлшері 0,015 мг/тәулік, ал қою дәрет пен 0,075 мг/тәуліктен аспау керектігін жариялады. Бұлардың қатынасы 5:1 болу керек [11]. Батыс Қазақстанда құрамында ванадийі өте көп мұнайлардың жеткілікті қоры болуына қарамастан, осы құнды металды шикізат ретінде мұнайлардан бөліп алудың өндірісі түрлі материалдық, техникалық және финанстық жағдайларға байланысты ұйымдастырылмай келеді. Бозашы аралы ауыр мұнайларынан өндірістік көлемде ванадийді, оның бес тотығы түрінде бөліп алу технологиясы алғаш рет ұсынылды [12]. Ванадийдің өте құнды металл екенін, ванадийдің және оның қосылыстарының көптеген бағалы қасиеттерін, сонымен қатар ванадийдің қосылыстарының аса қауіпті адам және жануар организмдеріне зиянын ескерсек, онда болашақта Қазақстан мұнайларынан ванадийді бөліп алу технологиясын енгізу Қазақстан экономикасында үлкен халық шаруашылығы эффектісін береді.

Мұнай массасына есептегенде металдардың мұнай құрамындағы жалпы мөлшері 0,02-0,03% болып, одан көбеюі өте сирек болады. Мұнай элементінің құрамында бірінші орынды салмағы бойынша көміртегі (82-87%) және сутек (11-15%) алады, ал әр түрлі мұнайларда оттегі өте аз мөлшерден 2, күкірт 8, ал азот 1%-ке дейін өзгереді. Мұнайлардың құрамындағы күкірттің мөлшеріне қарай күкіртсіз (<0,2%), күкірті аз (<1%), күкіртті (1-3%) және өте күкіртті (>3%) деп бөледі.

*Күкіртті және оның қосылыстарын залалсыздандыру мен пайдалану.* Күкіртті сутек ауадан ауыр, егер оның мөлшері ауада 0,05% болса, қатты уландырады, улану белгісі адам мұрны оның иісін сезбейтін болады. Жабық бөлмедегі күкіртті сутек газын залалсыздандыру үшін натрийдің асқан тотығы қолданылады:



Күкіртті сутек газы суда жақсы ериді, бірақ бұл ерітінді жарық жерде тұрса, одан күкірт бөлініп, лайланады:



Күкіртті сутек ерітіндісі лакумусты қызыл түске бояйды, әлсіз қышқыл. Қазіргі таңда дүние жүзі бойынша барлық өндірілетін күкірттің жартысынан көбі түрліше өндірістер үшін өте қажетті күкірт қышқылын өндіруге жұмсалады. Мәселен, Ұлыбританияда күкірт Солтүстік теңізі астынан



өндірілетін күкірті аз мұнайдан бөлініп алынады. Бұл елде жыл сайын 3,5 млн. Күкірт қышқылы өндіріліп, оның 28 проценті ауыл шаруашылығы қажетіне, минерал тыңайтқыштар өндірісіне жұмсалады, ал қалғаны жасанды мата, сабын және синтетикалық жуғыш заттарды, бояу жасау, металлургияда металл бетін қаптау алдында тотықтардан тазарту үшін, пластмасса өндірісінде қолданылады.

Егерде 1 тонна күкірт қышқылын өндіруге 300 кг күкірт шығындалса, целлюлоза-қағаз өндірісінде 1 тонна целлюлоза өндіруге 100 кг күкірт жұмсалып, ал 1 автомобиль шығару 14 кг күкіртті керек етеді.

Күкірттің каучукпен реакциясы нәтижесінде ол өте маңызды қолданысқа ие болды. Күкірт әсерінен каучукты жайлап қыздырған кезде өте мықты резеңке алынады. Табиғи каучуктың үлкен молекуласы спиральға ұқсап иіретілген. Күкірттің әсерінен бұл үлкен молекулалар тізбегі бір-бірімен жалғасып, резинканы жасақтайды (табиғи каучук изопреннің үлкен тізбегі). Құрамына күкірт қосылған резеңкелерден автомобильдің, тракторлардың дөңгелектері жасалады. Күкірт сол сияқты сіреңке, дәрі-дәрмек (күкірт майы және сульфаниламид препараттары) өндірісіне қажетті маңызды химиялық шикізат. Бұл бағытта Теңіз кеніші күкіртінің таусылмас шикізат екендігін тағыда еске саламыз.

Мұнайға қара-қоңыр түс беретін, ол үлкен молекулалық қосылыстар тобына жататын смола (шайыр) және асфальтен. Смола мен асфальтеннің түрліше шикі мұнайдағы мөлшері процент бөлігінен (салмақ бойынша) 45 процентке дейін өзгереді және мұнай ішінде олар еріген не коллоидты бөлшек түрінде кездеседі. Жоғарыда көрсетілген оттегінің және азоттың 90 проценттен астамы және мұнайда кездесетін металдардың көпшілігі осы смола мен асфальтеннің құрамына енеді.

Мұнай парамагнетизмінің негізгі құраушылары ванадийдің (IV) және ОЕР-дың түгелімен дерлік мұнайдың асфальтенді-шайырлы бөлігінде шоғырланатын фактісі негізінде Каспий маңы ойпатының кейбір мұнайлары үшін ОЕР мөлшері мен мұнай құрамындағы асфальтен арасында корреляция тағайындалды [13, 14].

Соңғы жылдары экологиялық зардаптарды азайту бағытында мұнай өнімдерінің жану технологиясын зерттеп жетілдіру, үлкен өндірістердегі бөлінген түгіндік газдарды тазарту т.б. көптеген экологиялық шаралар қолға алынуда.

Тағыда бір айтар жай: жақын жылдарда осы тұйық теңіз астынан мұнай өндіру кең ауқымда жүзеге асырылмақ, бұл процесс Каспий теңізінің мұнаймен ластануына әкеп соқтыртады. Бұған мысал ретінде АҚШ –та жыл сайын мұнайдың ағып кетуінің 13000 оқиғасы болып тұрады, осының нәтижесінде жыл сайын 12 млн т мұнай теңізге қосылады. Ұлыбританияда жыл сайын нәжістерді ағызатын құбырларға 1 млн т машина майлары жіберіледі.

Мұнай оның ішінде улы қосылыстар болғандықтан, олардың аз мөлшерінің өзі суда тіршілік ететін жануарларға аса қауіпті. Ғалымдар 1 л суда мұнайдың 15мг болуы жануарлардың демалу жолдарына қатерлі шама екенін анықтады [15].

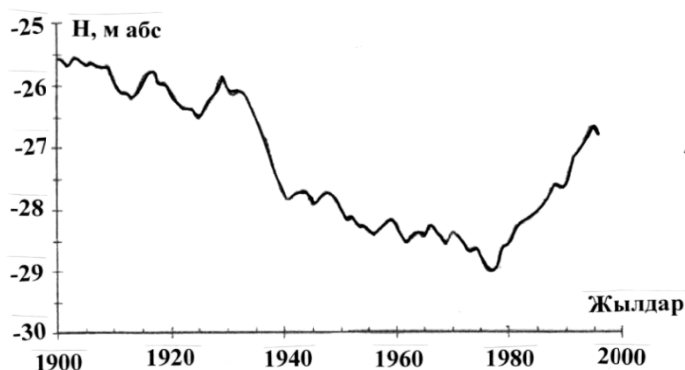
Еліміздің Батыс аймағында орналасқан осы мұнайлы аймақтың табиғатының өзгерісі Каспий теңізі деңгейінің периодты түрде өзгеруіне тікелей байланысты. Каспий теңізі деңгейінің периодты түрде өзгеруінің себептері шешімін анықтау- осы заманғы өзекті проблемалардың бірі болып калуда [16].

*Каспий теңізі деңгейі өзгерісінің қоршаған ортаға әсері.* Енді, Каспий маңы ойпатының гелогиялық даму тарихын көз жүгіртсек немесе антропогендік дәуірде Каспий теңізінің бұл аймақ көлемінде бірнеше трансгрессиясы (үлкен тасулары) мен регрессиялары (кері кетулері) болған, осылардың нәтижесінде көне Каспий шөгінділері төрт қабатқа бөлінеді: Баку, Хазар, Хвалын және жаңа Каспий. Бұларға сәйкесті гелогиялық кезендер төменгі плейстоцен, аралық плейстоцен жоғарғы плейстоцен және голоцен. Осылардың ішінде Хвалын трансгрессиясы кезінде пайда болған Хвалын теңізінің шөгінділер қабаты солтүстік Каспий маңы ойпатын түгел дерлік қамтып жатыр (қалыңдығы мұхит, теңіздермен, жалғасып жатқан Балтық теңізінің абсолютті нөл деңгейінен жоғары болып, 40-50 метрге жетеді). Ал, ең соңғы голоцен кезеңінде пайда болған жаңа Каспий теңізі шөгіндісі шектеулі аймақты ғана, теңіз жағалауындағы абсолюттік нөл деңгейінен 22 метр төмен жерлерді қамтыған.

[17] жұмыста Каспий теңізі деңгейінің көтерілуін және қайтуын моллюскі қабыршақтарының ЭПР-спектрі бойынша даталау іске асты. Каспий теңізі деңгейі өзгерісінің қоршаған ортаға әсерін анықтау бағытында Хвалын және Жаңа Каспий шөгінділерінен алынған моллюскі қабыршақтарының түрлеріне және алынған жеріне байланысты ЭПР-спектрлерінің сипаттамаларын анықтау қажет. Бұл бағытта алғашқы зерттеулер [18] Каспий және Солтүстік теңізінің бірдей жастағы геологиялық шөгінділерінен алынған моллюскі қабыршақтарының ЭПР-спектрін зерттеу, олардың қабыршақтарындағы  $\text{SO}_2$  және  $\text{SO}_3$  анион радикалдарының әр-түрлі мөлшері мұхиттағы (10,8%) және Каспийдегі (30,5%) сульфат мөлшеріне байланыстылығын көрсетті.

Каспий теңізі деңгейіне жүргізілген бақылаулар, тек өткен ғасырдың 100 жылы ішінде ғана, Каспий теңізінің деңгейінің төмендеуі және көтерілуі байқалды (2-сурет). 1929 жылдан бастап 1941 жылдар аралығында теңіз деңгейі 2 метрге дейін түсіп кетті. Келесі жылдарда да теңіз деңгейінің түсуін тоқтатпады, шамамен 1,2 метрге төмендеп, 1977 жылдағы бақылау уақыты кезеңінде – 29,01 м. абс. болды. Сонан соң теңіз деңгейі тез көтеріле бастады да, 1995 жылы 2,35 м. көтеріліп – 26,66 м. абс. белгісіне дейін жетті.

2-сурет –  
Каспий теңізі деңгейінің  
1900–1997 жылдар аралығындағы  
өзгеріс  
(В. Н. Михайлов бойынша, 1998)



Осы сурет негізінде Каспий теңізі деңгейінің қоршаған ортаға тигізетін зардаптарын түсінуге болады. 1929–1970 жылдары Каспий теңізі деңгейінің төмендеуі жағалау жиегінің теңіз жағына қарай ығысуына, кең ашық жерлердің көптеп пайда болуына әкелді. Теңіз деңгейінің күрт төмен түсуі Солтүстік Каспийдегі балықтардың қоректенетін орнының азаюына әкелді.

Жайық өзенінің төменгі жағалауында су өсімдіктері қарқынды өсе бастағандықтан, балықтардың уылдырық шашатын жеріне өтетін жолы нашарлады. Әсіресе бекірке балықтары секілді бағалы балықтарды аулау көрсеткіші төмендеп кетті. Теңіздің батыс және солтүстік жағалауындағы көптеген балық шаруашылығы жабылды.

1956 жылдары халықтың бір бөлігі теңіз жағалауынан Жайықтың екінші жағына, оның теңізге құяр сағасына қоныс аударып, жаңа балық аулайтын колхоздар құрылды. 1978–1995 жылдардағы теңіз деңгейінің көтерілуі күтпеген жағдай ғана болып қоймай, сонымен қатар көптеген жағымсыз зардаптар әкелді.

Ал теңіз суына араласқан мұнай ондағы тіршілікке қолайсыз жай туғызатындығы жақсы белгілі. Ең бастысы құстар теңізге қона алмай, күнге күйіп, тамақтан айырылады. Мұнай суда тіршілік ететін итбалықты, басқа да итбалық тұқымдас сүтқоректі жануарларды соқыр етеді. Мұнай жарықтың сіңуін азайтып су температурасының жоғарылауына соқтырады. Бұл белгілі температурада өмір сүретін организмдер үшін аса қауіпті.

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Вредные вещества в промышленности: Справочник для химиков, инженеров и врачей. – Т. 1-3. – Л.: Химия, 1976.
- [2] Папок К.К., Барон Н.Г. Ядовитость топлив, масел и технических жидкостей. – М.: Воениздат, 1960. – 79 с.
- [3] Насиров Р. Жалпы және аорганикалық химия. – Алматы: Ғылым, 2003. – 360 б.
- [4] Большаков Г.Ф. Экологические проблемы в нефтехимии. – Томск, 1989. – 112 с.
- [5] Насиров Р., Солодовников С.П. // Химия и технология топлив и масел. – 1978. – № 1. – С. 56.
- [6] Насиров Р.Н., Кушалиева П.А. Изучение и выделение ванадилпорфиринов из нефтей полуострова Бузачи // Химия природных соединений. – 1978. – № 1. – С. 389-393.
- [7] Насиров Р., Солодовников С.П., Нысанов Т. Ванадий в нефтях Казахстана // В сб. “Состав, переработка и транспорт. нефтей Казахстана”. – Гурьев, 1977. – С. 100.

[8] Насиров Р., Шамаров Ш.С. Муликов Р.Р., Куанышева Г.Т., Вельк О.Д. Микроэлементный состав нефтей Прикаспия и его экологическое значение // НТИС (ВНИИОЭНГ). Сер. Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. – 1996. – № 9. – С. 23.

[9] Сарсебеков Е.К. Комплексная оценка blastомогенности и нефротоксичности тяжелых нефтей, нефтебитуминозных пород и их производных: Дис. ... доктора мед. наук. – СПб., 1992.

[10] Алчинбаев М.К., Сарсебеков Е.К., Омарова М.Н. и др. Нефть и уроандрологическая патология. – Алматы, 2004. – 182 с.

[11] Рошин А.В. Ванадий и его соединения. – М.: Медицина, 1968. – 184 с.

[12] Имангалиев А.С., Насиров Р., Куспанова Б.К., Вельк О.Д., Баймукашева Г. Технология извлечения ванадия и его соединений из нефтей Западного Казахстана // Химический журнал Казахстана. – 2004. – № 1. – С. 149-154.

[13] Насиров Р., Джексенов М.К. Методы определения содержания асфальтенов в нефтях // Материалы III Всесоюз. совещ. по геохимии углерода. – М., 1991. – Т. 1. – С. 52.

[14] Насиров Р., Джексенов М.К. Методы определения содержания асфальтенов в нефтях // Экспресс-информация. Серия. Техника и технология добычи нефти и обустройство нефтяных месторождений. – 1991. – № 12. – С. 21-23.

[15] Насиров Р. Осы заманғы жаратылыстану концепциялары. – Алматы: ТОО «НурайПринтСервис», 2010. – 126 б.

[16] Nasirov R. Dating shells of bivalve mollusks taken from marine terraces of the Caspian hollow by their spectra EPR // Доклады НАН РК. – 1997. – N 3. – P. 62.

[17] Насиров Р., Насиров А.Р. ЭПР-спектроскопические исследования биологических отложений Каспия. – Palmarium Academic Publishing, Saarbrücken-2016. – 180 p.

[18] Калауова А.С., Кудайбаев Х.К., Шамаров Ш.С., Куспанова Б.К., Насиров Р. Сравнительное изучение методом ЭПР некоторых раковин моллюсков, взятых из синхронных отложений Каспийского и Северного морей // Известия НАН РК. Серия химическая. – 2002. – № 2. – С. 79-83.

#### REFERENCES

[1] Vrednye veshhestva v promyshlennosti: Spravochnik dlja himikov, inzhenerov i vrachej. Vol. 1-3. L.: Himija, 1976.

[2] Papok K.K., Baron N.G. Jadovitost' topliv, masel i tehniceskikh zhidkostej. M.: Voenizdat, 1960. 79 p.

[3] Nasirov R. Zhalpy zhəne anorganikalыk himija. Almaty: Fylym, 2003. 360 p.

[4] Bol'shakov G.F. Jekologicheskie problemy v neftehimii. Tomsk, 1989. 112 p.

[5] Nasirov R., Solodovnikov S.P. // Himija i tehnologija topliv i masel. 1978. N 1. P. 56.

[6] Nasirov R.N., Kushaliev P.A. Izuchenie i vydelenie vanadilporfirinov iz neftej poluostrova Buzachi // Himija prirodnyh soedinenij. 1978. N 1. P. 389-393.

[7] Nasirov R., Solodovnikov S.P., Nysanov T. Vanadij v neftyah Kazahstana // V sb. "Sostav, pererabotka i transport. neftej Kazahstana". Gur'ev, 1977. P. 100.

[8] Nasirov R., Shamarov Sh.S. Mulikov R.R., Kuanysheva G.T., Vel'k O.D. Mikroelementnyj sostav neftej Prikaspija i ego jekologicheskoe znachenie // NTIS (VNIIOJeNG). Ser. Geologija, geofizika i razrabotka neftyanyh mestorozhdenij. 1996. N 9. P. 23.

[9] Sarsebekov E.K. Kompleksnaja ocenka blastomogennosti i nefrotoksichnosti tjazhelyh neftej, neftebituminoznyh porod i ih proizvodnyh: Dis. ... doktora med. nauk. SPb., 1992.

[10] Alchinbaev M.K., Sarsebekov E.K., Omarova M.N. i dr. Neft' i uroandrologicheskaja patologija. Almaty, 2004. 182 p.

[11] Roshhin A.V. Vanadij i ego soedinenija. M.: Medicina, 1968. 184 p.

[12] Imangaliev A.S., Nasirov R., Kuspanova B.K., Vel'k O.D., Bajmukasheva G. Tehnologija izvlechenija vannadija i ego soedinenij iz neftej Zapadnogo Kazahstana // Himicheskij zhurnal Kazahstana. 2004. N 1. P. 149-154.

[13] Nasirov R., Dzheksenov M.K. Metody opredelenija soderzhanija asfal'tenov v neftyah // Materialy III Vsesojuzn. soveshh. po geohimii ugleroda. M., 1991. Vol. 1. P. 52.

[14] Nasirov R., Dzheksenov M.K. Metody opredelenija soderzhanija asfal'tenov v neftyah // Jekspress-informacija. Serija. Tehnika i tehnologija dobychi nefti i obustrojstvo neftyanyh mestorozhdenij. 1991. N 12. P. 21-23.

[15] Nasirov R. Osy zamanfy zharatylystanu koncepcijalary. Almaty: ТОО «NurajPrintServis», 2010. 126 p.

[16] Nasirov R. Dating shells of bivalve mollusks taken from marine terraces of the Caspian hollow by their spectra EPR // Doklady NAN RK. 1997. N 3. P. 62.

[17] Nasirov R., Nasirov A.R. JePR-spektroskopicheskie issledovanija biologicheskikh otlozhenij Kaspija. Palmarium Academic Publishing. Saarbrücken-2016. 180 p.

[18] Kalauova A.S., Kudajbaev H.K., Shamarov Sh.S., Kuspanova B.K., Nasirov R. Sravnitel'noe izuchenie metodom JePR nekotoryh rakovin molljuskov, vzjatyh iz sinhronnyh otlozhenij Kaspijskogo i Severnogo morej // Izvestija NAN RK. Serija himicheskaja. 2002. N 2. P. 79-83.

**Н. А. Дузбаева, К. А. Алтай, Б. К. Куспанова, Р. Насиров**

Атырауский государственный университет им. Х. Досмухамедова, Казахстан

#### ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

**Аннотация.** Нефть и нефтепродукты Западного Казахстана содержат большое количество ванадия, органические свободные радикалы и серосодержащие соединения, и поэтому в статье вкратце рассматривается их воздействие на окружающую среду. Также, обнаруженные радиационно-индуцированные анион-радикалы, содержащиеся в раковинах двустворчатых моллюсков, были использованы для датирования крупных трансгрессий Каспия в голоцене и позднем плейстоцене.

**Ключевые слова:** нефть, нефтепродукты, органические свободные радикалы, четырехвалентный ванадий, соединения серы.

S. A. Mashekov<sup>1</sup>, Henryk Dyja<sup>2</sup>, B. N. Absadykov<sup>3</sup>,  
E. A. Tussupkaliyeva<sup>1</sup>, A. S. Mashekova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satpaev, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>Czestochowa University of Technology, Czestochowa, Poland,

<sup>3</sup>Institute of Chemical Sciences named after A. B. Bekturov, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: mashekov.1957@mail.ru, b\_absadykov@mail.ru

## THE STUDY OF THE EVOLUTION OF THE STRUCTURE AND WEAR RESISTANCE OF NANOSTRUCTURED BARS OF ALUMINIUM ALLOYS

**Abstract.** The paper presents results of studies of the effect of longitudinal and radial-shear rolling on the parameters of the microstructure of bars made of 7075aluminium alloy. A comparative evaluation of the size of nanostructured grains and ultrafine structured grains after rolling on the longitudinal and radial-shear rolling mills was made. The characteristic parameters of grain and defect structure are presented. It is shown that a homogeneous nanoscale (80-110 nm) and ultrafine structure (230-460 nm) is provided in the bars of 7075 aluminium alloy, which increase the strength and plastic properties of the alloy. The data on the comparative behaviour of tribological properties of aluminum alloy 7075 in the coarse-grained, ultrafine and nanostructured state, produced by severe plastic deformation, is demonstrated. It is shown decrease of friction coefficient and the value of wear rate for nanostructured and ultrafine states compare with coarse-grained counterparts.

**Keywords:** nanostructure, ultrafinegrained structure, rolling, friction coefficient, friction force, temperature.

УДК [669.295 + 620.18]: 539.62

С. А. Машеков<sup>1</sup>, Henryk Dyja<sup>2</sup>, Б. Н. Абсадыков<sup>3</sup>, Э. А. Тусупкалиева<sup>1</sup>, А. С. Машекова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева,  
Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>Ченстоховский технологический университет, Ченстохова, Польша,

<sup>3</sup>Институт химических наук им. А. Б. Бектурова, Алматы, Казахстан

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ СТРУКТУРЫ И ИЗНОСОСТОЙКОСТИ НАНОСТРУКТУРНЫХ ПРУТКОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

**Аннотация.** Приведены результаты исследований влияния продольной и радиально-сдвиговой прокатки на параметры микроструктуры прутков из алюминиевого сплава 7075. Проведена сравнительная оценка размеров зерен наноструктурной и ультрамелкозернистой структур после прокатки в станах продольной и радиально-сдвиговой прокатки. Представлены характерные параметры зеренной и дефектной структуры. Показано, что в прутках из алюминиевого сплава 7075 обеспечивается формирование однородной наноразмерной (80-110 нм) и ультрамелкозернистой структуры (230-460 нм), что приводит к повышению прочностных и пластических свойств сплава. Представлены данные по сравнительному поведению трибологических характеристик алюминиевого сплава 7075 в крупнозернистом, ультрамелкозернистом и наноструктурном состоянии, полученных интенсивной пластической деформацией. Показано снижение коэффициента трения и величины износа для наноструктурного и ультрамелкозернистого состояния по сравнению с крупнозернистыми аналогами.

**Ключевые слова:** наноструктура, ультрамелкозернистая структура, прокатка, коэффициент трения, сила трения, температура.

**Введение.** В настоящее время для получения высококачественных материалов, без значительных изменений их размеров, используют методы интенсивной пластической деформации (ИПД). К методам ИПД, преимущественно, реализующих макросдвиговую деформацию, с суммарной степенью более 2–3, относятся [3-7]: кручение под высоким квазигидростатическим давлением, равноканальное угловое прессование, всесторонняя изотермическая ковка, радиально-сдвиговая прокатка и т.д. Макросдвиговые деформации вызывают изменения в структуре металла за счет трансзеренного скольжения, не зависящего от кристаллической ориентации зерен. Это позволяет получать металлы и сплавы с ультрамелкозернистой (УМЗ) структурой, имеющие размеры зерен в субмикроструктурном диапазоне (от 0,1 до 1 мкм), или нанокристаллической структурой с размерами структурных объектов <100 нм. Границы зерен таких материалов насыщены дислокациями до такой степени, что коэффициент зернограницной диффузии на много порядков превышает коэффициент объемной диффузии. В таком состоянии фундаментальные характеристики, физические и рабочие свойства материалов коренным образом отличаются от аналогичных свойств, характерных для тех же металлов и сплавов с крупнокристаллической структурой. Например, такие материалы характеризуются низкими значениями модулей Юнга и сдвига, высокими значениями пределов растворимости, низкими температурами Дебая и намагниченности насыщения, высокими прочностными свойствами при сохранении хорошей пластичности [8-11].

Следует отметить, что в последние годы исследования в области совершенствования методов ИПД перешли из разряда научно-исследовательских в категорию опытно-промышленных. В связи с этим освоение результатов научно-исследовательских работ в промышленности столкнулось с серьезными трудностями, связанными с удорожанием материала заготовок вследствие проведения дополнительной обработки для формирования субмикроструктурного (СМК) и наноструктурированного (НС) состояний и низкой производительности рассмотренных выше методов. Кроме этого, возникли трудности при дальнейшем переделе наноструктурированных полуфабрикатов до требуемой номенклатуры промышленного сортамента (листы, пластины, прутки заданного размера и другое) при условии сохранения термически нестабильной наноструктуры. В связи с этим авторы многих технологических работ вернулись к поиску классических методов обработки металлов давлением, которые можно было бы использовать для формирования наноструктуры. Одним из таких методов является винтовая прокатка [12]. К данному, широко распространенному и детально изученному методу относятся поперечно-винтовая (ПВП) и радиально-сдвиговая прокатка (РСП).

Авторы работ [13, 14] считают, что наиболее универсальным методом повышения пластичности в наноструктурированных и УМЗ материалах является РСП. При применении такого метода прокатки происходит формирование неравновесных границ зерен с большеугловой разориентировкой, обеспечивающих процессы межзеренного проскальзывания в условиях пластической деформации.

В последние два десятилетия активно исследуются физико-механические свойства объемных нанокристаллических материалов (НКМ). Считается [15], что уникальные физические и механические свойства НКМ определяются главным образом двумя факторами: размером зерна и высокой плотностью границ раздела, другими словами, большой долей материала, приходящегося собственно на границы зерен. Границы раздела формируют 3D сетку линейных контактов и точечных узлов, плотность которых стремительно увеличивается с понижением размера зерна.

В работе [16] отмечается, что наноструктурные материалы (НСМ) в результате значительного уменьшения размера зерен и существенного увеличения объемной доли их границ проявляют необычные механические, физические и электрохимические свойства по сравнению с обычными поликристаллами. Высокая прочность и твердость НСМ является основой для перспективных конструктивных применений и потому стимулирует разработку и исследование новых металлов, сплавов и соединений.

Существует значительное число работ, посвященных исследованиям механического поведения НСМ при стандартных испытаниях на твердость, сжатие или растяжение [17]. Однако, механизмы трения и изнашивания в НСМ изучены слабо, возможно, вследствие трудности создания массивных образцов, достаточных для исследования трения и износа. Большинство работ по исследованию изнашивания поверхностного слоя или покрытий было выполнено в металлических сплавах, которые показали повышенную износостойкость НСМ по сравнению с их крупнозернистыми

аналогами. Вместе с тем, большую ценность представляют систематические исследования изнашивания в модельных чистых наноструктурных металлах, в которых эффект не связан с фазовыми превращениями. Они до последнего времени были малочисленны из-за трудностей в синтезе макроскопических образцов, подходящих для испытаний.

Цель работы: разработка комбинированной технологии, позволяющей получить наноструктурированные и субультрамелкозернистые прутки из алюминиевого сплава 7075 (аналог В95) и исследовать износостойкость изготовленных прутков.

**Материалы и методы исследования.** В работе для получения наноструктур в алюминиевом сплаве 7075 использовали РСП и продольную прокатку. РСП определяется как частный случай винтовой прокатки с повышенными углами подачи и совмещает деформации формоизменения и сдвига кручением [13, 14]. Следовательно, данный стан позволяет изготавливать прутки круглого сечения из различных материалов с большими степенями деформации. Следует отметить, что при применении данного способа реализуется схема напряженного состояния, близкая к всестороннему сжатию, обеспечивающая интенсивное уплотнение структуры различных зон заготовки. Данный способ, высоконемонотонной равномерной деформации, обеспечивает эффективное измельчение структуры металла заготовки, и, тем самым, высокое качество изделий и низкие затраты на их изготовление.

Картина движения траекторий различных слоев металла с разным шагом и углом подъема винтовых линий наглядно доказывает, что в процессе РСП, помимо кардинального измельчения всей структуры, происходит послойное, отличное друг от друга, ориентирование полученной определенным образом новой измельченной структуры [18]. Элементы измельченной структуры каждого слоя, бесконечно малой толщины, приобретают свою траекторию движения (шаг и угол подъема винтовой линии), свойственную только одному, конкретному слою.

Однако, в данном способе происходит кручение заготовки, что делает невозможным его применение для обработки длинномерных изделий [18]. Для получения длинномерных изделий методом РСП необходимо использовать планетарные клетки, что трудно реализовать при производстве прутков. Следует отметить, что для РСП характерны технологические проблемы с жесткостью клетки и прочностью валков, что не позволяет снижать температуры подогрева под прокатку для большего измельчения зеренной структуры материала.

По нашему мнению, для решения вышесказанного недостатка РСП необходимо длинномерные изделия высокого качества изготавливать путем использования комбинированного способа обработки. Поэтому в данной работе изучались структурные особенности и механические свойства СМК алюминиевого сплава 7075, полученного сочетанием РСП и продольной прокатки (ПП) с использованием различных режимов деформации.

Необходимо отметить, что сама по себе ПП может быть использована для измельчения зерна до субмикронного размера [19]. Однако с этой целью необходимо повысить интенсивность деформации: монотонная вытяжка должна быть заменена схемой, в которой сдвиговая компонента по одной из плоскостей должна доминировать. Повысить гидростатическое давление в очаге деформации позволяет применение замкнутых калибров. Опыт показал, что данные условия реализуются при прокатке в калибрах, когда истинная деформация за проход составляет не менее 0,5. Традиционными примерами являются применение переходов круг-овал-круг и квадрат-ромб-квадрат.

В работе, для получения наноструктурированных прутков, сначала прокатку заготовок осуществляли на стане продольной прокатки ДУО150 (рисунок 1,а), далее на стане радиально-сдвиговой прокатки РСП 14/40 (рисунок 1,б) получили наноструктурированную промежуточную заготовку, а окончательное изготовление длинномерных прутков производили на стане продольной прокатки ДУО150. При проведении экспериментов на стане РСП 14/40 использовали валки с углом наклона образующей валка к оси прокатки  $18^\circ$  (на традиционных станах применяют валки с углом наклона  $16^\circ$ ), а на стане ДУО150 прокатку осуществляли путем применения калибровки круг-овал-круг.

Для правильной интерпретации, а также сопоставления полученных результатов с данными других исследователей, необходимо определить величину истинной деформации при РСП и ПП заготовок в исследованных случаях. Согласно [19], величина логарифмической деформации при кручении определяется логарифмом изменения прямого угла между образующей поверхности



а



б

Рисунок 1 – Стан продольной прокатки ДУО150 (а) и радиально-сдвиговой прокатки РСР 14/40 (б)

раската и плоскостью поперечного сечения и равна  $\epsilon_k = \ln(90^\circ/\gamma)$ , где  $\gamma$  – степень сдвиговой деформации, определяемая углом подъема винтовой линии. Так же, согласно [19], величина истинной деформации при радиально-сдвиговой прокатке является суммой  $\epsilon_k$  и  $\epsilon_b$ , где  $\epsilon_b = \ln(d_n/d_k)^2$  – логарифмическая деформация вытяжкой, где  $d_n$  и  $d_k$  – начальный и конечный диаметр заготовки соответственно. Если определение  $d_n$  и  $d_k$  не составляет трудностей, то для определения  $\gamma$  в данной работе на прокатываемый пруток была заранее нанесена метка в виде рисков на поверхности прутка.

Таким образом, в данной работе рассмотрено влияние двух, существенно отличающихся по воздействию на структуру и механические свойства, режимов РСР и ПП.

При первом режиме исходные крупнозернистые заготовки сплава 7075 (размер зерен отожженных образцов 37 мкм, диаметр заготовки 60 мм) подвергались ПП при 200°C до диаметра 40 мм, затем РСР при 200°C до диаметра 14 мм и, в заключение, ПП при комнатной температуре до диаметра 8 мм.

При втором режиме те же исходные заготовки подвергались ПП при 400°C до диаметра 40 мм, а затем РСР при 400 °C до диаметра 14 мм и, в заключение, ПП при комнатной температуре до диаметра также 8 мм.

Перед испытаниями на износостойкость образцы из алюминиевого сплава 7075 подвергали термической обработке, состоящей из закалки и последующего старения. Температура нагрева под закалку составляла 475°C, выдержка при этой температуре 2 ч, охлаждение в масле. Старение проводили при температуре 120 °C в течение 5 ч.

Металлографический анализ был проведен с использованием энергодисперсного спектрометра JNCAENERGY (Великобритания), установленного на электронно-зондовом микроанализаторе JEOL при ускоряющем напряжении 25 кВ. Диапазон увеличений прибора JEOL от 40 до 40 000 крат. Принцип работы микроанализатора: высокоэнергетический (25 кэВ) узкий (1 мкм) луч электронов направляется на образец, где разворачивается в растр (кадр), сканируя образец, при этом регистрируются вторичные электроны, испускаемые образцом. Получаемая картина очень похожа на оптические фотографии, но за счет того, что луч электронов очень тонкий ( $\approx 1-2$  мкм), глубина фокуса значительно выше, чем у оптических фотографий, и используемое увеличение значительно выше, соответственно, удается различать более мелкие структурные составляющие образца. Структурные исследования деформированных образцов также проводились методами просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) тонких фольг на электронном микроскопе JEM-2100CX при ускоряющих напряжениях 200 кВ.

Количественный анализ параметров дефектной субструктуры осуществляли стандартными методами. Шлифы для металлографического исследования готовили по традиционной методике на шлифовальных и полировочных кругах. Для травления образцов был использован концентрированный раствор азотной кислоты в этиловом спирте. Величину зерна ( $D_z$ , мкм) определяли методом секущих (по измерению  $\sim 300$  зерен) в предположении, что зерна имеют сферическую форму, исходя из величины средней хорды ( $X$ ) по формуле:  $D_z = 4/\pi \cdot X_{\text{средн}}$ .



Рентгенографический анализ проводили на аппаратно-программном комплексе на базе рентгеновского дифрактометра D8 Advance (BrukerAxs, Германия). В процессе анализа использовали монохроматизированное  $\text{Cu-K}\alpha$ -излучение с длиной волны  $\lambda = 1,5406 \text{ \AA}$ . Напряжение на рентгеновской трубке составляло 40 кВ, сила тока – 30 мА, шаг сканирования для обзорных рентгенограмм  $0,05 2\theta$  (для уточнения –  $0,01 2\theta$ ), экспозиция в точке 1 и 5 соответственно, угловой интервал регистрации спектров  $3 - 90^\circ 2\theta$ . Обработка полученных данных дифрактограмм и расчет межплоскостных расстояний проводились с помощью программного обеспечения EVA. Расшифровка проб и поиск фаз проводились по программе Search/match с использованием Базы порошковых дифрактометрических данных PDF-2.

Фазовая диагностика производилась также путем сопоставления экспериментально полученных значений межплоскостных расстояний ( $d$ ,  $\text{Å}$ ) и относительных интенсивностей ( $J_{\text{отн}}$ ) рефлексов с эталонными рентгенографическими данными из международной картотеки порошковых данных PDF-2 [20].

Измерение микротвердости образцов проводили по методу Виккерса на автоматизированном микротвердомере американской фирмы INSTRON при рабочей нагрузке 2,942 Н и времени выдержки при этой нагрузке 10 сек. Метод Виккерса заключается во вдавливании алмазного наконечника, имеющего форму правильной четырехгранной пирамиды, на образец (изделие) под действием нагрузки  $P$  и при измерении диагонали отпечатка  $d$ , оставшегося после снятия нагрузки. Метод используют для определения твердости деталей малой толщины и тонких поверхностных слоев, имеющих высокую твердость. Чем тоньше материал, тем меньше должна быть нагрузка. Число твердости по Виккерсу HV можно определить по специальным таблицам по измеренной величине  $d$  (диагонали отпечатка в миллиметрах).

В качестве индентора при измерении микротвердости использовали правильную четырехгранную алмазную пирамиду с углом при вершине между противоположащими гранями  $136^\circ$ .

Отпечатки на образец ставились через каждые 100 мкм. Число измерений на один образец составляло не менее 30. Микротвердость  $H_\mu$  определяли в соответствии с ГОСТ 9450-60 по формуле

$$H_\mu = \frac{P}{S} = \frac{1854P}{d^2} [\text{кгс/мм}^2] = \frac{18,2 \cdot 10^6 P (\text{кГ})}{d^2 (\text{мм})} [\text{МН/м}^2 = \text{МПа}] , \quad (2.4)$$

где  $d$  – диагональ отпечатка;  $S = (d^2/1854)$  – площадь боковой поверхности полученного пирамидального отпечатка.

Прочность и пластичность образцов определялись при их растяжении при комнатной температуре на установке Instron 5882.

Испытание на абразивный износ проводили с использованием триботестера Т-05 в условиях сухого трения по схеме «вал – вкладыш» (рисунок 2). Тестер Т-05 оснащен блоком управления Spider 8 и компьютерной программой CatmanExpress 3.0. В процессе испытаний осуществлялась непрерывная регистрация силы трения  $F$ , температура образца и взаимное смещение пары трения  $h$ , обусловленного износом образца. Все эксперименты проводили при постоянной нагрузке 18,615 Н

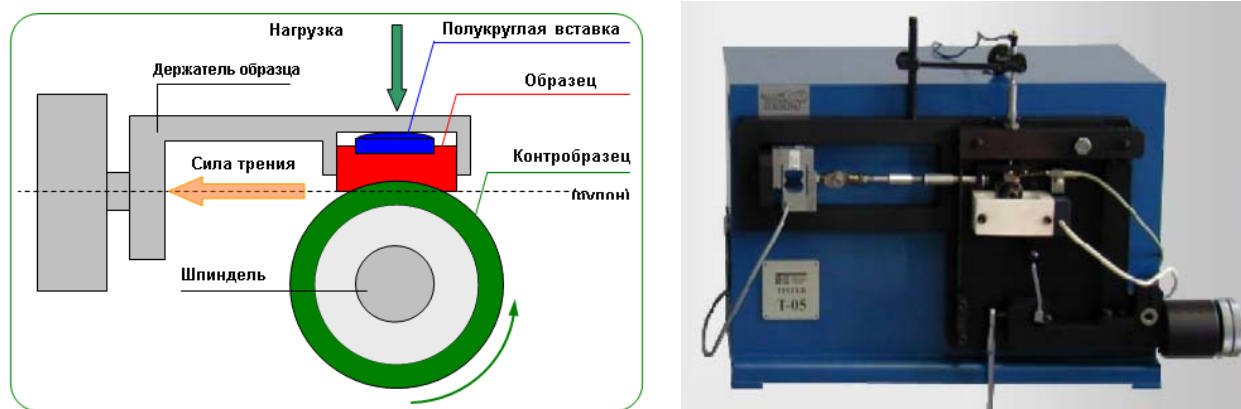


Рисунок 2 – Триботестер Т-05



и скорости вращения 150 об/мин. Контробразцом был ролик, имеющий диаметр 35 мм, изготовленный из подшипниковой стали с твердостью 60-63 HRC. Для измерения потери массы образцов использовали аналитические весы RADWAG типа WPA 40/160 / C / 1 со шкалой 0,01 мг.

**Результаты и обсуждение.** На основе проведенных экспериментов было установлено, что в результате комбинированной обработки по режиму 1 можно получить НК состояние, а обработкой по режиму 2 можно сформировать УМЗ структуру в материале прутков сплава 7075.

Исследование структурных состояний алюминиевого сплава 7075, деформированного при температуре 200 и 400 °С на стане ДУО150 (режимы 1 и 2), показывает ( $\epsilon_v = 0,82$ ), что в сечении, параллельном плоскости прокатки, формируется микрополосовое структурное состояние. При этом повышается плотность внутризеренных дислокаций, образуются полосы сдвига шириной до 8-52 мкм. Деформация в виде полос сдвига происходит преимущественно внутри больших зерен. Наиболее вероятные значения ширины микрополос с большеугловыми границами после ПП по режиму 1 лежат в пределах от 26 до 34 мкм при максимальном значении этой величины ~ 52 мкм. Ширина микрополос с малоугловыми границами может меняться от 12 до 16 мкм при наиболее вероятном значении около 14 мкм.

Прокатка на стане ДУО150 по режиму 2 приводит к образованию более тонких полос сдвига на границах исходных зерен. После прокатки по 2 режиму в продольном сечении полосы формируется ярко выраженная полосовая структура с расстоянием между границами не превышающим 18–32 мкм при наиболее вероятных значениях 22–26 мкм.

Прокатка на стане РСР заготовок, деформированных в ПП при температуре 200 и 400 °С (режимы 1 и 2), приводит к образованию структуры с УМЗ размером ( $\epsilon_v = 2,8$ ). В результате прохождения разупрочняющих процессов по всему объему прокатываемых прутков формируется структура в диапазоне УМЗ размера и равняется от 240 до 630 нм. Полученная УМЗ структура характеризуется однородностью по размерам зерен во всем объеме материала. На изображениях микроструктуры после прокатки на ПКС наблюдали отчетливое изображение границ зерен. Вид микроструктуры указывал на формирование зерен с преимущественно большеугловыми границами.

На основании анализа темнопольных изображений измерили количественные характеристики структурных составляющих сплава и установили, что при прокатке на стане РСР по 1 режиму формируется дисперсная структура со средним размером фрагментов 240–350 нм. Образование большого количества большеугловых границ подтверждается микродифракционной картиной кольцевого типа с большим количеством дискретных точечных рефлексов. Методами ПЭМ определили, что границы фрагментов размыты, а неоднородный контраст внутри фрагментов указывает на высокий уровень внутренних напряжений. Оценка дислокационной структуры и картин микродифракции позволила заключить, что в результате РСР образование УМЗ структуры с большеугловыми неравновесными границами в сплаве 7075 происходит вследствие кристаллографического сдвига, осуществляемого перемещением решеточных дислокаций, и некристаллографического сдвига при перемещении зернограницных дислокаций.

При прокатке на стане РСР по режиму 1, благодаря высокому твердорастворному упрочнению исходной Al матрицы и наличию дисперсных упрочняющих фаз, доминирующим механизмом релаксации упругой энергии с ростом степени деформации является фрагментация, тогда как малым механизмом является динамическая рекристаллизация.

Иная картина наблюдается в заготовках, деформированных в станах ДУО150 и РСР при температуре 400 °С (режим 2). Было установлено, что при прокатке на стане РСР происходит деление полосовой структуры на деформационные, промежуточные и микрополосы, состоящие из субзерен, разделенных большеугловыми и малоугловыми границами.

При прокатке на стане РСР по режиму 2 происходит дальнейшая эволюция структуры, а именно, сокращается число решеточных и зернограницных дислокаций, появляются четкие контуры экстинкции на границах зерен, т.е. проявляются все признаки динамического возврата и динамической рекристаллизации по непрерывному механизму. В результате этих процессов в материале формируется УМЗ структура, состоящая из зерен размером 360–630 нм.

Следовательно, при прокатке по режиму 2 релаксация упругой энергии в сплаве 7075 осуществляется двумя механизмами – малой фрагментацией и доминирующей динамической рекристаллизацией.

В работе было установлено, что окончательная прокатка заготовок на стане ДУО150 по режиму 1 и 2 ( $\epsilon_b = 0,68$ ) приводит к формированию, соответственно, НК (размер зерен 80 – 110 нм) и УМЗ структуры (размер зерен 230–460 нм). Фрагментация структуры до нано- или УМЗ уровня происходит за счет изгиба кристаллической решетки и ротационных мод деформации, приводящих к разбиению субзеренной структуры и превращению дислокационных малоугловых границ, разделяющих исходные субзерна в большеугловые границы.

Образование НК и УМЗ структуры в алюминиевом сплаве 7075 отразилось и на их свойствах.

Установлено, что в НК сплаве 7075 временное сопротивление разрыву повышается на 30%, а предел текучести примерно в 2 раза по сравнению с исходным состоянием.

На основе исследования износостойкости алюминиевого сплава 7075 установлено, что:

- во время испытания истиранию наноструктурированного (рисунок 3) и УМЗ (рисунок 4) материала, наблюдается повышение температуры образцов от 25 до 33°C, а испытание истирания исходных образцов (рисунок 5) приводит к повышению температуры образца в конце исследования до 70 °С;

- кривые изменения сил трения в зависимости от времени испытания для наноструктурированных (рисунок 3) и УМЗ (рисунок 4), а также крупнозернистых (исходный материал, рисунок 5) образцов характеризуется двумя режимами трения. Сначала сила трения повышается сравнительно резко, а затем достигает стадии насыщения. При этом переход к устойчивой стадии в НК и УМЗ образцах происходит за большее время, чем для крупнозернистых образцов;

- при испытании исходных образцов взаимное смещение пары трения достигает значения 380 мкм (рисунок 5), а УМЗ образцов составляет 7 мкм (рисунок 4), при этом почти отсутствует взаимное смещение пары трения при испытании НК образцов (рисунок 3).

- микротвердость НК и УМЗ образцов (950-1020 МПа) почти в два раза выше, чем для крупнозернистых образцов (380 МПа).

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что в комбинированном процессе ПП-РСП-ПП полученная в алюминиевом сплаве НК или УМЗ структура повышает износостойкость прутков. Это подтверждается измерениями потери массы образцов. Наибольшая потеря веса (0,24 мг) наблюдалась в исходном материале (рисунок 6,а), а в сплаве с УМЗ структурой потеря веса составила 0,15 мг. Следует отметить, что НК образцы почти не потеряли массу (рисунок 6,а). Данные образцы из алюминиевого сплава 7075 после исследования потеряли в весе только 0,04 мг.

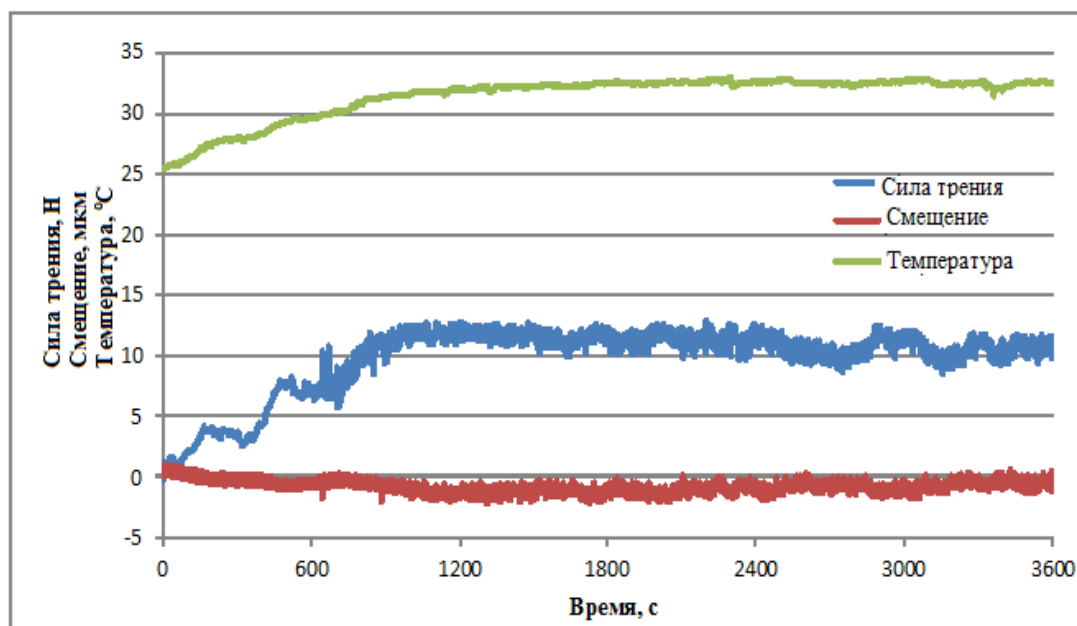


Рисунок 3 – Изменения взаимного смещения пары трения, силы трения и температуры образца во время испытания на истирание наноструктурированных образцов из алюминиевого сплава 7075

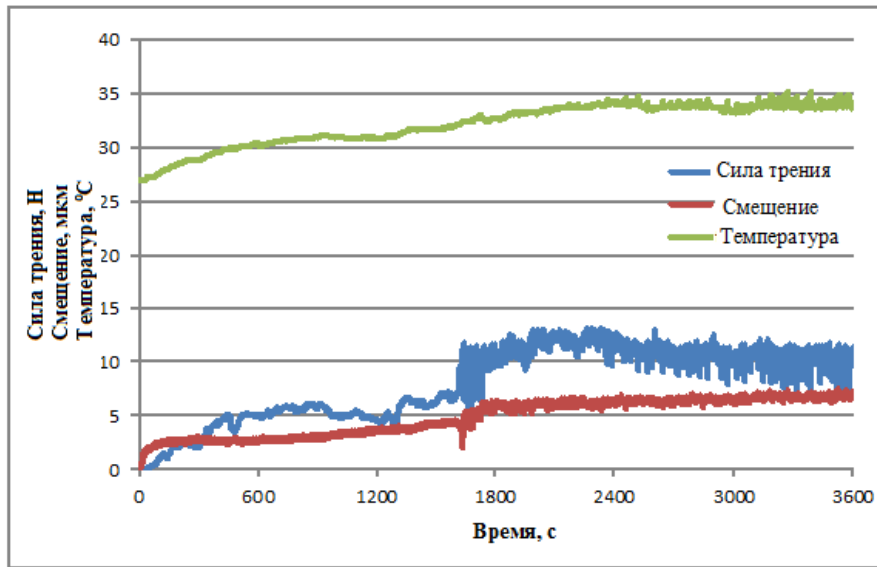


Рисунок 4 – Изменения взаимного смещения пары трения, силы трения и температуры образца во время испытания на истирание УМЗ образцов из алюминиевого сплава 7075

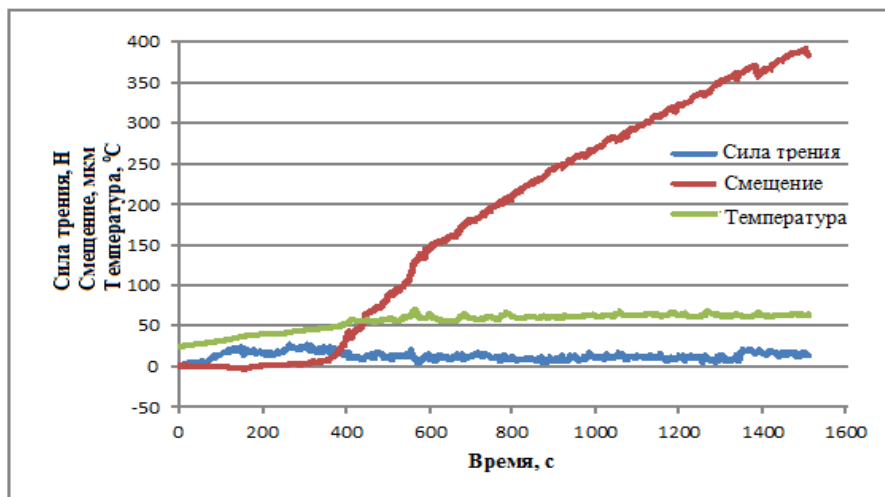


Рисунок 5 – Изменения взаимного смещения пары трения, силы трения и температуры образца во время испытания на истирание крупнозернистых (исходных) образцов из алюминиевого сплава 7075

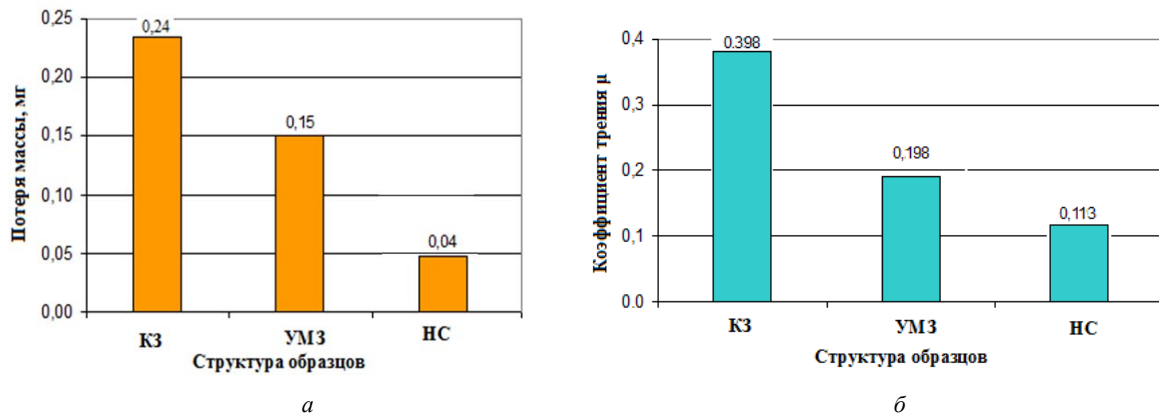


Рисунок 6 – Потеря массы образцов (а) и значения коэффициента трения (б) крупнозернистых, УМЗ и наноструктурированных образцов

На рисунке 6,б показаны значения коэффициента трения НС, УМЗ и крупнозернистых образцов. Видно, что крупнозернистый алюминиевый сплав 7075 имеет более высокое значение коэффициента трения, чем НС и УМЗ сплав. На основе этих данных можно отметить, что в алюминиевом сплаве 7075 получение НС или УМЗ структур также приведет к полезному эффекту, таких как снижение коэффициента трения. Для образцов с УМЗ структурой коэффициент трения снизился с 0,348 в исходном состоянии до 0,198 после ПП и РСП (рисунок 6,б). Наибольшее снижение коэффициента трения наблюдалось в образцах НС. Коэффициент трения НС образцов снизился с 0,348 до 0,113.

Таким образом, формирование НС и УМЗ структуры в алюминиевом сплаве 7075 уменьшает величину износа, адгезионную компоненту трения ( $\mu_a$ ) и склонность алюминия к налипанию и схватыванию. Важно также, что происходит уменьшение характеристики  $\mu_a$  с уменьшением размера зерен.

Трибологическое поведение алюминиевого сплава 7075 в наноструктурном (НС), УМЗ и традиционном крупнозернистом состояниях значительно отличается. Коэффициент трения и величина износа в наноструктурных и УМЗ металлах минимальны и обусловлены максимальной величиной микротвердости, которая, в свою очередь, зависит от степени структурного измельчения.

#### **Выводы.**

1. Результаты исследования эволюции микроструктуры длинномерных заготовок на разных стадиях их изготовления показали возможность получения прутков с НС и УМЗ структурой, используя ИПД.

2. Показано, что сохранение достаточной пластичности алюминиевого сплава после ПП позволяет провести формоизменяющие операции РСП и ПП, которые способствуют дополнительному измельчению зеренной структуры заготовки и изготовлению прутков с НС и УМЗ структурой.

3. Исследованиями установлено, что в прутковом материале из алюминиевого сплава 7075 обеспечивается формирование однородных нано- или УМЗ структур с размерами зерен около 80–460 нм, что приводит к повышению свойств прочности и пластичности, износостойкости и снижению коэффициента трения.

**Источник финансирования исследований.** *Статья написана в рамках финансируемой госбюджетной темы №757 МОН.ГФ.15.ЭМ4: «Разработка новой конструкции многофункционального стана для прокатки листов высокого качества».*

#### **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Давыдов В.Г. О некоторых актуальных проблемах разработки алюминиевых сплавов и технологий для авиационного применения // Известия вузов. Цветная металлургия. – 2001. – № 4. – С. 32-36.
- [2] Колачев Б.А., Елагин В.И., Ливанов В.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. – М.: МИСИС, 2001. – 416 с.
- [3] Валиев Р.З., Александров И.В. Наноструктурные материалы, подвергнутые интенсивной пластической деформации. – М.: Логос, 2000. – 272 с.
- [4] Сегал В.М., Резников В.И., Копылов В.И. и др. Процессы пластического структурообразования металлов. – Минск: Наука и техника, 1994. – 232 с.
- [5] Бейгельзимер Я.Е., Варюхин В.Н., Орлов Д.В. и др. Винтовая экструзия – процесс накопления деформации. – Донецк: Фирма ТЕАН, 2003. – 86 с.
- [6] Майданюк А.П., Штерн М.Б., Баглюк Г.А. Моделирование равноканального углового прессования пористых заготовок // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском у металургії і машинобудуванні: Тематик. зб. наук. пр. – Краматорськ: ДДМА, 2008. – С. 31-36.
- [7] Майданюк А.П., Рябичева Л.А., Штерн М.Б. Эволюция распределения плотности при равноканальном угловом прессовании пористых заготовок // Баглюк Вісн. Східноукр. націон. ун-ту. – 2008. – № 3. – Ч. 2. – С. 213-216.
- [8] Валиев Р.З., Александров И.В. Объемные наноструктурные металлические материалы: получение, структура и свойства. – М.: Академкнига, 2007. – 398 с.
- [9] Красильников Н.А. Прочность и пластичность после равноканального углового прессования с противодавлением // Металлы. – 2005. – № 3. – С. 35-42.
- [10] Эфрос Б.М., Попова Е.В., Эфрос В.А. и др. Влияние интенсивной пластической деформации на структуру и упрочнение поликристаллического никеля // Металлы. – 2005. – № 6. – С. 31-35.
- [11] Валиев Р.З. Создание наноструктурных металлов и сплавов с уникальными свойствами, используя интенсивные пластические деформации // Российские нанотехнологии. – 2006. – Т. 1, № 1-2. – С. 208-216.
- [12] Галкин С.П., Харитонов Е.А., Михайлов В.К. Реверсивная радиально-сдвиговая прокатка. Сущность, возможности, преимущества // Титан. – 2003. – № 1(12). – С. 39-45.

- [13] Харитонов В.А., Усанов М.Ю. Формирование структуры в процессе радиально-сдвиговой протяжки проволоки // Письма о материалах. – 2014. – Т. 4, № 1. – С. 37-40.
- [14] Potapov I.N., Polkhin P.I. Technology of screw rolling. – М.: Metallurgy. (1990) 344 p. (in Rus.) [И.Н. Потапов, П.И. Полухин. Технология винтовой прокатки. – М.: Металлургия, 1990. – 344 с.]
- [15] Jeong D.H., Gonzalez F., Palumbo G., Aust K.T., Erb U. The Effect of grain size on the wear properties of electrodeposited nanocrystalline nickel coatings// Scripta mater. 44 (2001). P. 493-499. www.elsevier.com/locate/scriptamat
- [16] Малыгин Г.А. Пластичность и прочность микро- и нанокристаллических материалов // Физика твердого тела. – 2007. – Т. 49, вып. 6. – С. 961-980.
- [17] Столяров В.В. Трибологическое поведение наноструктурных и крупнозернистых металлических материалов // Вестник научно-технического развития. – 2012. – № 1(53). – С. 38-44.
- [18] Харитонов В.А., Полякова М.А., Усанов М.Ю. Радиально-сдвиговая протяжка как эффективный способ повышения качества круглой проволоки // Труды научно-технической конференции «Проблемы и перспективы развития металлургии и машиностроения с использованием завершенных фундаментальных исследований и НИОКР». – Т. 2. – Екатеринбург: УрО РАН, 2011. – С. 521-532.
- [19] Иванов М.Б. Структурно-фазовые превращения и формирование свойств наноструктурированного титана и пористых биоактивных покрытий: Дис. ... доктора технических наук. – Белгород: БГНИУ, 2014. – 257 с.
- [20] Industrial Applications of X-Ray Diffraction / Ed: F. Smith. Darien. – Illinois, USA, 1999. – 1024 p.

## REFERENCES

- [1] Davydov V.G. O nekotoryh aktual'nyh problemah razrabotki aljuminievych splavov i tehnologij dlja aviakosmicheskogo primenenija // Izvestija vuzov. Cvetnaja metallurgija. 2001. N 4. P. 32-36.
- [2] Kolachev B.A., Elagin V.I., Livanov V.A. Metallovedenie i termicheskaja obrabotka cvetnyh metallov i splavov. М.: MISIS, 2001. 416 p.
- [3] Valiev R.Z., Aleksandrov I.V. Nanostrukturnye materialy, podvergnutyje intensivnoj plasticheskoj deformacii. М.: Logos, 2000. 272 p.
- [4] Segal V.M., Reznikov V.I., Kopylov V.I. i dr. Processy plasticheskogo strukturoobrazovaniya metallov. Minsk: Nauka i tehnika, 1994. 232 p.
- [5] Bejgel'zimer Ja.E., Varjuhin V.N., Orlov D.V. i dr. Vintovaja jekstruzija – process nakoplenija deformacii. Doneck: Firma TEAN, 2003. 86 p.
- [6] Majdanjuk A.P., Shtern M.B., Bagljuk G.A. Modelirovanie ravnokanal'nogo uglovogo pressovanija poristyh zagotovok // Udoskonalennja procesiv ta obladnannja obrobki tiskom u metalurgii i mashinobuduvanni: Tematik. zb. nauk. pr. Kramators'k: DDMA, 2008. P. 31-36.
- [7] Majdanjuk A.P., Rjabicheva L.A., Shtern M.B. Jevoljucija raspredelenija plotnosti pri ravnokanal'nom uglovom pressovanii poristyh zagotovok // Bagljuk Visn. Shidnoukr. nacion. un-tu. 2008. N 3. Ch. 2. P. 213-216.
- [8] Valiev R.Z., Aleksandrov I.V. Ob#emnye nanostrukturnye metallicheskie materialy: poluchenie, struktura i svojstva. М.: Akademkniga, 2007. 398 p.
- [9] Krasil'nikov N.A. Prochnost' i plastichnost' posle ravnokanal'nogo uglovogo pressovanija s protivodavleniem // Metally. 2005. N 3. P. 35-42.
- [10] Jefros B.M., Popova E.V., Jefros V.A. i dr. Vlijanie intensivnoj plasticheskoj deformacii na strukturu i uprochnenie polikristallicheskogo nikelja // Metally. 2005. N 6. P. 31-35.
- [11] Valiev R.Z. Sozdanie nanostrukturnyh metallov i splavov s unikal'nymi svojstvami, ispol'zuja intensivnye plasticheskie deformacii // Rossijskie nanotehnologii. 2006. Vol. 1, N 1-2. P. 208-216.
- [12] Galkin S.P., Haritonov E.A., Mihajlov V.K. Reversivnaja radial'no-sdvigovaja prokatka. Sushhnost', vozmozhnosti, preimushhestva // Titan. 2003. N 1(12). P. 39-45.
- [13] Haritonov V.A., Usanov M.Ju. Formirovanie struktury v processe radial'no-sdvigovoj protjazhki provoloki // Pis'ma o materialah. 2014. Vol. 4, N 1. P. 37-40.
- [14] Potapov I.N., Polkhin P.I. Technology of screw rolling. М.: Metallurgy. (1990) 344 p. (in Rus.)
- [15] Jeong D.H., Gonzalez F., Palumbo G., Aust K.T., Erb U. The Effect of grain size on the wear properties of electrodeposited nanocrystalline nickel coatings // Scripta mater. 44 (2001). P. 493-499. www.elsevier.com/locate/scriptamat
- [16] Malygin G.A. Plastichnost' i prochnost' mikro- i nanokristallicheskikh materialov // Fizika tverdogo tela. 2007. Vol. 49, vyp. 6. P. 961-980.
- [17] Stoljarov V.V. Tribologicheskoe povedenie nanostrukturnyh i krupnozernistyh metallicheskih materialov // Vestnik nauchno-tehnicheskogo razvitija. 2012. N 1(53). P. 38-44.
- [18] Haritonov V.A., Poljakova M.A., Usanov M.Ju. Radial'no-sdvigovaja protjazhka kak jeffektivnyj sposob povyshenija kachestva krugloj provoloki // Trudy nauchno-tehnicheskoi konferencii «Problemy i perspektivy razvitija metallurgii i mashinostroenija s ispol'zovaniem zavershennyh fundamental'nyh issledovanij i NIOKR». Vol. 2. Ekaterinburg: UrO RAN, 2011. P. 521-532.
- [19] Ivanov M.B. Strukturno-fazovye prevrashhenija i formirovanie svojstv nanostrukturirovannogo titana i poristyh bioaktivnyh pokrytij: Dis. ... doktora tehniceskikh nauk. Belgorod: BGNIU, 2014. 257 p.
- [20] Industrial Applications of X-Ray Diffraction / Ed: F. Smith. Darien. Illinois, USA, 1999. 1024 p.

С. А. Машеков<sup>1</sup>, Henryk Duja<sup>2</sup>, Б. Н. Абсадыков<sup>3</sup>, Э. А. Тусупкалиева<sup>1</sup>, А. С. Машекова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>К. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті, Алматы, Қазақстан,

<sup>2</sup>Ченстохова технологиялық университеті, Ченстохова, Польша,

<sup>3</sup>Ә. Б. Бектуров атындағы химия ғылымдары институты, Алматы, Қазақстан

### АЛЮМИНИЙ ҚОРЫТПАЛАРЫНАН ЖАСАЛҒАН НАНОҚҰРЫЛЫМДЫ ШЫБЫҚТАР ҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ ӨЗГЕРУІН ЖӘНЕ ТОЗУЫН ЗЕРТТЕУ

**Аннотация.** Мақалада 7075 алюминий қорытпасынан жасалған шыбықтың микроқұрылымына бойлық илемдеу мен радиальды-ығыстырып илемдейдің тәсілдің әсері зерттелген. Айтылған бойлық және радиальды-ығыстыру орнақтарында дайындаманы илемдеудеп алынған нанокұрылым мен ультраұсақтүйіршікті құрылымның түйіршіктері зерттеліп, өлшемдері салыстырмалы бағаланған. Түйіршікті және ақаулы құрылымға тән құрылымдық параметрлер жұмыста анықталған. 7075 алюминий қорытпасынан жасалған шыбықта біркелкі наноөлшемді (80-110 нм) және ультраұсақтүйіршікті құрылым(230-460 нм) қалыптасатындығы көрсетілген. Беріктік және пластикалық қасиеттер жоғарлайтындығы дәлелденген. Ірітүйіршікті, ультраұсақтүйіршікті және нанокұрылымды 7075 алюминий қорытпасының трибологикалық қасиеттері зерттеліп, осы қасиеттің салыстырмалы өзгеруі бойынша мәліметтер мақалада келтірілген. Үйкеліс коэффициенті мен тозуға төзімділіктің мөлшері, ірітүйіршікті металмен салыстырғанда ультраұсақтүйіршікті және нанокұрылымды материалдарда азайатындығы жұмыста көрсетілген.

**Түйін сөздер:** нанокұрылым, ультраұсақтүйіршікті құрылым, илемдеу, үйкеліс коэффициенті, үйкеліс күші, температура.

#### Сведения об авторах:

Машеков Серик Акимович – доктор технических наук, профессор, Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева, кафедра «Станкостроение, материаловедение и технология машиностроительного производства» (СМиТМП), mashekov.1957@mail.ru

Хенрик Дья – д.т.н., профессор, Ченстоховский технологический университет, г. Ченстохова, Польша. Факультет Инженерии производства и технологии материалов, заведующий кафедрой «Обработки металлов давлением и инженерной безопасности», duja.henryk@wip.pcz.pl

Абсадыков Бахыт Нарикбаевич – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН РК, Институт химических наук им. А. Б. Бектурова, b\_absadykov@mail.ru

Тусупкалиева Эльмира Адиевна – докторант, Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева, кафедра СМиТМП, elatus78@mail.ru.

Машеков Айгерим Сериковна – докторант, Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева, кафедра СМиТМП, mashekovaaigerim@mail.ru

**A. A. Ospanova, R. A. Abildaeva, A. Zh. Makhan, A. I. Anarbekova, A. D. Dauilbai**

M. Auezov South-Kazakhstan state university, Shymkent, Kazakhstan.  
E-mail: rozita.@.mail ru

## INFLUENCE OF VARIOUS FACTORS ON THE PROCESS OF EMBRYOGENESIS

**Abstract.** The study of the process of embryogenesis is a very important biological problem. Researchers to have a good understanding of the mechanism of seed differentiation during ontogenesis choose a simple model system. Plant seeds are considered the most valuable and natural model object. But due to lack of research on the development of the seed it is not so easy to use that object as a model. If we had enough knowledge and clarification on the embryogenesis and difficult moments were revealed in the development of seed and also there were studied the effect of different factors for its regulation, we would be closer to solving the fundamental problems of ontogeny about seed development and growth. Thus, it is important to identify the factors influencing the growth and development of seeds during embryonic ontogenesis.

Identification of embryogenesis laws allowed to increase the number of seeds, to improve their quality, even possible to create new methods of using existing methods of selection of crops. The implementation of all these problems cannot be without the knowledge of the laws of formation and development of seeds.

The cells of seeds with the beginning of differentiation are different, heterogeneous, each of its parts get ready to go through the morphogenic ways. Various methods for studying embryogenesis techniques are given.

**Keywords:** Embryogenesis, differentiation, selection, heterogeneity, in vitro, ontogenesis

ӘОЖ 293.1. (874)

**А. А. Оспанова, Р. А. Абилдаева, А. І. Анарбекова, А. Ж. Махан, А. Д. Дауылбай**

М. О. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан

## ӘРТҮРЛІ ФАКТОРЛАРДЫҢ ЭМБРИОГЕНЕЗ ПРОЦЕСІНЕ ӘСЕРІ

**Аннотация.** Эмбриогенез процесін нақтылы зерттеу – жалпы биологиялық маңызы бар мәселе. Зерттеушілер онтогенез процесі кезіндегі ұрық дифференциациясының механизмін жете білу мақсатында қарапайым модельді жүйені таңдайды. Өсімдік ұрығы аса бағалы және табиғи модельді объект болып саналады. Бірақ ұрықтың даму жолдары туралы зерттеулердің жетіспеуіне байланысты, бұл объекті модель ретінде қолдану оңай емес. Неғұрлым біздің эмбриогенез туралы біліміміз толық және нақтылау болса, ұрықтың дамуының қиын кездерін анықтап, оны реттеу үшін әртүрлі факторлардың әсерін зерттесек, өсімдіктің өсуі және дамуы жайында онтогенездің теориясын жасайтын іргелі проблемаларын шешуге жақын болар едік. Сол себептен, онтогенездің эмбриональді кезеңіндегі өсіп, даму ерекшеліктерін және оларға әсер ететін факторларды анықтау аса маңызды.

Эмбриогенез заңдылықтарын анықтау негізінде тұқымның өнімін арттыру, сапасын жақсарту, ауылшаруашылық бағалы дақылдар селекциясының қолда бар әдістемелерін жетістіріп, тіпті жаңа тәсілдерін жасауға мүмкіндік туды. Осы күрделі мақсаттардың бәрін іске асыру, ұрықтың қалыптасуының және дамуының заңдылықтарын білмейінше мүмкін емес.

Ұрықтың клеткалары алғашқы дифференциациясы басталғаннан әртүрлі гетерогенді болады, оның әрбір бөлігі морфогенді жолдардан өтуге дайын тұрды. Қазіргі кезде эмбриогенезді зерттеу әдістерін жасауға арналған ғылыми жұмыстар айтылған.

**Түйін сөздер:** эмбриогенез, дифференциация, селекция, гетероген, in vitro, онтогенез.

Онтогенездің алғашқы кезеңі – Эмбриогенез. Оның толығымен дамуы алғашқы кезде аналы ағзаға байланысты болса, кейін өздігінше реттелетін автономды кезеңі қалыптасады. Бұл кезеңде морфологиялық, физиологиялық және биохимиялық жағынан дифференциацияланған вегетативті мүшелері дамиды.

Эмбриогенез жайында мәліметтер неғұрлым толық және нақтылау болу үшін, оның күрделі даму кезеңдерін реттейтін факторларды анықтау қажет. Сонда ғана өсімдіктің өсуі және дамуы жайында іргелі проблеманы шешіп, онтогенездің жалпы теориясын қалыптастыруға мүмкіндік туады.

Эмбриогенезді зерттеудің өте-мөте қажетті практикалық жағы да бар.

Эмбриогенез заңдылықтарын анықтау негізінде, тұқымның өнімін арттыру, сапасын жақсарту, ауылшаруашылық бағалы дақылдар селекциясының қолда бар әдістемелерін жетілдіріп, тіпті жаңа тәсілдерін жасауға мүмкіндік туды. Осы күрделі мақсаттардың бәрін іске асыру, ұрықтың қалыптасуының және оның дамуының заңдылықтарын білмейінше мүмкін емес [1, 2].

Ұрықтың *in vitro* жағдайында және егістікке өсу жағдайында оның өсуіне анализ жасау, алыс туысты будандасыту арқылы алынған будан ұрықтардың даму ерекшеліктерін зерттеу және ғарышқа ұшу кезіндегі бидай жыныс клеткаларындағы өзгерістерді анықтау біраз заңдылықтарды ашуға мүмкіншілік береді.

Эмбриогенездің өсу жылдамдығы түр және сорттық генетикалық табиғатына және өсу жағдайларына да байланысты. Бірдей экологиялық жағдайда өскен арпаның, қара бидайдың және жүгерінің эмбриогенезін зерттегенде олардың колеоптиль белдеушісінің 5-6, 7-8, 8-9 тәулікке лайық қалыптасатыны, бірақ ұрықтың толық жетіліп қалыптасуы тозаңданғаннан кейін 15, 20, 24 тәулікке лайық кездері екені байқалды. Осы жағдайда күздік жұмсақ бидайдың эмбриогенезді жаздығына қарағанда баяулау дамитыны көрсетілді [3, 4].

Бидайдың күздік сортында (Украина) колеоптиль белдеуінің дифференциациясының басталуы 10 тәуліктен кейін, ал жаздық бидайдікі (сорт Лютесценс 62) 8 тәуліктен кейін байқалды. Ұрықтың толық дифференциациясы тозаңданғаннан 16 және 22 тәуліктен кейін аяқталды. Қатты бидайдың эмбриогенезінің әрбір кезеңінің өсу мерзімі жаздық жұмсақ бидайға ұқсас [5]. Қатты және жұмсақ бидайдың, жүгерінің және қара бидайдың да өсу белсенділігінің осыған ұқсас нәтижелері алында.

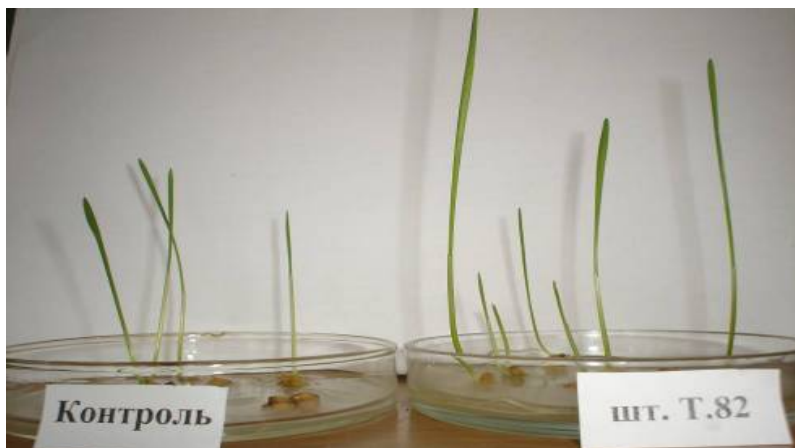
Тез пісетін бидай сорттарының ұрығын баяу пісетін сорттарға қарағанда әлдеқайда тезірек дамиды. Мысалы, дәні орта мезгілде пісетін бидай ұрығы (Лютесценс 62 сорты) тозаңдалғаннан кейін 4 тәуліктік мерзімді морфо-физиологиялық жағынан жетілгені, 7 тәуліктен кейін лабораторияда 100%-ға дейін өскін беретіні байқалған [6]. Ал, кеш пісетін бидай сортының (Арнаутка немерчаская) морфофизиологиялық жағынан жетілуі кейін болады. Оның ұрығының 9 күндік мерзімде 40% жуығы ғана дамиды [7, 8].

Ұрықтың барлық даму кезеңдеріндегі форма түзуші процестрі реттеуші факторлар – клетканың өсуі, оның бөлінуі, созылуы және цитодифференцировкасы. В.Рагхованың пікірі бойынша, «ұрықтың өсуін жаңа клетканың пайда болуы және клетканың ұлпа құрауы, ұлпалардың мүшелерге айналуы, мүшелердің толық организмді қалыптастыруы» деп көзге елестетуге болады. Клетканың бөлінуі, оның созылу, дифференцировкасы туралы білім, алғашқы гомогенді клеткалық массадан ұрықтың күрделі және жоғары мамандалған мүшелері пайда болып, олардың әрі қарай дамуы деген түсініктің негізі болып есептелінеді.

Көптеген жұмыстар, өсіп келе жатқан ұрықтың көлемін және салмағын зерттеуге арналған [9]. Эмбриогенездің даму туралы өзгерістерді сипаттау S-тәрізді қисық сызықпен бейнеленеді. Мысалы, *Zerphuranthes lancastem* ұрығының өсуі лагфазаға бөлініп екі кезеңмен белгіленеді: ұрықтың тозаңданғаннан кейін 8-10 және 13-15 тәулік арасындағы уақыты. Лотостың ұрығының өсуін зерттеуде осыған ұқсас нәтижелер алынды. Оның көлемінің айтарлықтай ұлғаюы тозаңданғаннан кейін 5-7 және 10-11 тәуліктер арасында екі рет байқалады. Қолайсыз жағдайларда осы екі максимум-арасында тежеулі немесе өсуінің толық тоқталуы мүмкін.

Ұрықтың ұлғаюы оның клеткаларының көлемінен де байқалады. Эмбриогенезді алғашқы кезеңінің ерекшелігі – клеткаларының майдалануы. Күріш ұрығының әртүрлі даму сатыларында клеткалар көлемін өлшегенде, оның клеткалары глобулярлы фазасының соңына дейін жиі бөлінетініне байланысты кішірейе беретіні көрсетілген. Клеткаларының ұлғаюы ұрық тұқымжарнағының қалыптасуынан кейін барып байқалған [10, 11].





Бидай өскіндері

Жүгері мен бидай ұрығының қалқаны және ұрық өсінің клеткалар санын есептеу нәтижесінде тұқымжарнақ клеткаларының көлемі ұрық өсіне қарағанда артық екені байқалды [12].

Дифференциация кезінде ұрық клеткаларының көлемі ұлғаяды, бірақ та клетканың созылуынан оның көлемі аз ғана өседі. Эмбриогенез кезінде клетка көлемі 2-3 есе ғана ұлғаятыны көрсетілген.

Жабық тұқымдастардың тұқымдастарымен істелінген зерттеулерде ұрықтың өсу процесі оның клеткаларының бөлінуі және созылуы арқылы өтетіні дәлелденген мысалы, жүгері ұрығының қалқаны алдымен клеткалардың бөлінуі арқылы өсетіні (тозаңданғаннан 25 күнге дейін), сонан соң дәнінің жетілгенінше оның ұлғаюы клеткалардың созылуы арқылы болатыны көрсетілді. Бұршақ тұқымжарнағының клеткалар саны эмбриогенездің ортаңғы мезгілінде анықталынады, одан кейін тұқымжарнақ көлемінің ұлғаюы оның клеткаларының созылуы арқылы болады [Банникованың ж.б. сілтемесі].

Бидай эмбриогенезі кезінде клеткалардың жаппай бөлінуі дәнінің ылғалдылығы 60% дейін төмендегенде тоқтайды. Ұрықтың ары қарай өсуі, оның клеткаларының көлемі ұлғаюынан болады. Осыған қарай бидай ұрығының бөлінуін автор 2 этапқа бөледі. Біріншісінде негізгі процесс клеткалардың бөлінуі болса, екіншісінде ұрықтың ұлғаюы созылу арқылы жүреді. Бұл жағдайда клеткалардың созылуы алғашқы кезеңде де болуы мүмкін, бұл жайында дәлелденген мәліметтерді күрішпен істелінген тәжірибелерден байқауға болады [13-15].

Ұрықтың әрбір бөліміндегі митоз ұзақтылығының өзгеруі де форма қалыптасу процесінде маңызды рөл атқарады. М. С. Яковлевтің зерттеулерінде бидай ұрығындағы сабақ апексінің латеральды жайы оның алғашқы терминалды жайынан ауысуы нәтижесінде клеткалардың біркелкі бөлінбеген себебінен болады делінген. Одан кейінгі біраз жұмыстарында [16] клеткалардың біраз бөліміндегі бөліну қарқынының тежелуі морфологиялық прецестердің жүруін айтарлықтай өзгерттеді деп тұжырымдаған. Бұл көзқарас бойынша, онтогенез кезіндегі даражарнақты ұрықтың әрбір бөліміндегі клеткалар бөлінуінің қарқындылығының әртүрлілігі, ал қосжарнақтылардың екі примордиальды апикальды аймағының дифференциациясы және олардың арасындағы өсу нүктесінің қалыптасуы ортаңғы апикальды аймағында клетка бөлінуінің тежелуінің нәтижесінде деп қарауға болады.

Митоз циклының ұзақтылығына байланысты, клеткалар өсуінің маңыздылығына қарамастан, бұл жөніндегі істелінген жұмыстар азын-аулақ. Мақта мен жұмыршақтың эмбриогенезіне арналып істелінген жұмыста, бөлінген клеткалардың орналасуына талдау жасалынған [17]. Өте жас ұрықтарда митоз біркелкі жүреді, сонан соң ұлпа және мүше дифференциациясының басталуына қарай біртіндеп бәсеңдейді. Глобуляторлы ұрықтан жүрек тәрізді қалпына ауысу, клетка санына және митоздың алғашқыдай біркелкі өтуінің бұзылуына байланысты. Митоз циклі келешек сабақ апексі болатын аймақта тежеледі, ал тұқымжарнақтың алғашқы төбешігі қалыптасқан аймақта, керісінше, митоз қарқыны жоғарылайды. Жүрек тәрізді фазадан торпедо тәріздіге ауысу, тек жоғары митотикалық белсенділікпен бөлінуі ғана емес, олардың клеткаларының бөліну кезінде де созылуына да байланысты.

Эмбриогенез кезінде, митоз процесі белсенді өтетін орталықтарының орналасуының өзгеруі және онымен бірге әрбір клеткадағы митоз циклының ұзақтылығының өзгеруі және онымен бірге әрбір клеткадағы митоз циклының ұзақтылығының өзгеруі бір-бірімен байланысты.

Біраз зерттеушілер форма түзу процесінде сөзсіз алдымен дифференциациялы митоз бөлінуі (квантты) қажет деген пікір айтады. Онымен бірге ұдайы (пролиферативті) бөліну де болады. Мұндай митоз процесі, мысалы, клеткалары тез бөлінетін глобуляторлы ұрыққа тән.

Алыс туысты будандастыру кезінде дифференциациялы митоз ұдайы бөлінетін митозға ауысуы мүмкін. Мұндай өзгеріс форма түзу процесінің барлық жолдарын бұзуға әкеліп соғады. Мысалы, будан ұрық клеткаларының тең бөлінуінің нәтижесінде аса вакульденген екі клетка пайда болып, олар ары қарай дифференциацияланбайды. Ұрық глобуляторлы фазаға жетпей тіршілік қабілетінен айырылады [18, 19]. Махорканы будандастырғанда тек ілекерге тиісті дифференциацияланатын және ұдайы бөлінетін РНП гранулалар арақатынасының бұзылуы ұрықтың барлық клеткаларына тән.

Ұрықтың өсуіне арналған зерттеу жұмыстардың аздығына қарамастан, олардың эмбриогенез кезінде форма түзуші процесті білуге үлкен маңызы бар. Онтогенездің эмбриональды кезеңін бақылау кезінде алынған мәліметтер айтарлықтай маңызды. Соның нәтижесінде өсімдіктің дамуының келесі барлық кезеңдерін анықтауға болады.

Эмбриогенезді бірнеше фазаға бөлу және олардың ішінен ерекшесін айыру үшін физиологиялық, биохимиялық зерттеулермен қатар, оның анық санмен есептелген көрсеткіштері болуы керек. Бірақ эмбриогенезге адекватты көзқараспен қарауға ондай зерттелген мәліметтер жетіспейді.

Эмбриогенезге жоғары және төмен температураның әсері де мол. Масақтың дәндену кезінде бидайдың толық жетілуіне температураның 23°C-тан аспауы қажет. Масақтану және пісіп жетілу кезінде температура 16°C төмендегенде бидайдың дамуына жылудың аса жетіспеуін біраз зерттеулердің нәтижесі көрсетті. Температураның аса төмендегенінің де, немесе аса жоғарылағанының да эмбриогенездің белсенділігіне әсері мол. Мысалы, Ленинград облысының жағдайында бидай ұрығының колеоптиль белдеуінің қалыптасуы, тозанданғаннан 12 тәуліктен кейін, ал Одесса жағдайында 5 тәуліктен кейін болатыны анықталды. Бұл көрсетілген мекендерде тозанданғаннан кейін дифференциацияның басталғанына дейінгі уақытта орта тәуліктік температура 14,7 және 19,5°C сәйкес болды. Бидайдың эмбриогенезін зерттеудегі осыған ұқсас нәтижелер Украина жағдайында да болды. Лютесценс 62 сортын маусым ауында өсіргенде, тозанданғаннан 15 тәуліктен кейін жақсы дифференциацияланған ұрықтың пайда болғаны, ал қыркүйек айында өсіргенде сондай мерзімдегі ұрықтың 2 есе кіші екені, дифференциациясы енді ғана басталғаны байқалды [20].

Бидай ұрығының даму қарқындылығына температура факторының елеулі әсері қатал бақылау жағдайында қойылған тәжірибеде – жасанды камераның климатында жоғары сапалылықпен көрсетілді [21]. Мұнда төменгі (8-10°C) және жоғары (25-30°C) температураның жаздық бидайдың (Скала сорты) жалпы өсімдігіне ғана емес, жеке масағына және әрбір дәніне әсері зерттелінді. Температураның әсерінің деңгейі тәжірибе үлгілерінде ұрық клеткаларының санының өзгеруімен көрсетілді. Мысалы *in vitro* жағдайында өсірілген ұрықтың клеткалар саны жоғары температураның әсерінен бақылау вариантына қарағанда 34% азаяды, ал төменгі температураның әсерінен 28% азаяды. Сонымен бірге, әртүрлі температурада бақылау жағдайында тұқымда қалыптасатын ұрықтың ұлпасымен әрбір мүшесінде өсу динамикасы сипатталған. Қолайсыз төменгі температураның ұрық ұлпасымен әрбір мүшесіне айтарлықтай әсерін мынадай ретпен көрсетуге болады: қалқан, колеоптиль, жапырақтар, өткізгіш шоқтарының ұлпалары. Ал ұрықтың қалыптасуына, олардың мүшелерінің дамуына жоғары температураның қолайсыз жағдайын мынадай ретпен көрсетуге болады: эпибласт, өткізгіш шоқты ұлпалар, колеоптиль, жапырақтар, эмбриональды тамырлар [22, 23].

Ұрықтың жүйелі даму кезеңдеріне де температура факторының әсері мол. Алғашқы дифференциациясы жоқ глобуляторлы кезеңінен бастап, мүшелері қалыптасқан ұрық пайда болатыны белгілі. Оны жете түсіну үшін клетканың өсуіне анализ жасап ұрық өсуін санмен сипаттау қажет. Мұндай көрсеткіштер тек қолайлы жерде ғана емес, онымен салыстырмалы сыртқы қолайсыз жағдайлардың әсеріне қарай зерттергені дұрыс. Эмбриогенезді қолайлы немесе қолайсыз жағдайлардың әсерімен салыстырмалы сипаттап, зерттеу бір жағынан эмбриогенездің тұрақтылығын, екенші жағынан ол процестің қоршаған ортаның факторларына тәуелді екенін анықтауға мүмкіндік береді. Екі күздік бидай ұрығының (Мечта 1, Мироновская 808) дифференциация қарқындылығын,

көлемінің ұлғаюы кезіндегі өзгеруі және өсу жылдамдығын тәжірибелер жасап зерттеу нәтижесінде, эмбриогенез кезінде олардың ұқсастығымен бірге айтарлықтай айырмашылығы байқалған. Зерттелген күздік бидайлардың эмбриогенезінің өсу мерзімі әртүрлі екені байқалған. Егер Мечта 1 сортының өсу ұзақтылығы 16 тәулік болса, Мироновская 808 сортының өсуі 22 тәулікке дейін созылады. Олардың өсу жылдамдықтарында да айырмашылық бар екені көрсетілген. Мечта 1 сортының ұрығының қарқынмен өсуі 2 максимуммен сипатталады; біріншісі – дифференциация басталғанда клеткалардың белсенді бөлінуі; екіншісі – органогенездің аяқталу кезінде клеткалардың созылуы. Ал, Мироновская 808 сортының ұрығының қарқынмен өсуі эмбриогенез дамуының орта мезгілінде клеткалардың санының көбеюімен және олардың біртіндеп созылуымен, яғни 1 ғана максимуммен сипатталады. Осы авторлардың зерттеулері нәтижесінде ұрықтың глобуляторлы фазасы кезінде төменгі температураға аса сезімтал екендігі айқындалды. Мысалы, Мечта 1 сортының ұрығының дифференциациясының басталуы оптимальды температура жағдайында өскен ұрықпен салыстырғанда 4 тәулікке тежелсе, Мироновская 808 сорты – 9-10 тәулікке тежеледі [24-27].

Әдеби мәліметтерден белгілі, қоршаған ортаның қолайсыз әсеріне өсімдіктің реакциясын зерттегенде онтогенездің әрбір сатыларында күйлерінің нашар кездерін көрсетуге болады. Ортаның қолайсыз жағдайлары көбінесе өсімдіктің жыныс мүшелерінің дамуына кері әсер етеді. Жыныс мүшелерінде, споралық ұлпалар пайда болған кезде масақтар ылғалдылыққа, жарыққа, температураға және коректік минералды заттардың жетіспеуіне сезімтал болады. бұл кездерде қолайлы жағдайдың тіпті аз уақыт (1 сағаттай) жетіспеуі жыныс мүшелерінің дамуының қатты бұзылуына душар етеді [28, 29].

Көптеген зерттеу тәжірибелерінде бір клеткалы организмдерге қарағанда құрылыс күрделі өсімдік клеткаларының өзара қарым-қатынасына және метаболизмдеріне ғарыштың әсері зор екені көрсетілген [30].

Дегенмен, өсімдік жыныс мүшелерінің (микро және мегаспорогенез, гаметогенез және эмбриогенездің) даму кезеңдеріне ғарышқа ұшу факторының әсерін зерттеу өзекті мәселе.

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Ивановская Е.В. Цитозембриологическое исследование дифференцировки клеток растений. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2003. – С. 152.
- [2] Батыгина Т.Б. Эмбриогенез в роде (в связи с вопросами однодольности и отдаленной гибридизации у злаков) // Ботан. журн. – 2008. – Т. 53, И 4. – С. 480-490.
- [3] Roth J. Histogenesis and morphological interpretation of the grass embryo // In: Recent advances in botany. – Montreal, 2001. – P. 96-99.
- [4] Чеботарь А.А. Эмбриология кукурузы. – Кишинев, 2002. – С. 384.
- [5] Мошкович А.М., Чеботарь А.А. Рожь. – Кишинев, 2006. – 192 с.
- [6] Калинин Ф.Л. Эмбриональное развитие растений. – Киев: Наукова думка, 2009. – С. 464.
- [7] Johri V.M. Maheshwari C. Changes in the carbohydrates proteins and nucleic acids during seed development in opium poppy // Plant and Cell Physiol. – 2006. – Vol. 7. – P. 35.
- [8] Васильева В.Е., Батыгина Т.Б. Культивирование *in vitro* зародышей и семяпочек лотоса, изолированных на разных стадиях развития // Физиол. раст. – 2001. – Т. 28, И 2. – С. 319-327.
- [9] Илли И.Е. Физиология формирования биологических качеств семян ядровой пшеницы в условиях Восточной Сибири: Автореф. докт. биол. наук. – Душанбе, 2008. – С. 41.
- [10] Данович К.Н. Физиология семен / Отв. ред. А. А. Прокофьев. – М.: Наука, 2002. – С. 5-48.
- [11] Рахимбаев И.Р. Проблема генетического улучшения сельскохозяйственных культур с помощью биотехнологических методов // Межд. конф. «Развитие ключевых направлений сельскохозяйственных наук в Казахстане: селекция, биотехнология, генетические ресурсы». – Алматы: Бастау, 2004. – С. 222-226.
- [12] Куперман Ф.М. Морфофизиология растений. – М.: Высшая школа, 2008. – С. 223.
- [13] Жуков-Варежникова Н.Н., Майский И.Н. и др. Микробиология. – 2008. – Т. 30. – С. 809-813.
- [14] Аникеева И.Д. Влияние фактора космических полетов на воздушно-сухие семена: Биологические исследования на орбитальных станциях «Салют». – М., 1984. – С. 60-63.
- [15] Аникеева И.Д., Костина Л.Н., Ваулина Э.Н., Влияние факторов космического полета на радиационные эффекты предварительного и последующего гамма-облучения воздушно-сухих семян // Кн.: Биологические исследования на орбитальных станциях «Салют». – М., 1999. – С. 102-108.
- [16] Бутенко Р.Г., Дмитриева Н.Н., Онго В.и др. Влияние невесомости на соматический эмбриогенез // В кн.: Биологические исследования на биоспутниках «Космос». – М., 1999. – С. 118-125.
- [17] Стюард Ф.К., Григорян А.Д. Морфогенез тотипотентных клеток в невесомости // В кн.: Биологические исследования на биоспутниках «Космос». – М., 1999. – С. 96-118.
- [18] Климчук Д.А., Таирбеков М.Г., Мартын Г.М. Рост и ультраструктурная организация клеток растений *in vitro* условиях микрогравитации // Цитология и генетика. – 2005. – Т. 29, № 4. – С. 15-21.

- [19] Таирбеков М.Г., Кордюм Е.Л. и др. Развитие Изолированных растительных клеток в условиях космического полета (эксперимент протопласт) // Изв. РАН. Сер. биол. – 2002. – № 1. – С. 5-17.
- [20] Карабаев М.К., Айтхожина Н.А., Заиров С.З. Биотехнология растений в космических экспериментах казахстанского космонавта // Наука Казахстана – основоению космоса. – Алматы, 2002. – С. 61.
- [21] Кордюм Е.Л., Сытник К.М., Черняева И.И. и др. Особенности формирования андроеца и геницея у *Arabidopsis* в условиях космического полета // В кн.: Биологические исследования на орбитальных станциях «Салют». – М., 2004. – С. 81-96.
- [22] Лауринавичюс Р.С., Ярошюс А.В., Марчюхайтис и др. Метаболизм растений гороха, выращенных в условиях космического полета // В кн.: Биологические исследования на орбитальных станциях «Салют». – М., 2004. – С. 96-102.
- [23] Kuang A., Musgrave M.E., Matthews S.W., Cummins D.B., Tucker S., C.Pollom=Ovule Development in *Arabidopsis thaliana* under Spaceflight Conditions // *Am. J. Bot.* – 2005. – Vol. 82. – P. 585-595.
- [24] Kuang A., Musgrave M.E., Matthews S.W. Modification of Reproductive Development in *Arabidopsis thaliana* under Spaceflight Conditions // *Planta.* – 2006. – Vol. 198. – P. 588-594.
- [25] Kordyum E.L. Biology of plant cell in microgravity and under clinostating // *Int. Rev. of Cytology.* – 2007. – Vol. 171. – P. 1-78.
- [26] Kordyum E.L. Plant Reproduction Systems in Microgravity: Experimental Data and Hypothesis // *Adv Space Res.* – 2008. – Vol. 211. – P. 1111-1120.
- [27] Жамбакин К.Ж. Гаплоидная биотехнология. – Алматы, 2004. – С. 184.
- [28] Турашев С.К., Мухитдинова З.Р., Бердин М.А., Истагулова Н.К., Жамбакин К.Ж. Караев М.К. Особенности протекания процессов андрогенеза *in vitro* пшеницы в условиях космического полета // Современные проблемы генетики, биотехнологии, селекции растений. – Харьков, 2001. – С. 70-71.
- [30] Веселова Т.Д., Ильина Г.М., Джалилова Х.Х., Левинских Ш.А., Сычев В.Н., Салсбери Ф.Б., Кэмпбелл У.Ф. Цитоэмбриологическое исследование суперкарликовой пшеницы, выращенной на борту орбитального комплекса «Мир» // *Авиакосмическая и экологическая медицина.* – 2009. – Т. 33. – С. 30-37.

#### REFERENCES

- [1] Ivanovskaja E.V. Citoembriologicheskoe issledovanik differencia-cirovki kletok rastenij. M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 2003. P. 152.
- [2] Batygina T.B. Jembriogenez v rode (v svjazi s voprosami odnodol'nosti i otдалennoj gibridizacii u zlakov) // *Botan. zhurn.* 2008. Vol. 53, I 4. P. 480-490.
- [3] Roth J. Histogenesis and morphological interpretation of the ggrass embryo // In: *Recent advances in botany.* Montreal, 2001. P. 96-99.
- [4] Chebotar' A.A. Jembriologija kukuruzy. Kishinev, 2002. P. 384.
- [5] Moshkovich A.M., Chebotar' A.A. Rozh'. Kishinev, 2006. 192 p.
- [6] Kalinin F.L. Jembrional'noe razvitie rastenij. Kiev: Naukova dumka, 2009. P. 464.
- [7] Johri B.M., Maheshwari C. Changes in the carbohydrates proteins and nucleic acids durind seed development in opium poppy // *Plant and Cell Physiol.* 2006. Vol. 7. P. 35.
- [8] Vasil'eva V.E., Batygina T.B. Kul'tivirovanie invitro zarodyshej i semjapochek lotosa, izolirovannyh na raznyh stadijah razvitiija // *Fiziol. rast.* 2001. Vol. 28, I 2. P. 319-327.
- [9] Illi I.E. Fiziologija formirovanija biologijacheskikh kachestv semjan jadrovoy pshenicy v uslovijah Vostosnoj Sibiri: Avtoref. dokt. biol. nauk. Dushanbe, 2008. P. 41.
- [10] Danovich K.N. Fiziologija semen / Otv. red. A. A. Prokof'ev. M.: Nauka, 2002. P. 5-48.
- [11] Rahimbaev I.R. Problema geneticheskogo uluchsheniya sel'skohozjajstvennyh kul'tur s pomoshh'ju biotehnologicheskikh metodov // *Mezhd. konf. «Razvitie ključevykh napravlenij sel'skohozjajstvennyh nauk v Kazahstane: selekcija, biotehnologija, geneticheskije resursy».* Almaty: Bastau, 2004. P. 222-226.
- [12] Kuperman F.M. Morfofiziologija rastenij. M.: Vysshaja shkola, 2008. P. 223.
- [13] Zhukov–Varezchnikova N.N., Majskij I.N. i dr. Mikrobiologija. 2008. Vol. 30. P. 809-813.
- [14] Anikeeva I.D. Vlijanie faktora kosmiticheskikh poletov na vozdušno-suhie semena: Biologicheskije issledovanija na orbital'nyh stancijah «Saljut». M., 1984. P. 60-63.
- [15] Anikeeva I.D., Kostina L.N., Vaulina Je.N. Vlijanie faktorov kosmiticheskogo poleta na radiocionnye jeffekty predvaritel'nogo i posledujushhego gamma-oblusenija vozdušno-suhih semjan // In: *Biologicheskaja issledovanija na orbital'nyh stancijah «Saljut».* M., 1999. P. 102-108.
- [16] Butenko R.G., Dmitrieva N.N., Ongko V. i dr. Vlijanie nevesomosti na somaticheskij jembriogenez // In: *Biologijacheskije issledovanija na biosputnikah «Kosmos».* M., 1999. P. 118-125.
- [17] Stjuard F.K., Grigorjan A.D. Morfogenez totipotentnyh kletok v nevesomosti // In: *Biologijacheskije issledovanija na biosputnikah «Kosmos».* M., 1999. P. 96-118.
- [18] Klimchuk D.A., Tairbekov M.G., Martyn G.M., Rost i ult'rastrukturnaja organizacija kletok rasnej invitrov uslovijah mirogravitacii // *Citologija i genetika.* 2005. Vol. 29, N 4. P. 15-21.
- [19] Tairbekov M.G., Kordjum E.L. i dr. Razvitie Izolirovannyh rastitel'nyh kletok v uslovijah kosmiticheskogo poleta (jeksperiment protoplast) // *Izv. RAN. Ser. biol.* 2002. N 1. P. 5-17.
- [20] Karabaev M.K., Ajthozhina N.A., Zairov S.Z. Biotehnologija rastenij v kosmiticheskikh jeksperimentah kazahstanskogo kosmonavta // *Nauka Kazahstana – osnovoenu kosmosa.* Almaty, 2002. P. 61.
- [21] Kordjum E.L., Sytnik K.M., Chernjaeva I.I. i dr. Osobennosti formirovanija androceja i geniceja u *Arabidopsis* v uslovijah kosmiticheskogo poleta // In: *Biologicheskije issledovanija na orbital'nyh stancijah «Saljut».* M., 2004. P. 81-96.

- [22] Laurinavichjus R.S., Jaroshjus A.V., Marchjuhajtis i dr. Metabolizm rastenij goroha, vyrashhennyh v uslovijah kosmicheskogo poleta // In: Biologicheskie issledovanija na orbital'nyh stancijah «Saljut». M., 2004. P. 96-102.
- [23] Laurinavichjus R.S., Jaroshjus A.V., Marchjuhajtis i dr. Metabolizm rastenij goroha, vyrashhennyh v uslovijah kosmicheskogo poleta // In: Biologicheskie issledovanija na orbital'nyh stancijah «Saljut». M., 2004. P. 96-102.
- [24] Kuang A., Musgrave M.E., Matthews S.W., Cummins D.B., Tucker S., C.Pollom=n Ovule Development in Arabidopsis thaliana under Spaceflight Conditions // Am. J. Bot. 2005. Vol. 82. P. 585-595.
- [25] Kuang A., Musgrave M.E., Matthews S.W. Modification of Reproductive Development in Arabidopsis thaliana under Spaceflight Conditions // Planta. 2006. Vol. 198. P. 588-594.
- [26] Kordyum E.L. Biology of plant cell in microgravity and under clinostating // Int. Rew. of Cytology. 2007. Vol. 171. P. 1-78.
- [27] Kordyum E.L. Plant Reproduction Systems in Microgravity: Experimental Data and Hypothesis // Adv Space Res. 2008. Vol. 211. P. 1111-1120.
- [28] Zhambakin K.Zh. Gaploidnaja biotehnologija. Almaty, 2004. P. 184.
- [29] Turashev S.K., Muhitdinova Z.R., Berdin M.A., Istagulova N.K., Zhambakin K.Zh. Karaev M.K. Osobennosti protekannaja processov androgeneza invitropshenicy v uslovijah kosmicheskogo poleta // Sovremennye problemf genetiki, biotehnologii, selekcii rastenij. Har'kov, 2001. P. 70-71.
- [30] Veselova T.D., Il'ina G.M., Dzhaililova H.H., Levinskih Sh.A., Sychev V.N., Salsberi F.B., Kjempbell U.F. Citojem-brijembrijologijacheskoe issledovanija superkarlikovoj pshenicy, vyrashhennoj na borte orbital'nogo kompleksa «Mir» // Aviakosmicheskaja i jekologicheskaja medicina. 2009. Vol. 33. P. 30-37.

**А. А. Оспанова, Р. А. Абилдаева, А. Ж. Махан, А. І. Анарбекова, А. Д. Дауылбай**

Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

#### **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ПРОЦЕСС ЭМБРИОГЕНЕЗА**

**Аннотация.** Исследование процесса эмбриогенеза – является очень важной биологической проблемой. Исследователи, чтобы хорошо понять механизм дифференциации семян в процессе онтогенеза, выбирают простую системную модель. Семена растений считаются самым ценным и природным модельным объектом. Но из-за отсутствия исследований по развитию семян, не так легко использовать этот объект в качестве модели. Если у нас будет достаточно знаний и уточнений по эмбриогенезу и будут выявлены трудные моменты в развитии семян, а также изучены влияние различных факторов для его регулирования, то мы были бы ближе к решению фундаментальных проблем онтогенеза по поводу развития и роста семян. Таким образом, важное значение имеет выявление влияющих факторов на рост и развитие семян во время эмбрионального онтогенеза.

Выявление законов эмбриогенеза позволило увеличить количество семян, повысить их качество, даже позволило создать новые методы, используя существующие методы селекции сельскохозяйственных культур. Реализация всех этих проблем не может быть без знаний законов формирования и развития семян.

Клетки семян с началом дифференциации бывают различными, гетерогенными, каждый из его частей становится готовым пройти через морфогенные пути. Приведены различные методы исследования методов эмбриогенеза.

**Ключевые слова:** эмбриогенез, дифференциация, селекция, гетероген, in vitro, онтогенез

**D. S. Rakisheva, T. Mirgalikyzy, B. G. Mukanova**

L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.  
E-mail: dilya784@mail.ru, m\_t85@mail.ru, mbsha01@gmail.com

## **THE METHOD OF RADIAL BASIC FUNCTIONS FOR APPROXIMATION OF GROUND SURFACE RELIEF**

**Abstract.** Approximation shaped surface of the medium is a necessary step for the numerical modeling in electrical tomography. Radial basis functions (RBF) method is a new technique currently used to approximate the surface of media based on a discrete set of the coordinates of points lying on that surface. The paper describes the use of the radial basis functions method for the interpolation of the ground surface relief in the problem of electrical sounding. A comparison of the results for different radial functions is provided.

**Key words:** electrical sounding, radial basic functions, interpolation, approximation of relief form.

УДК 004.94

**Д. С. Ракишева, Т. Миргаликызы, Б. Г. Муканова**

Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан

## **АППРОКСИМАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ РЕЛЬЕФА ДНЕВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ МЕТОДОМ RBF**

**Аннотация.** Для численного моделирования в задачах электрического зондирования нужно аппроксимировать дневную поверхность Земли. В статье описывается реализация метода радиально базисных функций для аппроксимации рельефа дневной поверхности. Приводятся численные эксперименты аппроксимации на модельных задачах и тестирование полученных результатов, подтверждающие эффективность применения радиально базисных функций.

**Ключевые слова:** задача электрического зондирования, радиально базисные функции, интерполяция поверхностей, метод RBF.

**Введение.** Численный алгоритм решения интегрального уравнения для прямой задачи зондирования над однородной средой с рельефом дневной поверхности был реализован для модельных форм рельефа, задаваемых аналитически. В практических приложениях параметры рельефа определяются шагом по профилю (расстояние между электродами) и высотами приемных электродов, расположенных вдоль исследуемого профиля, измеренными в полевых условиях. На основе этих данных требуется построить функцию рельефа поверхности. Эта функция должна удовлетворять требованиям, необходимым для численной реализации метода интегральных уравнений. Во-первых, для каждой точки поверхности должна быть определена нормаль к поверхности, кроме этого, необходимо, чтобы в промежуточных точках функция не имела изломов и больших градиентов. Как показано в работе [1], наличие изломов поверхности ведет к появлению паразитных нефизических аномалий на кривых зондирования, что крайне нежелательно для дальнейшей интерпретации. Самым благоприятным для численного расчета является случай, если поверхность удастся представить единой формулой в виде некоторой гладкой функции относительно простого вида. При этом мы должны обеспечить условие жесткой аппроксимации, т.е. наша поверхность должна проходить через заданные точки (высоты).

Для одномерных данных существует много методов решения таких проблем, а для 3D-мерного случая выбор методов намного суживается. Допустим, что мы хотим аппроксимировать поверхность в виде линейной комбинации некоторых базисных функций. Можно показать, что для любого набора базисных функций  $\{\phi_i(x)\}_{i=1}^n$ , ( $n>1$ ) (не зависимо от точек данных), существует множество различных точек  $\{x_i\}_{i=1}^n$  таких, что линейная система уравнений для определения коэффициентов  $\lambda_i$  становится сингулярной. Этот результат называют теоремой Хаара. Эту проблему можно обойти, следуя другим подходам к построению интерполирующей функции. Вместо того, чтобы брать линейные комбинации из набора базисных функций, которые не зависят от точек данных, необходимо чтобы базис формировался из сдвигов одной базисной функции, которая симметрична относительно центра. Этот подход впервые использовал Р.Л.Харди [2], он назвал его методом радиально базисных функций (RBF - Radial basis functions). Харди использовал данный метод для того, чтобы решить задачу картографии, а именно, учитывая множество редких рассеянных измерений от некоторых исходных точек на топографической поверхности, построить «удовлетворительно» непрерывную функцию, которая представляет эту поверхность. Так как радиальные базисные функции основаны на жесткой интерполяции, их начали применять для создания сглаженных поверхностей. Использование радиальных базисных функций для аппроксимации многомерных поверхностей было предложено и применено в работе [3].

**Метод радиально базисных функций (RBF) для аппроксимации рельефа дневной поверхности.** Общая идея метода [4-6] заключается в том, что для заданного набора  $n$  точек и  $\{x_i\}_{i=1}^n$  соответствующих значений  $\{f_i\}_{i=1}^n$  выбирается набор базисных функций  $\{\phi_i(x)\}_{i=1}^n$  таким образом, что линейная комбинация этих функций удовлетворяет условиям интерполяции. Искомая функция  $f(x)$  ищется в виде:

$$f(x) = \sum_{i=1}^n \lambda_i \phi_i(x),$$

таким образом, что в узлах сетки выполняется равенство

$$f(x_i) = f_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Условия интерполяции приводят к системе линейных уравнений, определяющей коэффициенты  $\lambda_i$ . В методе RBF интерполирующая функция задается по формуле

$$f(x) = \sum_{i=1}^n \lambda_i \phi(|x - x_i|),$$

где  $\phi(r)$ ,  $r \geq 0$ , функция одной переменной, зависящая только от расстояния между точками  $x$  и  $x_i$ . Согласно [2], в качестве радиальной функции  $\phi(r)$  могут быть использованы следующие функции: гауссиан  $\exp(-\varepsilon^2 r^2)$ , обратная к квадратичной  $(1 + \varepsilon^2 r^2)^{-1}$ , обратная к корню из квадратичной  $(1 + \varepsilon^2 r^2)^{\frac{1}{2}}$ , пропорциональная корню из квадратичной  $(1 + \varepsilon^2 r^2)^{\frac{1}{2}}$ , линейная  $r$ , кубическая  $r^3$ , а также функция  $r^2 \ln(r)$ .

Коэффициенты  $\lambda_i$  определяются из интерполяционных условий (1), которые приводят к системе линейных уравнений с симметричной матрицей:

$$A \lambda = f, \quad (2)$$

где элементы матрицы  $A$  задаются в виде:

$$A_{i,j} = \phi(|x_i - x_j|).$$

Приведем формулы реализации метода RBF при интерполировании поверхностей (трехмерный случай). Для заданного набора  $n$  точек плоскости  $Oxy$   $\{x_i\}$  ( $i = \overline{1, n}$ ) и соответствующих значений  $\{f_i\}_{i=1}^n$  строится интерполирующая функция  $s(x, y)$  двух переменных.



Тогда интерполирующая функция имеет вид:

$$s(x, y) = \sum_{i=1}^n \lambda_i \phi(\|(x, y) - x_i\|), \quad (3)$$

где используются те же, что и в одномерном случае радиальные функции  $\phi$ , а знак  $\|\cdot\|$  означает евклидову норму вектора. Коэффициенты  $\lambda_i$  составляют вектор решения СЛАУ из формулы (2), где

$$A_{i,j} = \phi(\|x_i - x_j\|), (i, j = \overline{1, n}). \quad (4)$$

Простая форма метода делает его реализацию чрезвычайно простой. Полученная таким образом аппроксимация позволит описать рельеф единообразными аналитическими формулами.

**Результаты численных экспериментов.** На основе предложенного выше метода было проведено несколько численных экспериментов на модельных задачах и построены графики интерполирующих функций.

Для точек  $(kh, lh)$ ,  $(k = \overline{-25, 25}, l = \overline{-25, 25})$  в качестве модельной задачи для аппроксимации трехмерных поверхностей была выбрана следующая функция  $\sin(x + y^2) + \cos(x^2 + y)$ ;

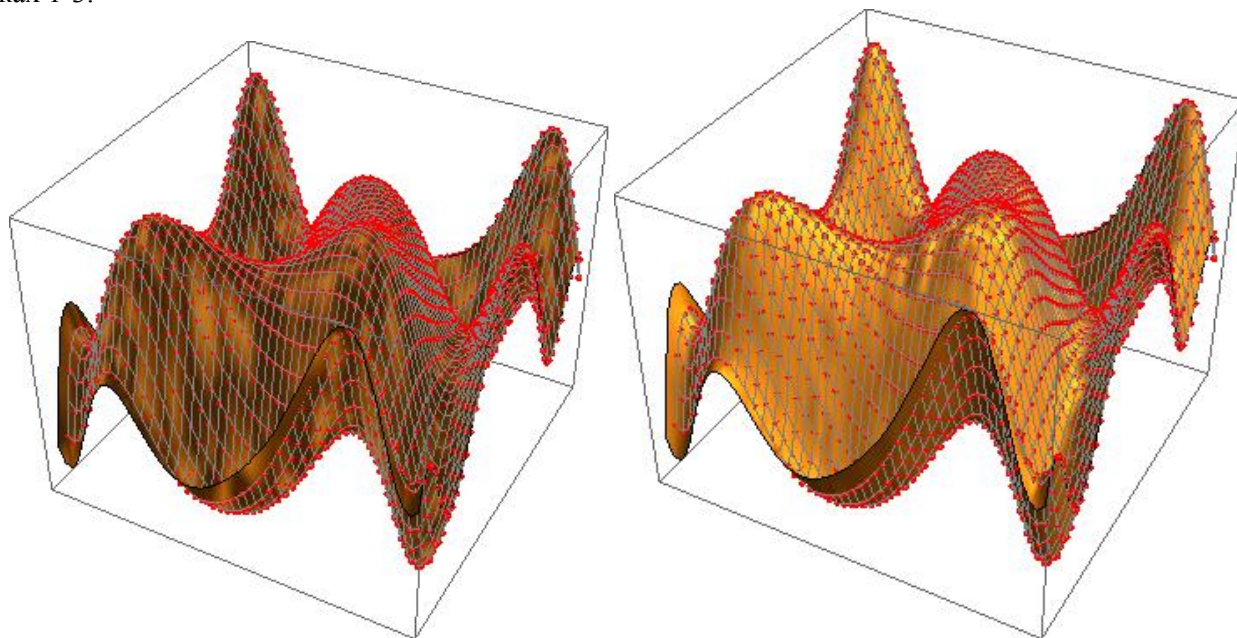
Для тестирования полученных результатов мы определяли максимальное отклонение от интерполирующей функции в узлах для каждой радиальной базисной функции

$$\Delta = \max |RBF(\{x_i\}, \{y_i\}, \{z_i\}) - z_i|, 1 \leq i \leq n.$$

Функции для расчета коэффициентов задавались на грубой сетке, а результаты расчетов сравнивались на мелкой сетке и вычислялись отклонения от аналитически заданных значений.

Для применения формул метода RBF введем обозначения  $x_i = (k \cdot h, l \cdot h)$ , где  $i = (k + m) \cdot (2m + 1) + l + m$ . Значения  $\{f_i\}_{i=1}^n$  вычисляются по аналитической формуле соответствующей модельной задаче. На графиках приведены численные результаты для шага  $h = 0.1$  и  $m = 25, n = (m + 1)^2, \varepsilon = 1.0$ .

Для функции  $\sin(x + y^2) + \cos(x^2 + y)$  программа выдала результаты показанные на рисунках 1-3.

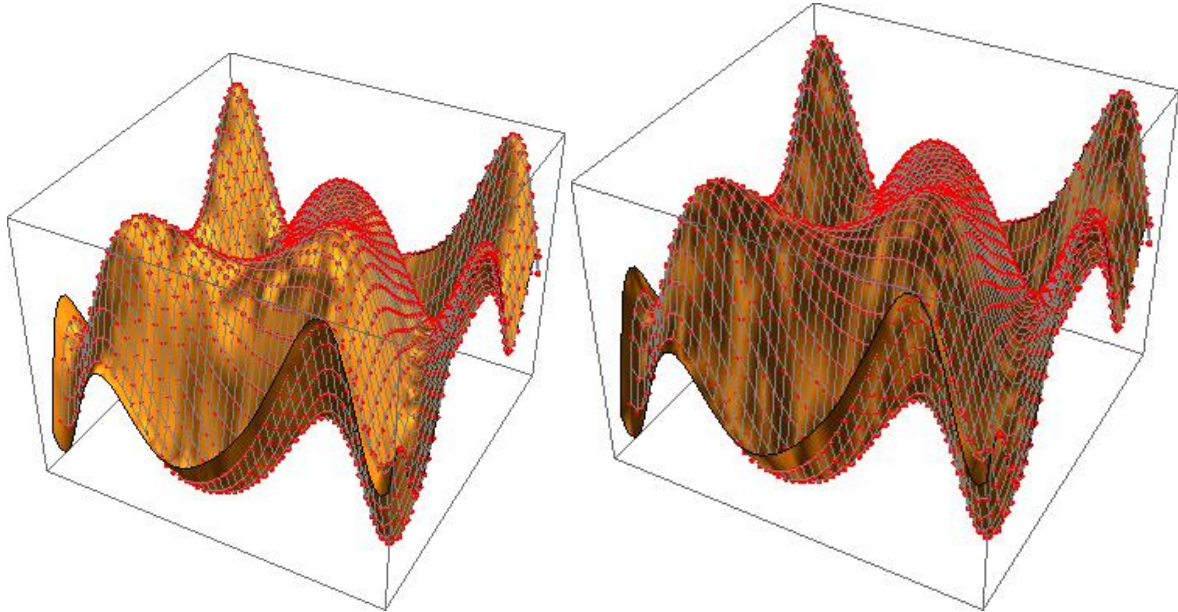


а –  $\phi(r) = \exp(-\varepsilon^2 r^2)$ ,  $\Delta = 0.00082944$

б –  $\phi(r) = (1 + \varepsilon^2 r^2)^{-1}$ ,  $\Delta = 9.69069 * 10^{-8}$

Рисунок 1 – Аппроксимация при помощи радиальных базисных функций:  
а – Гауссиан; б – Обратная к квадратичной

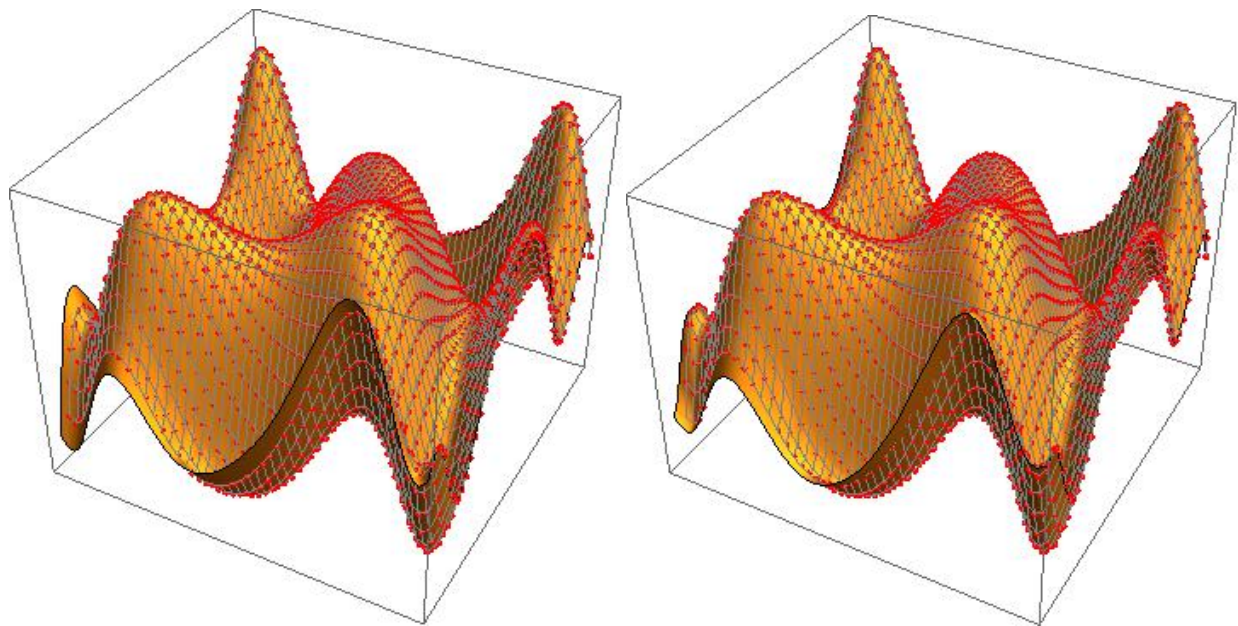




$$a - \phi(r) = (1 + \varepsilon^2 r^2)^{-\frac{1}{2}}, \Delta = 2,22736 * 10^{-7}$$

$$б - \phi(r) = (1 + \varepsilon^2 r^2)^{\frac{1}{2}}, \Delta = 0.0000208555$$

Рисунок 2 – Аппроксимация при помощи радиальных базисных функций:  
а – Обратная к корню из квадратичной; б – пропорциональная корню из квадратичной



$$a - r, \Delta = 1.71529 * 10^{-13}$$

$$б - r^3, \Delta = 4.14393 * 10^{-11}$$

Рисунок 3 – Аппроксимация при помощи радиальных базисных функций:  
а – линейная; б – кубическая

Значения  $\{f_i\}_{i=1}^n$  в узлах сетки  $\{x_i\}_{i=1}^n$  выделены на графиках красным цветом. Интенсивность окраски на рисунках 1 а), 2 а), б) для функций  $\phi(r) = \exp(-\varepsilon^2 r^2)$ ,  $\phi(r) = (1 + \varepsilon^2 r^2)^{-\frac{1}{2}}$ ,  $\phi(r) = (1 + \varepsilon^2 r^2)^{\frac{1}{2}}$  является следствием влияния плохой обусловленности матрицы  $A$  (т.е. значе-

ние  $cond(A) = \|A\| \|A^{-1}\| \gg 1$ ) из формулы (4) на решение системы (2). Однако выбор радиальных функций  $\phi(r) = (1 + \varepsilon^2 r^2)^{-1}, r, r^3$  является удачным (рисунки 1 б), 3 а), б)), гладкость интерполирующей функции  $s(x, y)$  обеспечивает хорошая обусловленность соответствующих матриц.

**Выводы.** Метод радиально базисных функций был реализован при разработке алгоритма автоматического построения адаптивной сетки, с учетом геометрии измерительной установки для аппроксимации рельефа дневной поверхности. Выполнены численные эксперименты аппроксимации на модельных задачах и тестирование полученных результатов, показывающие эффективность применения радиально базисных функции. На практике для построения интерполирующей функции для аппроксимации рельефа методом RBF есть возможность выбрать подходящую радиальную функцию, подбирая требуемую гладкость формы поверхности для решения задачи электрического зондирования постоянным током методом интегральных уравнений.

*Работа поддержано грантом МОН РК № гос. регистрации 0115РК01424.*

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Чантуришвили Л.С. О количественном учете влияния рельефа для некоторых случаев разведки постоянным током // Труды Института геофизики. – Тбилиси, 1955. – Т. 14. – С. 199-209.
- [2] Grady B. Wright Radial Basis Function Interpolation: Numerical and Analytical Developments // Doctoral Dissertation. – Colorado, 2003. – 155 p.
- [3] Broomhead D.H., Lowe David Multivariable Functional Interpolation and Adaptive Networks // Complex Systems. – 1988. – N 2. – P. 321-335.
- [4] Michael Mongillo Choosing Basis Functions and Shape Parameters for Radial Basis Function Methods. – October 25, 2011. – URL: <https://www.siam.org/students/siuo/vol4/S01084.pdf>
- [5] Xin Yin, Weiwei Xu, Ryo Akama and Hiromi T. Tanaka A Synthesis of 3-D Kabuki Face from Ancient 2-D Images Using Multilevel Radial Basis Function. – URL: <http://www.art-science.org/journal/v7n1/v7n1pp14/artsci-v7n1pp14.pdf>
- [6] Nail A. Gumerov, Ramani Duraiswami Fast Radial Basis Function interpolation via preconditioned Krylov Iteration. – URL: <http://www.umiacs.umd.edu/~ramani/pubs/GumerovDuraiswamiIterativeRBF06.pdf>
- [7] Orunkhanov M.K., Mukanova B.G., Sarbasova B.K. Numerical implementation of method of potentials for sounding above an inclined plane. // Computational technologies. – 2004. – Vol. 9. – P. 45-48.
- [8] Orunkhanov M., Mukanova B. The integral equations method in problems of electrical sounding // In book: Advances in High Performance Computing and Computational Sciences. – Springer-Berlin-Heidelberg, 2006. – P. 15-21.
- [9] Mirgalikyzy T., Mukanova B., Modin I. Method of Integral Equations for the Problem of Electrical Tomography in a Medium with Ground Surface Relief // Journal of Applied Mathematics. – 2015.
- [10] Mukanova B., Mirgalikyzy T. The Solution of the Direct Problem of Electrical Prospecting with Direct Current under Conditions of Ground Surface Relief // World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Environmental, Ecological, Geological and Geophysical Engineering. – 2015. – N 4(9). – P. 234-237.
- [11] Муканова Б.Г., Миргаликызы Т. Интегральное уравнение для решения прямой задачи зондирования над средой с рельефом дневной поверхности // Вестник КазНТУ им. К. Сатпаева. – 2015. – № 5. – С. 561-565.
- [12] Mukanova B., Mirgalikyzy T. Modeling the impact of relief boundaries in solving the direct problem of direct current electrical sounding // Communications in Computer and Information Science. Mathematical Modeling of Technological Processes: International Conference, CITech-2015. – Almaty, Kazakhstan, September 24-27, 2015. – Proceedings, Springer. – 2015. – P. 117-123.

#### REFERENCES

- [1] Chanturishvili L.S. Account of the quantitative impact of relief for some cases intelligence DC. Proceedings of the Institute of Geophysics, **1955**. Vol. 14. P. 199-209 (in Russ.).
- [2] Grady B. Wright. Radial Basis Function Interpolation: Numerical and Analytical Developments. Doctoral Dissertation, 2003. 155 p. (in Eng.).
- [3] Broomhead D.H., Lowe David Multivariable Functional Interpolation and Adaptive Networks. Complex Systems, **1988**. N. 2. P. 321-335 (in Eng.).
- [4] Michael Mongillo Choosing Basis Functions and Shape Parameters for Radial Basis Function Methods, **2011** (in Eng.).
- [5] Xin Yin, Weiwei Xu, Ryo Akama and Hiromi T. Tanaka. A Synthesis of 3-D Kabuki Face from Ancient 2-D Images Using Multilevel Radial Basis Function (in Eng.).
- [6] Nail A. Gumerov, Ramani Duraiswami Fast Radial Basis Function interpolation via preconditioned Krylov Iteration. (in Eng.).
- [7] Orunkhanov M.K., Mukanova B.G., Sarbasova B.K.. Numerical implementation of method of potentials for sounding above an inclined plane. Computational technologies, **2004**, Vol. 9. P. 45-48. (in Eng.).
- [8] Orunkhanov M., Mukanova B. The integral equations method in problems of electrical sounding. Advances in High Performance Computing and Computational Sciences. Springer-Berlin-Heidelberg, **2006**. P.15-21. (in Eng.).

[9] Mirgalikyzy T., Mukanova B., Modin I. Method of Integral Equations for the Problem of Electrical Tomography in a Medium with Ground Surface Relief. *Journal of Applied Mathematics*, **2015**. (in Eng.).

[10] Mukanova B., Mirgalikyzy T. The Solution of the Direct Problem of Electrical Prospecting with Direct Current under Conditions of Ground Surface Relief. *World Academy of Science, Engineering and Technology. International Journal of Environmental, Ecological, Geological and Geophysical Engineering*, **2015**, N 4(9). P. 234-237. (in Eng.).

[11] Mukanova B.G., Mirgalikyzy T. Integral equation for solving the direct problem of sensing the environment with the ground surface topography. *Bulletin of KazNTU. K. Satpaev*, **2015**, N 5. P. 561-565. (in Russ.)

[12] Mukanova B.G., Mirgalikyzy T. Modeling the impact of relief boundaries in solving the direct problem of direct current electrical sounding. *Communications in Computer and Information Science. Mathematical Modeling of Technological Processes*, **2015**. P.117-123. (in Eng.).

**Д. С. Ракишева, Т. Мирғалиқызы, Б. Г. Муканова**

Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

### **ЖЕР БЕТІ БЕДЕРІН RBF ӘДІСІ АРҚЫЛЫ АППРОИМАЦИЯЛАУ**

**Аннотация.** Мақалада жер беті формасының аппроксимациясы қарастырылған. Электрлік томография есептерінде сандық моделдеу үшін ортаның бетінің формасын аппроксимациялау қажет. Қазіргі кезде ортаның бетінде жатқан нүктелер координаттарының дискретті жиыны арқылы беттің формасын жуықтау үшін радиал базисты функциялар (RBF) әдісі қолданылады. Бұл жұмыста электрлік зондтау есебі үшін осы амалды Жер бетінің қыртысының формасын жуықтауда қолданысы көрсетілген. Әр түрлі радиал функциялар үшін есептеу нәтижелері салыстырылған.

**Түйін сөздер:** электрлік зондтау, радиал базистік функциялар, интерполяция, RBF әдісі.

#### **Сведения об авторах:**

Ракишева Диляра Советовна – магистр МКМ, старший преподаватель кафедры математического и компьютерного моделирования, Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева, dilya784@mail.ru

Мирғалиқызы Толкын – доктор философии (PhD) по специальности «Вычислительная техника и программное обеспечение», и.о.доцента кафедры Вычислительной техники Факультета информационных технологий, Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева, m\_t85@mail.ru

Муканова Балгайша Гафуровна – доктор физико-математических наук, профессор Факультета информационных технологий, Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева, mbsha01@gmail.com

**A. M. Tatenov, V. K. Bayturganova**

Eurasian technological University, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: tatenov\_adambek@mail.ru, Vinera2004@mail.ru

## **VIRTUAL-INTERACTIVE STUDY OF SECONDARY OIL RECOVERY IN LOW-PERMEABILITY CHANNELS**

**Abstract.** At beginning to swing of oil-displacing system liquid, oil is washed from beginning in a high-permeability channel, when water went at pumping of oil, then the question " of tamponing" costs i.e. stopping up mixture " of polish " of high-permeability channel, here sharply pressure increases in the primary channel of layer, then there is redirecting of ousting liquid in secondary low-permeability, but identified an oil saturated reservoir channel of layer. Exactly, such oilplast coming us to design on a computer virtually-interactively. Creation of computer model of petroleum layer, measuring devices and ousting, absorbed oil from soil of layer, to different active mixture of liquids and development of methodology of research on the computer of virtually-interactive model of the real processes with the receipt of measuring on modelled on a computer, measuring devices and on the basis of the got results delivery of recommendation to the production workers of oil and gas industry. For Kazakhstan questions of increase of recovery of underground layers are actual tasks. Application of interactive models for research and choice of parameters of processes for the practical construction of methods and devices allows considerably to reduce the terms and quality of passing to the construction of practical options.

**Keywords:** virtually-interactive models, oil recovery, polymer, a polysaccharide.

УДК 602.3: 665.7

**A. M. Татенов, В. К. Байтурганова**

Евразийский технологический университет, Алматы, Казахстан

## **ВИРТУАЛЬНО-ИНТЕРАКТИВНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВТОРИЧНОЙ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ В НИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ КАНАЛАХ**

**Аннотация.** При закачке нефтевытесняющей жидкости, нефть вымывается с начала в высокопроницаемом канале, когда при откачке нефти пошла вода, тогда стоит вопрос «тампонирования» т.е. затыкания смесью «полисахара» высокопроницаемого канала, при этом резко возрастает давление в первичном канале пласта, тогда происходит перенаправление вытесняющей жидкости во вторичный низкопроницаемый, но нефтенасыщенный канал пласта. Именно, такой нефтепласт нам предстоит моделировать на компьютере виртуально-интерактивно. Создание компьютерной модели нефтяного пласта, измерительных приборов и вытесняющей, впитанной нефти из почвы пласта, различной активной смеси жидкостей и разработка методологии исследования на компьютере виртуально-интерактивной модели реальных процессов с получением измерений на смоделированных на компьютере, измерительных приборах и на основе полученных результатов выдача рекомендации производственникам нефтегазовой отрасли. Для Казахстана вопросы повышения нефтеотдачи подземных пластов являются актуальными задачами. Применение интерактивных моделей для исследования и выбора параметров процессов для практического построения методов и устройств позволяет значительно сократить сроки и качество перехода к построению практических установок. Запланированные работы позволят получить основные параметры и рекомендации нефтедобытчикам. Новизна полученных результатов (новизна проекта) заключается в разработке виртуально-интерактивных компьютерных моделей нефтяных пластов, измерительных приборов и моделей, вытесняющих нефть различных жидких смесей, на основе известных программных продуктов.

**Ключевые слова:** виртуально-интерактивные модели, нефтеотдача, полимер, полисахарид.

Для создания виртуально-интерактивной модели на компьютере были использованы программные средства UnityPro, 3D-max, Fotoshop. Ориентировочный состав породы были взяты из истории скважины К-34, Юго-Западного Карабулака, где в основном имелись песок, пористый керн, известняк, глина. При формировании состава породы нефтепласта в основном фигурировали в разных процентных соотношениях песок, глины, известняк и керн. Модель нефтепласта состоит из низкопроницаемого (низкопористого), но нефтенасыщенного канала фильтрации нефти.

При изменении состава породы пласта на виртуальной картине нефтепласта изменяется также адекватно состав. Общая картина пласта показана на рисунке 1.

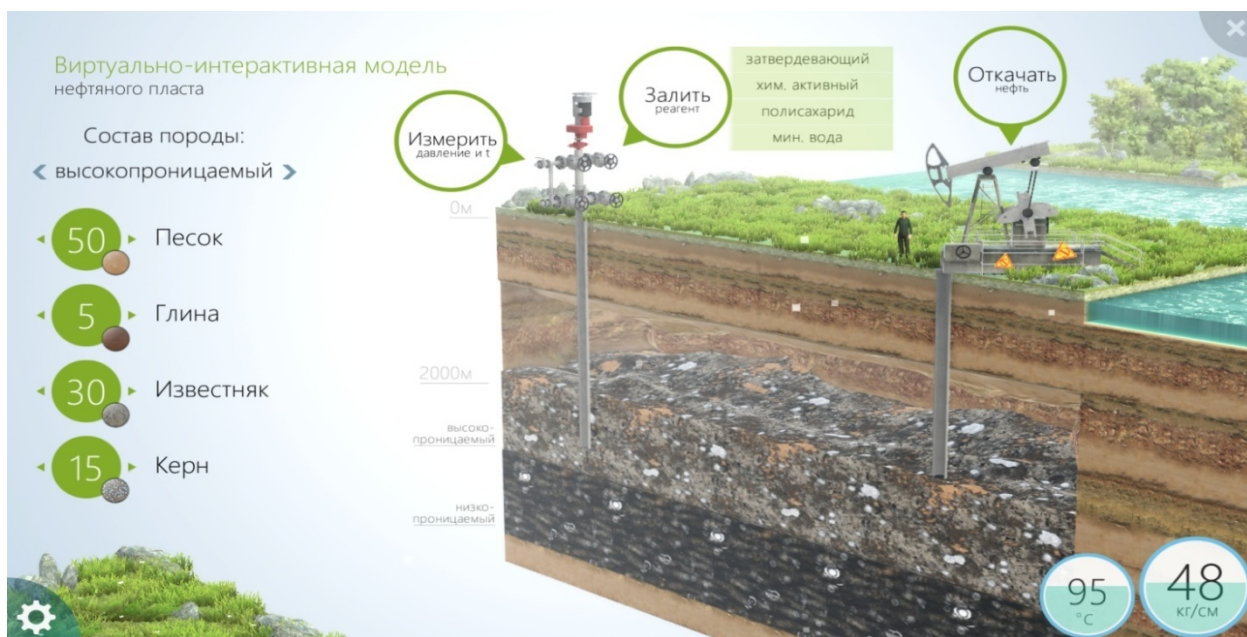


Рисунок 1 – Модель нефтепласта с измерителем температуры и давления, с заливкой различных полимеров, с интерактивным подбором состава породы

Виртуальные измерители давления и температуры нефтепласта – измерение температур и давлений глубинного пласта на виртуально-интерактивной модели базировались на данных скважины К-34, месторождений Карабулак и на компьютерной модели разработанных Стрежевским учебным центром. На этой модели, спуская лубрикатор до интервала перфорации измерены давление Рпл и температура Тпл. в призабойной зоне скважины в радиусе 1-2 метра.

Исходя из вышеуказанных данных температура пласта колеблется от 25 до 150° С, давление от 30атм до 150 атм. Эти данные использовались при моделировании измерителей температуры и давления виртуально-через закачиваемую установку на модели пласта. В общем процессе добычи нефти из пластов, измерение температуры и давления взаимосвязаны с определенными действиями над нефтенасыщенным пластом. Показания высвечиваются на нижней части модели пласта, в двух кружочках соответственно (рисунок 1).

Виртуальное закачивающее устройство полимерных заводнений, тампонирующее в низкопроницаемом нефтенасыщенном канале фильтрации показаны на рисунке 2.

Здесь заложена рассуждение о существовании двух каналов фильтрации в нефтенасыщенном пласте.

Высокопроницаемый канал фильтраций – это высокопористый слой, более легко занимаемые нефтью. Низкопроницаемый канал фильтраций – это низкопористый слой, где нефть с породой пласта образуют более плотный и низкопористый слой, но более насыщенный нефтью.

Задача состоит в том, чтобы закачиваемым заводнением выгнать более легко вытесняемую нефть и закупорить тампонирующим высокопроницаемый канал, что бы дальнейшая закачка потока заводнения была направлена на низкопроницаемый (низкопористый) слой, но насыщенного нефтью более чем легко «вымытый» слой.



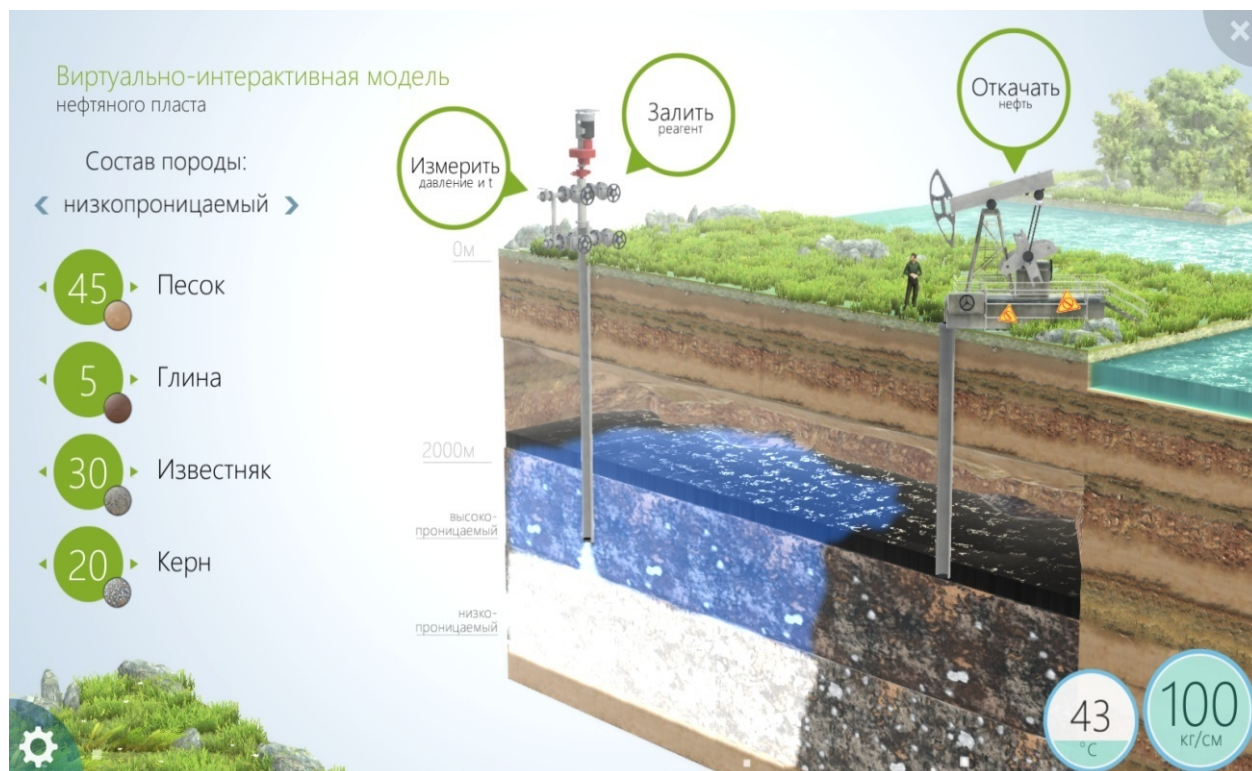


Рисунок 2 – Тампонирование высокопроницаемого канала полимером «полисах» и заводнение низкопроницаемого канала фильтрации

Наиболее эффективным полимером для тампонирования, является полимер полисахарида. Когда канал закупоривается, давление в канале резко возрастает до 100 атмосфер, что и показывает кружок на рисунке 2. Далее закачиваемая минерализованная вода, перенаправляется в низкопроницаемый канал фильтрации и начинает выгонять, вытеснять нефть из более плотного, нефтенасыщенного слоя фильтрации. На рисунке 2-белым цветом окрашена минерализованное заводнение низкопроницаемого канала фильтрации. После этого, нажатием курсора компьютера в кружочек «откачать», - будет происходить откачка вытесненной нефти из пласта.

Визуализация откачки нефти и выдача итоговой таблицы. В программной среде “UnityPro” выполнена визуальная откачка нефти, из низкопроницаемых каналов фильтрации. От низкопористого канала фильтрации после каждой откачки нефти выводится таблица откачанной нефти низкопроницаемого слоя. В самом конце, выводится на экран общий итоговый результат откачанной нефти от нефтенасыщенного слоя. Виртуально-интерактивная модель нефтедобычи от нефтенасыщенных слоев пласта полностью смоделировано по аналогии состава породы место рождения Юго-Западного Карабулака, скважины К-34. Наиболее приближенная визуализация процесса полимерного заводнения смоделирована с использованием полимера «полисахарида» [1, 3], которые изобретены и изучались в лаборатории ЧУ «Институт полимерных материалов и технологий», под руководством доктора химических наук, профессора, лауреата государственной премии Республики Казахстан в области науки и техники Кудайбергенова Саркыт Елекеновича. Состав песчаника и пористого зерна взяты из названного месторождения и вытеснение были исследованы в ЧУ «ИПИМТ».

Предложенная им предположение, о низкопроницаемых каналах фильтрации [4, 5], было заложено в основу виртуально-интерактивного моделирования на компьютере всего процесса вторичной нефтедобычи из нефтенасыщенных пластов из нефтеоткаченных скважин, стоящих на консервации. Визуально-виртуально-интерактивная картина всего процесса вторичной нефтедобычи из откаченных скважин, дало приближенно, ясность для дальнейшего действия на месторождении в полевых условиях.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] R.Ch. Ibragimov, I.Ch. Gusenov, G.S. Tatihanova, G.M. Adilov, H.A. Abdullin, S.E. Kuaibergenov. Izuchenie prosesov vitesneniya nefiti iz kernov rastvorom gellana // Vestnik Nacionalnoi inzhenernoi akademii Respubliki Kazahstan. - №1(43)-2012.- С.95-101.\
- [2] Tatenov A.M. i dr. Virtualno-interaktivnie metodi issledovaniya uvelicheniya nefteotdachi plastov I konstruktsii gazoturbin po uvelicheniu energootdachi na osnove informatsionnih tekhnologii, promegutochnie otchety po NIR, 2013 г., 2014 г.
- [3] Predvoritelnyy patent №2006/0127.1 RK ot 09.02.2006 г.. С.Е. Kudaybergenov, L.A. Bimendina, G.E. Ibraeva, M. Han, V. Yager, A. Lachevsky Cposob izvlecheniya nefiti amfetornimi gelyami.
- [4] I. Gusenov, R. Ibragimov, G. Tatykhanova, Kh. Abdullin, Zh. Adilov, S Kudaibergenov. Development of polymer flooding tekhnology for enhanced oil recovery". / International Symposium on "Modern Problems of Polymer Science", October 22-25, 2011. - S-Peterburg: P.77.
- [5] T.M. Mungysyzyby Mathematical description of technological process of work of gas-turbine settings // Fifth World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation. - Tashkent, Uzbekistan. November 25-27, 2008.-P. 279-284.

## REFERENCES

- [1] R.Ch. Ibragimov, I.Ch. Gusenov, G.S. Tatihanova, G.M. Adilov, H.A. Abdullin, S.E. Kuaibergenov. Izuchenie prosesov vitesneniya nefiti iz kernov rastvorom gellana // Vestnik Nacionalnoi inzhenernoi akademii Respubliki Kazahstan. - №1(43)-2012.- С.95-101.
- [2] A.M. Tatenov i dr. Virtualno-interaktivnie metodi issledovaniya uvelicheniya nefteotdachi plastov I konstruktsii gazoturbin po uvelicheniu energootdachi na osnove informatsionnih tekhnologii, promegutochnie otchety po NIR, 2013г., 2014 г.
- [3] Predvoritelnyy patent №2006/0127.1 RK ot 09.02.2006 г.. С.Е. Kudaybergenov, L.A. Bimendina, G.E. Ibraeva, M. Han, V. Yager, A. Lachevsky Cposob izvlecheniya nefiti amfetornimi gelyami.
- [4] I. Gusenov, R. Ibragimov, G. Tatykhanova, Kh. Abdullin, Zh. Adilov, S Kudaibergenov. Development of polymer flooding tekhnology for enhanced oil recovery". / International Symposium on "Modern Problems of Polymer Science", October 22-25, 2011. - S-Peterburg: P.77.
- [5] T.M. Mungysyzyby Mathematical description of technological process of work of gas-turbine settings // Fifth World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation. - Tashkent, Uzbekistan. November 25-27, 2008.-P. 279-284.

**А. М. Татенов, В. К. Байтурганова**

Евразия технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан

**ТӨМЕНГІ АРНАЛАРДАН ҚАБАТТАРДЫҢ  
ЕКІНШІ РЕТ МҰНАЙ БЕРУІН ВИРТУАЛДЫ-ИНТЕРАКТИВТІ ЗЕРТТЕУ**

**Аннотация.** Үстіңгі бөлігі мұнай оңайырақ ығыстырылатын, ығыстырушы сұйықтың өту жылдамдығы жоғары бөлік және ығыстырушы сұйықтық өту жылдамдығы төмен, бірақ мұнаймен қаныққан бөлігі. Осыған байланысты мұнай қабатының моделінде ығыстырушы сұйықтың өту жылдамдығы жоғары бөліктен мұнайды ығыстырып алып болған соң (мұнай орнына су сорыла бастаған сәттен), осы бөлікті бекітіп «тампонач» жасау мақсатында «полисах» - ерітіндісімен толтыру қажет, бұл кезде бөліктегі қысым, өте тез өсіп кетеді, сонда мұнай ығыстырушы сұйықтың бағыты, мұнаймен қаныққан екінші бөлікке өтеді де, мұнайды осы қабаттан ығыстырып шығара бастайды. Біздің виртуалды-интерактивті түрде модельдейтін, мұнай сіңген, екі бөлікті, қабатымыз осы. Мұнайлы қабаттың компьютерлік моделін, өлшеу құралдарының компьютерлік моделін, мұнайды сіңіріп алған қабаттан ығыстырып шығарушы әртүрлі активті сұйық қоспалардың компьютерлік моделін жасау және виртуалды-интерактивті моделде моделденген өлшеу құралдарымен өлшенген өлшемдер арқылы компьютерде жүргізілетін зерттеулердің әдістемесін жасап, зерттеу нәтижесін пайдаланып мұнай-газ өндіріс саласына пайдалы ұсыныстар енгізу.

**Түін сөздер:** виртуалды-интерактивті моделдер, мұнай шығарылымы, газотурбиналық қондырғылар.

**Y. I. Shadkhin, Zh. Zh. Toigozhinova**

Almaty University of Power Engineering & Telecommunications, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: janar\_tj@mail.ru

## **IDENTIFICATION OF TRANSFER FUNCTION OF CLOSED NONLINEAR FREQUENCY CONVERTER SYSTEM - INDUCTION MOTOR BY USING MATLAB**

**Abstract.** The article deals with the problem of determining the transfer function of a closed system of non-linear frequency converter - induction motor using MATLAB. Given a structural model of the system diagram and timetable of the transition process speed and torque of the induction motor. Give a mathematical description of the transfer functions of the system of algebraic equations in symbolic form and education program of the transfer function of the closed nonlinear system and a timetable for the transition of the engine speed of the process to validate the calculation program.

**Key words:** frequency converter, induction motor, nonlinear systems, transfer function.

УДК 62-83:681.3

**Ю. И. Шадхин, Ж. Ж. Тойгожинова**

Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ ЗАМКНУТОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ – АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ С ПОМОЩЬЮ MATLAB**

**Аннотация.** Рассматривается задача определения передаточной функции замкнутой нелинейной системы преобразователь частоты – асинхронный двигатель с помощью MATLAB. Приводится структурная схема модели системы и график переходного процесса скорости и момента асинхронного двигателя. Дается математическое описание передаточных функций системы алгебраическими уравнениями в символьном виде и программа образования передаточной функции замкнутой нелинейной системы, а также график переходного процесса скорости двигателя для утверждения правильности расчета программы.

**Ключевые слова:** преобразователь частоты, асинхронный двигатель, нелинейная система, передаточная функция.

Одной из необходимых задач анализа и синтеза замкнутой нелинейной системы преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ПЧ – АД) является задача определения передаточной функции системы. Структурная схема замкнутой нелинейной системы ПЧ – АД в среде MATLAB представлена на рисунке 1.

Структурная схема АД является линеаризованной [1, 5]. Регулятор системы ПЧ – АД состоит из множительного звена, на вход которого подаются сигналы с сумматора и релейного звена с без гистерезисной. характеристикой. Сигнал с выхода множительного звена подается на первый вход сумматора регулятора. На второй вход сумматора подается сигнал ошибки системы. Введение в регулятор нелинейных звеньев обеспечивает качественные характеристики переходных процессов скорости и момента двигателя [2, 4]. В структурной схеме системы асинхронный двигатель



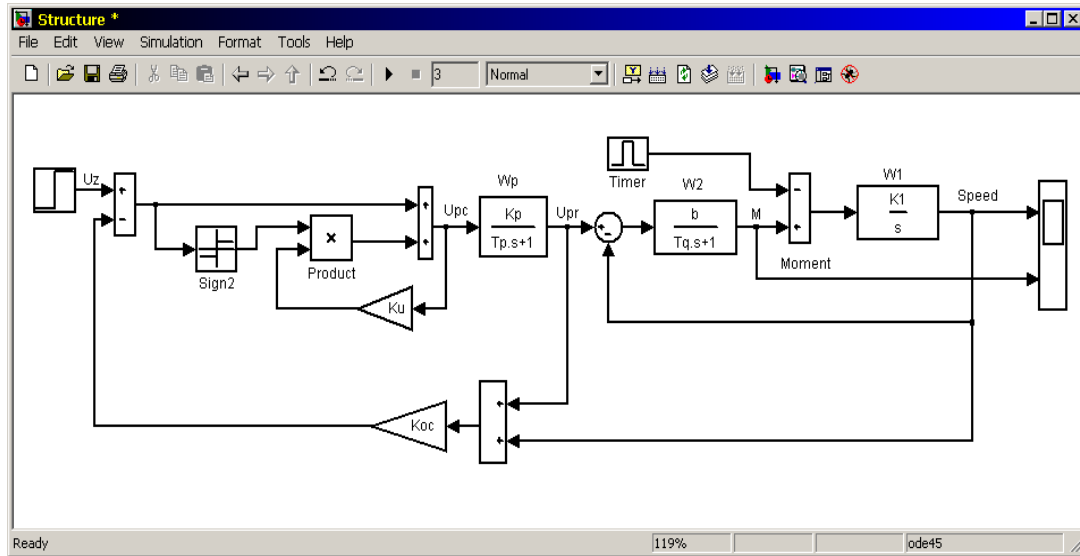


Рисунок 1 – Структурная схема нелинейной системы ПЧ – АД

представлен двумя динамическими звеньями с передаточными функциями:  $W_1 = K_1 / s$  – передаточная функция первого динамического звена асинхронного двигателя;  $W_2 = b / (Tq*s + 1)$  – передаточная функция второго звена двигателя. Передаточные функции звеньев двигателей охвачены единичной обратной связью. В передаточных функциях двигателя приняты следующие обозначения:  $K_1 = 1/b * Tm$  – коэффициент интегрирующего звена;  $b$  – жесткость механической характеристики;  $Tm$  – электромеханическая постоянная времени двигателя;  $Tq$  – эквивалентная электромагнитная постоянная времени цепи статора и ротора асинхронного двигателя.

Переходные процессы скорости и момента асинхронного двигателя, с параметрами двигателя АКЗ, преобразователя частоты и регулятора скорости приведены на рисунке 2.

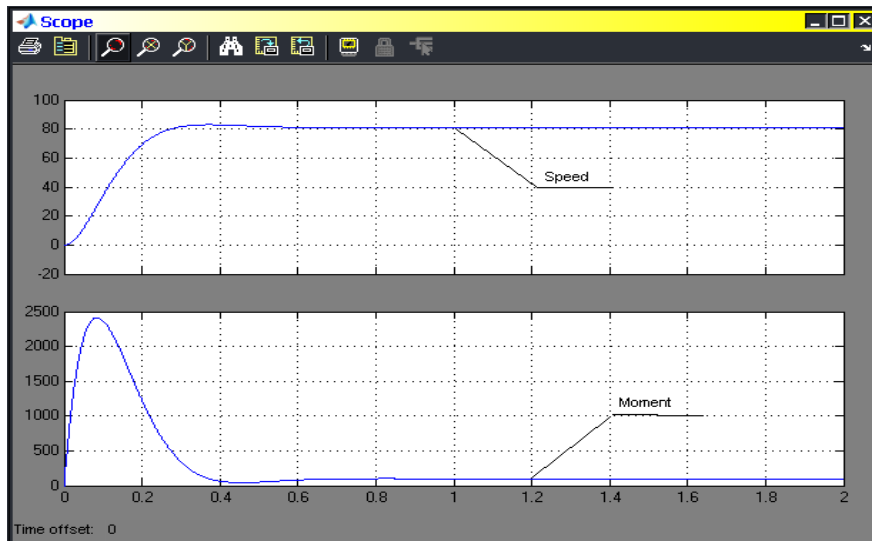


Рисунок 2 – Переходных процессов скорости и момента асинхронного двигателя

Из рисунка 2 видно, что переходной процесс скорости асинхронного двигателя получается без перерегулирования и колебаний

Передаточная функция преобразователя частоты, с коэффициентом передачи  $Kp$  и постоянной времени  $Tp$ , имеет вид

$$W_p = Kp / (T_p s + 1), \quad (1)$$

здесь  $W_p$  – передаточная функция преобразователя частоты.

Определение передаточной функции нелинейной системы ПЧ – АД осуществляется с помощью символьных вычислений в MATLAB по передаточным функциям системы. Для составления программы определения передаточной функции замкнутой системы ПЧ – АД необходимо получить систему алгебраических уравнений в символьном виде. Алгебраическое уравнение асинхронного двигателя в символьном виде можно записать следующим образом:

$$x_1 - W_D * x_2 = 0, \quad (2)$$

здесь  $x_1 = \omega$  – угловая скорость АД,  $x_2 = M$  – электромагнитный момент АД.

Алгебраическое уравнение ПЧ в символьном виде запишется:

$$x_2 - W_p * x_3 = 0, \quad (3)$$

где  $x_3 = u_{PR}$  – напряжение на входе преобразователя частоты.

Уравнение напряжения на выходе регулятора скорости в символьном виде можно записать следующим уравнением

$$x_3 = (u - k_{OC}(x_1 + x_2)) + y, \quad (4)$$

где  $x_3 = u_{PC}$  – напряжение на выходе регулятора скорости;  $k_{OC}$  – коэффициент усиления на выходе сумматора.

В уравнении (5) переменную  $y$  в символьном виде запишется

$$y = k_u x_3 * \text{sign}(u - k_{OC}(x_1 + x_2)), \quad (5)$$

здесь  $k_U$  – коэффициент обратной связи множительного звена регулятора.

Подставляем уравнение (6) в уравнение (5) и, после несложных преобразований, получаем следующее уравнение в символьном виде

$$k_{OC} x_1 + k_{OC} x_2 + (1 - k_U (\text{sign}(u - k_{OC} x_1 - k_{OC} x_2))) = 0 \quad (6)$$

Программа определения передаточной функции замкнутой нелинейной системы ПЧ – АД, с учетом уравнений (2), (3) и (6) и функций MATLAB [3], представлена на рисунке 3.

```

1 - syms w1 w2 wd wp
2 - clc
3 - f1=sym('x1-wd*x2');
4 - f2=sym('x2-wp*x3');
5 - f3=sym('ks*x1+ks*x2+(1-ku*sign(a-ks*x1-ks*x2))*x3-u');
6 - [x1,x2,x3]=solve(f1,f2,f3);
7 - k1=0.2; b=25; ks=0.1; kp=rand*100;
8 - ku=0.2; Tp=0.001; Tq=0.05;
9 - w1=tf([k1],[1 0]);
10 - w2=tf([b],[Tq 1]);
11 - w3=w1*w2;
12 - wd=feedback(w3,[1]);
13 - wp=tf([kp],[Tp 1]);
14 - a=20; u=20;
15 - x(1)=x1;
16 - R=eval(x1);
17 - G=minreal(R)
18 - p=pole(G)
19 - step(G,1)
20 - grid
21
    
```

Рисунок 3 – Программа образования передаточной функции системы ПЧ - АД

В результате счета программы, полученная передаточная функция замкнутой нелинейной системы ПЧ – АД имеет вид:

```
Transfer function:
                2.375e008
-----
s^3 + 1.29e004 s^2 + 2.576e005 s + 2.475e006
```

Отметим, что с помощью функции `step(G,1)` (19 – строка программы) на дисплей ПК выводится график переходного процесса скорости асинхронного двигателя. График переходного процесса скорости АД показан на рисунке 4.

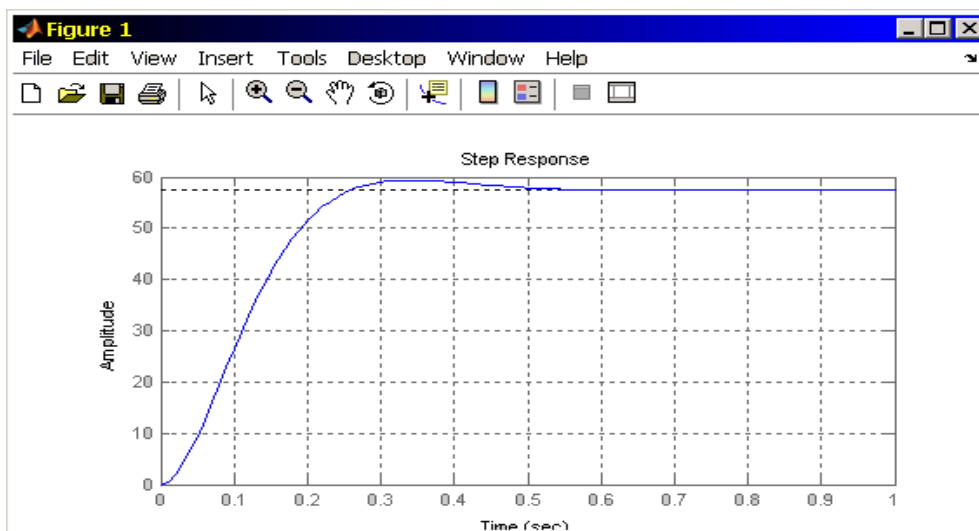


Рисунок 4 – Переходной процесс скорости асинхронного двигателя

Сравнивая кривую переходного процесса скорости асинхронного двигателя, приведенную на рисунке 2, с кривой переходного процесса скорости двигателя (рисунок 4), можно отметить, что графики скоростей двигателя идентичны и что программа определения передаточной функции замкнутой нелинейной системы ПЧ – АД соответствует истине.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 304 с.
- [2] Попов Е.П. Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 256 с.
- [3] Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В. MATLAB 7. – М.: НТ Пресс, 2006. – 464 с.
- [4] Герман–Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0. – СПб.: КОРОНА принт, 2007. – 369 с.
- [5] Бесекинский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. – СПб.: Профессия, 2004. – 752 с.

#### REFERENCES

- [1] Terekhov I.M. Osipov O.I. M.: Publishing center "Akademy", 2008. 304 p.
- [2] Popov E.P. Theory of nonlinear automatic control systems and management. M.: Nauka, 1988. 255 p.
- [3] Alekseev E.R., Chesnokov O.V. MATLAB 7. M.: NT Press, 2006. 464 p.
- [4] German – Galkin S.G. Kompiuternoe modelirovanie poluprovodnikovyykh system v MATLAB 6.0. SPb.: KORONA print, 2007. 369 p.
- [5] Besekersky V.A., Popov E.P. Teoriya sistem avtomaticheskogo upravlenia. SPb.: Professiya, 2004. 752 p.

**Ю. И. Шадхин, Ж. Ж. Тойгожинова**

Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан

**МАТЛАВ БАҒДАРЛАМАСЫНЫҢ КӨМЕГІМЕН ЖИІЛІКТІ ТҮРЛЕНДІРГІШ –  
АСИНХРОНДЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШТЫҢ ТҰЙЫҚТАЛҒАН БЕЙСЫЗЫҚТЫ ЖҮЙЕСІНІҢ  
БЕРІЛІС ФУНКЦИЯСЫН АНЫҚТАУ**

**Аннотация.** Мақалада MATLAB бағдарламасының көмегімен асинхронды қозғалтқыш – жиілікті түрлендіргіштің бейсызықты тұйықталған жүйенің беріліс функциясы анықталған. Тұйықталған жүйе моделінің құрылымдық сұлбасы және асинхронды қозғалтқыштың моменті мен жылдамдығы бойынша өтпелі процестері келтірілген. Жүйенің символдық түрдегі алгебралық теңдеуімен беріліс функциясының математикалық жазылуы және тұйықталған бейсызықты жүйенің беріліс функциясының бағдарламаға түрленуі көрсетілген. Сонымен қатар бағдаламаның есептеулері дұрыстығын дәлелдейтін қозғалтқыш жылдамдығы бойынша өтпелі процестің сызбасы берілген.

**Түін сөздер:** жиілікті түрлендіргіш, асинхронды қозғалтқыш, бейсызықты жүйе, беріліс функция.

**A. A. Beisembaev, I. N. Isakozhaeva**Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: inkar.n@mail.ru**DEVELOPMENT OF MANAGEMENT SYSTEM  
OF AUTOMATED PACKAGING LINES AND STORAGE DRY MIXES**

**Abstract.** The packaging processes of bulk materials in flexible packaging are examined. An overview of the market of bulk materials of food, chemical industry, construction and agriculture is conducted. Main types of package and packaging used for packing of such materials are considered and analyzed. Family of lever-hinged gripping devices (LHGD) is developed for automation of capture, opening, retention at filling and closing for broaching of soft bagging package such as soft polypropylene bags. LHGD contain lever-hinged mechanism with grippers in the form of fingers and drive of their move as one or several pneumocylinders. Mode of functioning of such devices is described. Logic chart of control of LHGD operation is proposed. Lever-hinged gripping devices can be used on transfer lines of packaging of bulk materials in soft package such as bags.

**Key words:** packaging, bulk material, lever-hinged gripping devices, soft package, bag.

УДК 658.512:681.2

**А. А. Бейсембаев, I. Н. Исакожаева**НАО Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева,  
Алматы, Казахстан**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ЛИНИЙ РАСФАСОВКИ  
И ХРАНЕНИЯ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ**

**Аннотация.** На сегодняшний день строительные сухие смеси (или сокращенно ССС), обладая высокими потребительскими качествами, стали отдельным направлением в строительной индустрии. Их использование позволяет не только значительно увеличить производительность труда, но и получить отличные качественные результаты, которые невозможно достичь при использовании обычных цементно-песчаных смесей. Основой сухих строительных смесей часто является песок или пылевидный кварц, а также известняковая мука и порошкообразный мел. Современные производители ССС также применяют в своих составах множество различных добавок. В настоящее время спрос на сухие строительные смеси растет, многие строительные организации стараются изготавливать ССС самостоятельно, приобретая для этих целей недорогое оборудование необходимой производительности.

**Ключевые слова:** строительные сухие смеси (или сокращенно ССС), расфасовка, сыпучий материал, рычажно-шарнирные захватные устройства, мягкая тара, мешок.

Целью разработки является повышение производительности и точности выполнения операций расфасовки и замена ручного труда машинным.

Назначением разработки является создание системы управления автоматизированной линией расфасовки сухих строительных смесей.

В настоящее время процессы дозирования, упаковки и транспортировки сухих строительных смесей занимают одно из ведущих мест в строительстве. Важным этапом в транспортно-техноло-

гических схемах доставки сухих строительных смесей от производителя к потребителю является процесс их расфасовки в различные виды тары. Упаковка предназначена для защиты от внешних воздействий и влияний климатических факторов при транспортировании и хранении смесей. По жесткости конструкции, или стабильности формы, упаковку делят на жесткую, полужесткую и мягкую. Стабильность формы определяется как свойствами материалов, так и особенностями конструкции. Жесткая упаковка не изменяет своей формы и размеров при заполнении продукцией (тара и упаковка из металла, стекла, дерева, полимеров). Полужесткая упаковка сохраняет формы и размер только при незначительном нагружении (из плотной бумаги, картона, пластмасс). Мягкая упаковка (мешки, пакеты, сумки) отличается простотой конструкции и изготовления, дешевизной и универсальностью. Ее преимуществом является возможность изменять свою форму в наполненном виде. В тоже время это создает большие трудности при автоматизации процесса упаковки продукта в такую тару [4].

Сыпучие материалы чаще всего упаковывают в мягкую тару. При этом различают три основных вида упаковки: мешки, биг-бэги (мягкие контейнеры из полимерных материалов) и мелкая фасовка (пакеты) [1].

При подготовке расфасовочного производства необходимо помнить, что сыпучие вещества часто сильно пылящие, иногда взрывоопасные и токсичные. Для человека присутствие на операциях расфасовки такой продукции является вредным для здоровья, трудоемким, утомительным и травмоопасным. Поэтому данные операции стараются полностью или частично автоматизировать. Для открытых мешков из различных материалов (например, джутовой ткани, полипропилена) решение задачи автоматического их наполнения затрудняется сложностью захвата и манипулирования мягкой тарой непостоянной формы, материал которой пропускает воздух, а также необходимостью прошивки горловины мешка сразу после его наполнения [2; 4].

Для автоматизации процессов упаковки (расфасовки) сыпучих материалов в полипропиленовые мешки предлагается использовать рычажно-шарнирные захватные устройства (РШЗУ), содержащие рычажно-шарнирный механизм (РШМ) с пальцами и привод их перемещения в виде одного или нескольких пневмоцилиндров [2]. Разработано шестизвенное РШЗУ, способное самостоятельно захватить мешок, лежащий в стопе, раскрыть его и подать под загрузочный патрубок для наполнения (рисунок 1) [3].

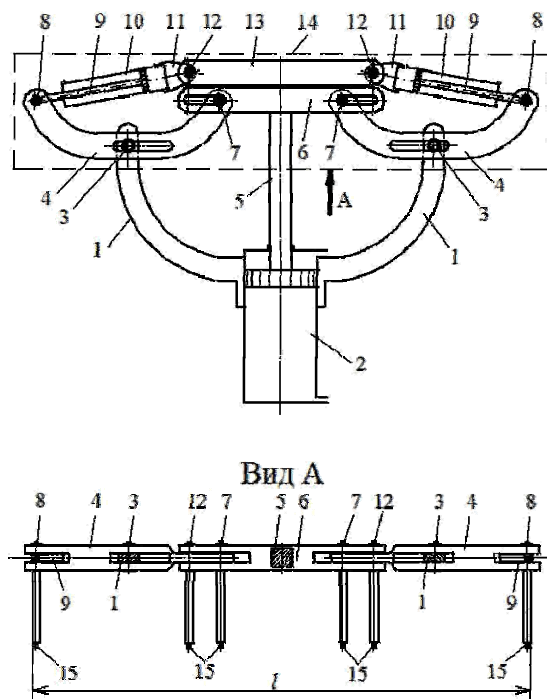


Рисунок 1 – Рычажно-шарнирное захватное устройство в закрытом положении

Устройство содержит раму 1, смонтированную на пневмоцилиндре 2, на которой посредством подвижных шарниров 3 установлен РШМ 14, состоящий из двух криволинейных рычагов 4, планки 6, связанной со штоком 5 пневмоцилиндра 2, двух силовых мини-цилиндров двустороннего действия 10 со штоками 9 и дополнительной тяги 13. При этом криволинейные рычаги 4 связаны с планкой 6 подвижными шарнирами 7, а со штоками 9 – осевыми шарнирами 8. Дополнительная тяга 13 посредством осевых шарниров 12 и накладок 11 связана с основаниями мини-цилиндров 10. Все пальцы 15, выполняющие функции захватов, расположены соосно осям соответствующих шарниров и перпендикулярно плоскости РШМ 14 (вид А на рисунке 1).

РШМ 14 при выдвинутом штоке 5 пневмоцилиндра 2 обеспечивает расположение пальцев 15 в ряд, при этом при втянутых штоках силовых мини-цилиндров 10 расстояние между крайними боковыми пальцами (1 на рисунке 1) меньше размера горловины сложенного мешка. Поэтому, если обеспечить провисание непрошитой горловины мешка (например, приподняв горловину верхнего из стопы мешков, лежащих горизонтально, с помощью вакуумных захватов), можно автоматически ввести пальцы РШЗУ в образовавшуюся открытую полость. Затем, посредством выдвигания штоков 9 силовых мини-цилиндров 10 боковые пальцы устройства раздвигаются, захватывая горловину мешка 16 с внутренней стороны и удерживая ее (рисунок 2а). При втянутом штоке пневмоцилиндра 2 РШМ 14 обеспечивает расположение пальцев 15 в вершинах правильного выпуклого многоугольника (рисунок 2б), тем самым раскрывая и удерживая мешок 16 для наполнения. После наполнения горловина мешка закрывается для прошивки выдвиганием штока 5 пневмоцилиндра 2.

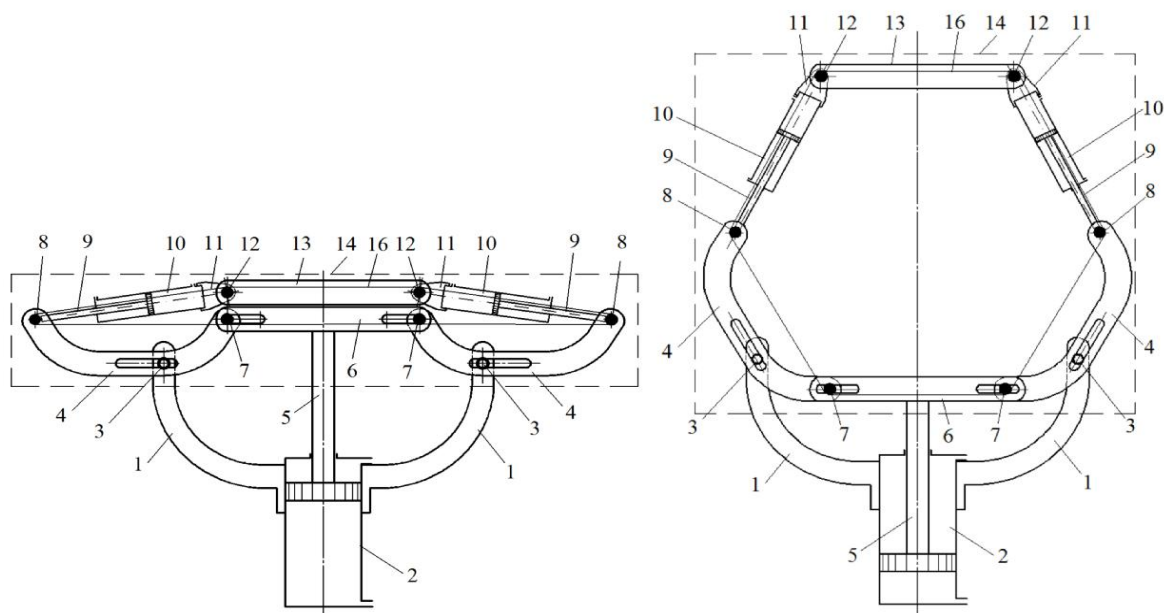


Рисунок 2 – Рычажно-шарнирное захватное устройство в двух положениях:  
а – в закрытом, мешок удерживается пальцами; б – в раскрытом, мешок открыт

Расчет РШЗУ производится по методике, представленной в [2; 4] и зависит от линейных размеров мешка и типа фасуемого материала. Предложена логическая схема управления приводом рычажно-шарнирного захватного устройства, включающая отработку всех элементов цикла манипулирования мешком: захват, раскрытие, удержание и закрытие. Схема предусматривает наличие пауз между операциями цикла, а также технологические остановки во время наполнения и прошивки мешка. Все пневмоцилиндры РШЗУ снабжены регулятором скорости 17 движения их штоков в обоих направлениях (рисунок 3), который состоит из регулируемого пневмодресселя 18 и обратного клапана 19, установленных на линиях, соединяющих полости пневмоцилиндров с пневмораспределителем 20. Кроме того, пневмоцилиндры 2 и 10 снабжены регулятором 21 величины ходов штоков, который состоит из двух регулируемых упоров 22 и 23, установленных соответственно в бесштоковых и штоковых полостях пневмоцилиндров с возможностью фиксированного осевого перемещения.

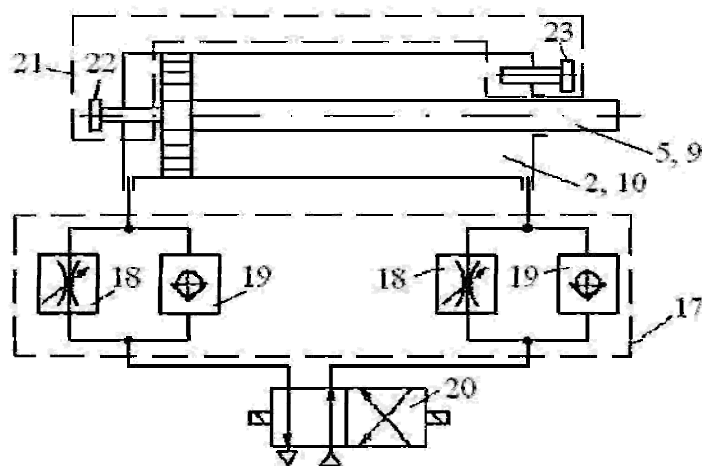


Рисунок 3 – Регулятор скорости движения и регулятор величины хода штоков

Для правильной работы РШЗУ осуществляется его настройка на требуемую величину изменения контура РШМ 14. Она выполняется регуляторами 21 величины хода штоков 5 и 9 пневмоцилиндров 2 и 10, которые устанавливаются посредством осевого перемещения упоров 22 и 23. Регулируемыми упорами 23 устанавливается величина выдвигания, а упорами 22 – величина втягивания (обратного хода) штоков. При этом для мини-цилиндров 10 регулировка величины хода штоков 9 осуществляется одинаково. Настройка скорости срабатывания РШМ 14, а следовательно плавности перемещения пальцев 15, выполняется регуляторами скорости 17 движения штоков, которая задается регулированием дросселей 18, установленных в соответствующей выхлопной линии, и пневмоклапанов 19 в соответствующей подводной линии пневмораспределителей 20 для каждого пневмоцилиндра 2 и 10. При этом для мини-цилиндров 10 настройка осуществляется таким образом, чтобы скорость движения их штоков была одинаковой. Режимы работы РШЗУ устанавливаются путем соответствующего переключения пневмораспределителей 20, посредством которых осуществляется управление пневмоцилиндрами 2 и 10. При начале очередного цикла для работы устройства в режиме захвата мешка шток 5 пневмоцилиндра 2 находится в выдвинутом состоянии, штоки 9 мини-цилиндров 10 во втянутом (рисунок 1), вследствие чего пальцы 15 РШМ располагаются в ряд, а крайние из них находятся максимально близко друг к другу. В этом положении пальцы проникают внутрь горловины верхнего мешка, лежащего в стопе и приоткрытого с помощью вакуумных или пневмовихревых захватов. После этого посредством выдвигания штоков 9 мини-цилиндров 10 при переключении пневмораспределителя 20 осуществляется захват мешка 16 (рисунок 2а). Для раскрытия мешка при переключении пневмораспределителя 20 шток 5 пневмоцилиндра 2 перемещается во втянутое положение (рисунок 2б), при этом пальцы 15 РШЗУ располагаются по периметру горловины раскрытого мешка и удерживают его. В таком положении осуществляется наполнение мешка сыпучим материалом. После этого шток пневмоцилиндра 2 при обратном переключении пневмораспределителя 20 выдвигается, горловина мешка 16 закрывается и растягивается в линию для прошивки. Затем штоки мини-цилиндров 10 втягиваются и горловина мешка отпускается. На этом цикл манипулирования мешком заканчивается [2-4].

Данные РШЗУ могут применяться на автоматических линиях расфасовки сыпучих материалов в качестве захватных устройств, раскрывающих и подающих полипропиленовые мешки под засыпку сыпучих материалов. Это позволит избавить человека от тяжелой, утомительной, однообразной работы и больше не применять ручной труд на операциях наполнения таких мешков. При этом не исключается возможность применения предложенных РШЗУ для мешков из других материалов.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Рабинович Л.А., Брискин Е.С., Макаров А.М. Автоматизация подачи мешков из ткани на рабочие позиции фасовочного оборудования // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2009. – № 11. – С. 35-39.



[2] Рабинович Л.А., Макаров А.М. Устройство для автоматического захвата, раскрытия и удержания мешков: патент РФ № 2421383.2010.

[3] Рабинович Л.А., Макаров А.М. Устройство для захвата и автоматического раскрытия мешков из ткани // Известия Волгоградского государственного технического университета: межвуз. сб. науч. ст. Сер. Прогрессивные технологии в машиностроении. – 2009. – № 8(56). – С. 102-105.

[4] Сердобинцев Ю.П., Макаров А.М. Повышение качества предпроектной подготовки процесса фасовки сыпучих материалов в условиях информационно-технологической среды // Современные наукоемкие технологии. – 2011. – № 4. – С. 48-50.

#### REFERENCES

[1] Rabinovich L.A., Briskin E.S., Makarov A.M. Avtomatizacija podachi meshkov iz tkani na rabochie pozicii fasovoch-nogo oborudovaniya // Sbornik v mashinostroenii, priborostroenii. 2009. N 11. P. 35-39.

[2] Rabinovich L.A., Makarov A.M. Ustrojstvo dlja avtomaticheskogo zahvata, raskrytija i uderzhanija meshkov: patent RF № 2421383.2010.

[3] Rabinovich L.A., Makarov A.M. Ustrojstvo dlja zahvata i avtomaticheskogo raskrytija meshkov iz tkani // Izvestija Volgogradskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta: mezhvuz. sb. науч. st. Ser. Progressivnyye tehnologii v mashinostroenii. 2009. N 8(56). P. 102-105.

[4] Serdobincev Ju.P., Makarov A.M. Povyshenie kachestva predproektnoj podgotovki processa fasovki syпuchih materialov v uslovijah informacionno-tehnologičeskoi sredy // Sovremennye naukoemkie tehnologii. 2011. N 4. P. 48-50.

#### А. А. Бейсембаев, I. Н. Исақожаева

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан

#### ҚҰРҒАҚ ҚҰРЫЛЫСТЫҚ ҚОСПАЛАРДЫҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ҚАПТАУ ЖӘНЕ САҚТАУ ЖЕЛІЛЕРІНІҢ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ЖАСАУ

**Аннотация.** Бүгінгі таңда, құрылыс саласында жеке бағыт болып, құрғақ құрылыс қоспалары, құрылыс (немесе ҚҚҚ ретінде қысқартылған) жоғары тұтынушылық сұранысқа пайдаланылады. Оларды қолдану айтарлықтай өнімділікті арттыру үшін ғана емес, сондай-ақ дәстүрлі құм-цемент қоспаларын пайдаланып керемет сапалы нәтижелерге қол жеткізу мүмкіндігіне ие. Құрғақ қоспа негізі жиі құм немесе ұнтақ кварц, әктас ұнтақ және ұнтақ бор болып табылады. Қазіргі заманғы өндірушілер олардың құрамына байланысты түрлі қоспаларды пайдаланады. Қазіргі уақытта, құрғақ қоспаларға сұраныс артып келеді, көптеген құрылыс компаниялары бұл мақсатты орындау үшін қажетті қымбат жабдықтар сатып алуға, өздері жасауға тырысады.

**Түйін сөздер:** құрғақ құрылыс қоспалары (немесе ҚҚҚ ретінде қысқартылған), қаптау, тіректі-айналмалы қысқыш құрылғы, жұмсақ орам, қап.

**A. Kh. Ibraev, K. B. Musilimov**

Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: k-u-a@mail.ru

## **AUTOMATION WIND POWER COMPLEX ON THE BASIS OF ROTOR TURBINE BOLOTOV (WRTB)**

**Abstract.** In recent years, increasing attention is paid to the production of electricity from renewable sources and, in particular, the use of wind energy. Among the potential for use of wind turbines types, is very promising wind turbine rotor Bolotov (VRTB), which, by its technical characteristics superior to traditional propeller and other settings. using wind energy to generate electricity. Among the problems associated with industrial manufacturing VRTB, include the need to equip them with modern automation systems. This article discusses the design of automation systems of wind power complex.

**Key words:** wind rotor turbine Bolotov (WRTB), wind power complex (WPC), automation, technical means of automation.

УДК 621.311.24:681.5

**А. Х. Ибраев, К. Б. Муслимов**

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

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ РОТОРНОЙ ТУРБИНЫ БОЛОТОВА (ВРТБ)**

**Аннотация.** В последние годы все большее внимание уделяется получению электроэнергии из возобновляемых источников, в частности, использование энергии ветра. В числе возможных для применения, типов ветроэнергетических установок, весьма перспективной является ветровая роторная турбина Болотова (ВРТБ), которая по своим техническим характеристикам превосходит традиционные пропеллерные и другие установки, использующие энергию ветра в выработке электрической энергии. В ряду проблем, связанных с промышленным изготовлением ВРТБ, можно отнести необходимость оснащения их современными системами автоматизации. В настоящей статье рассматриваются вопросы проектирования системы автоматизации ветроэнергетического комплекса.

**Ключевые слова:** ветровая роторная турбина Болотова (ВРТБ), ветроэнергетический комплекс (ВЭК), автоматизация, технические средства автоматизации.

Одним из важнейших приоритетов в развитии человечества, является промышленная выработка электроэнергии. Из статистических данных известно, что общая, установленная у потребителей, электрическая мощность по Казахстану составляет 19 798,1 МВт., а генерируемая мощность только – 15 765,0 МВт. Разница составляет 4033,1 МВт, что ведет к дополнительным расходам на приобретение электроэнергии извне. Вместе с тем, этот дефицит может быть погашен применением энергии ветра. Потенциальные запасы ветровой энергии несоизмеримы и теоретически превосходят суммарную мощность всех работающих электростанций Казахстана более чем 300 раз. В Казахстане выработка электрической энергии в 2014 году составила 86,2 млрд кВт·ч и распределяется по установленной мощности: ТЭЦ – более 80 %, ГЭС – 10 %, Доля возобновляемых

источников энергии (ВИЭ) составляет менее 1 %, что явно недостаточно и делает весьма актуальной задачу увеличения доли ВИЭ в энергетическом балансе республики [1, 3].

В числе возможных для применения, типов ветроэнергетических установок, выделяется роторная турбина, основанная на научной идее академика Болотова А.В. Ветровая роторная турбина Болотова (ВРТБ) по своим техническим характеристикам превосходит традиционные пропеллерные и другие установки использующие энергию ветра в выработке электрической энергии. Во-первых, пропеллерные ветровые установки способны принимать мощность ветра со скоростью от 5 до 18 м/с так как, при превышении скорости ветра более 18 м/с – до 22 м/с возникает аэродинамическая тяговая сила, которая вынуждает выводить установки из под ветра, так как, в противном случае, может происходить поломка пропеллера и гондолы, что, естественно, снижает результативность и эффективность комплекса таких установок. Во-вторых, необходимость постоянного обеспечения ориентации установки перпендикулярно к ветровому потоку, приводит к снижению ее эффективности, так как в географических условиях Республики Казахстан ветровые мощности характеризуются порывистостью и часто меняющимися направлениями. В-третьих пропеллерные ветровые установки способны принимать энергию приземного ветра только в пределах диаметра пропеллера которая составляет не более от 0,2–0,25 %. При использовании ВРТБ выше указанные отрицательные факторы исключаются. Отличительной чертой от традиционных и других установок ВРТБ является использование энергии ветра вокруг своей оси на 360 градусов и скорости ветра от 2 до 45 м/с и КПД составляет более 0,62% от используемого ветра.

Разрабатываемая система автоматизации предназначена для автоматического контроля и диспетчерского управления ветроэнергетическим комплексом (ВЭК). Объекты автоматизации, охватываемые системой автоматизации включают, как отдельные установки ВРТБ, так и комплекс в целом. Автоматизируемыми видами деятельности являются контроль механических и электрических переменных установок ВРТБ, состояния и положение узлов оборудования, сигнализация отклонения переменных и изменения состояния, централизованное хранение и представление автоматически и по запросу информации персоналу, автоматическое и диспетчерское управление.

Целью создания системы автоматизации является повышение эффективности функционирования ВЭК, которое обеспечивается автоматическим управлением и оперативным мониторингом состояния оборудования позволяющим уменьшить (или исключить) нежелательные и аварийные режимы работы, обеспечить выработку электроэнергии в заданных параметрах и количестве.

ВРТБ является сложной цилиндрической конструкцией с вертикальным расположением направляющих. Энергетическая установка, предназначенная для выработки электрической энергии с использованием энергии ветра для вращения ротора турбины, которая механически соединена с ротором генератора состоит из трех частей (рисунок 1):

1. Статор турбины;
2. Ротор турбины;
3. Генератор для выработки электрической энергии.

**1. Статор турбины** это цилиндрическая геометрическая форма состоящая с двух сторон замыкающих направляющих, корпусов подшипников соединенных между собой опорной арматурой к которым вертикально расположенные направляющие секторообразной формы крепятся жестко. Корпуса подшипников служат для механического соединения вала ротора турбины через подшипников качения для получения качественного вращающего движения ротора которая передается на ротор генератора. Секторообразные направляющие располагаются вертикально между двумя корпусами подшипников и служат для направления энергии ветра преобразуя с ламинарного на турбулентное и внутри турбины возникает вихревые потоки ветра, которые в свою очередь приводят в вращательное движение ротора турбины. Количество направляющих определяются при выборе мощности вырабатываемой электроэнергии, в данном случае прилагаются конструкторско-технологические чертежи до 10 кВт. Секторообразные направляющие располагаются по окружности корпусов подшипников, которая дает возможность принять ветровую энергию любого направления. Опорные арматуры служат для соединения корпусов подшипников по окружности и служат для жесткости конструкции.

**2. Ротор турбины** это цилиндрическая геометрическая форма состоящая из следующих деталей: Из двух дисков замыкающих направляющие ротора соединяется между собой опорной

арматурой, которая располагается по окружности диска и служит для жесткости конструкции. Направляющие винта, которая располагается вертикально по окружности дисков ротора и жестко крепятся к диску.

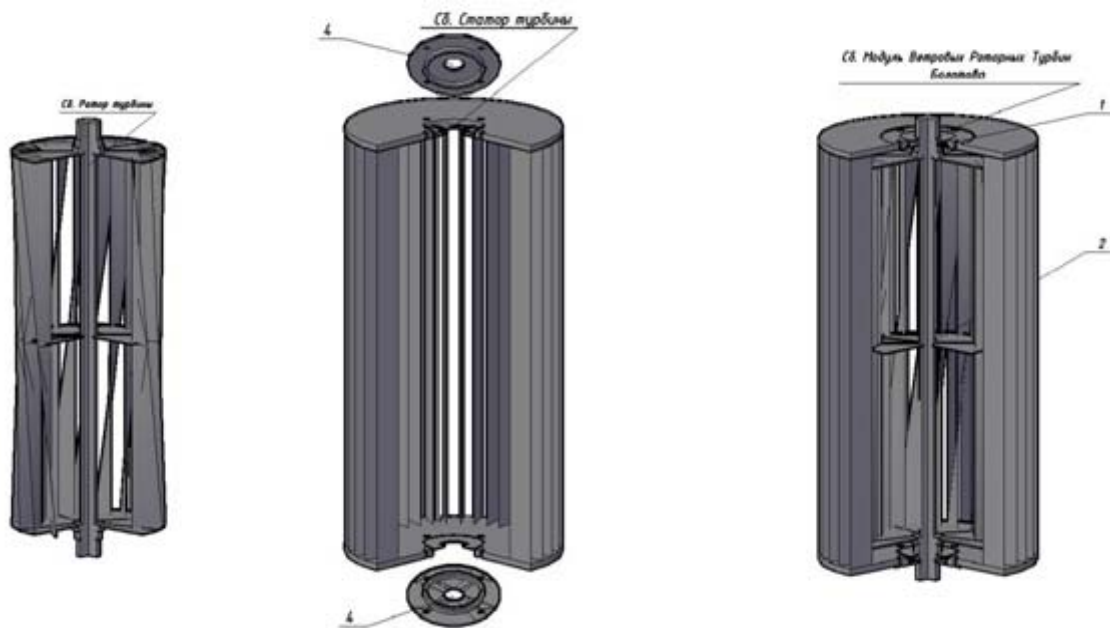


Рисунок 1 – Чертеж модуля ВРТБ

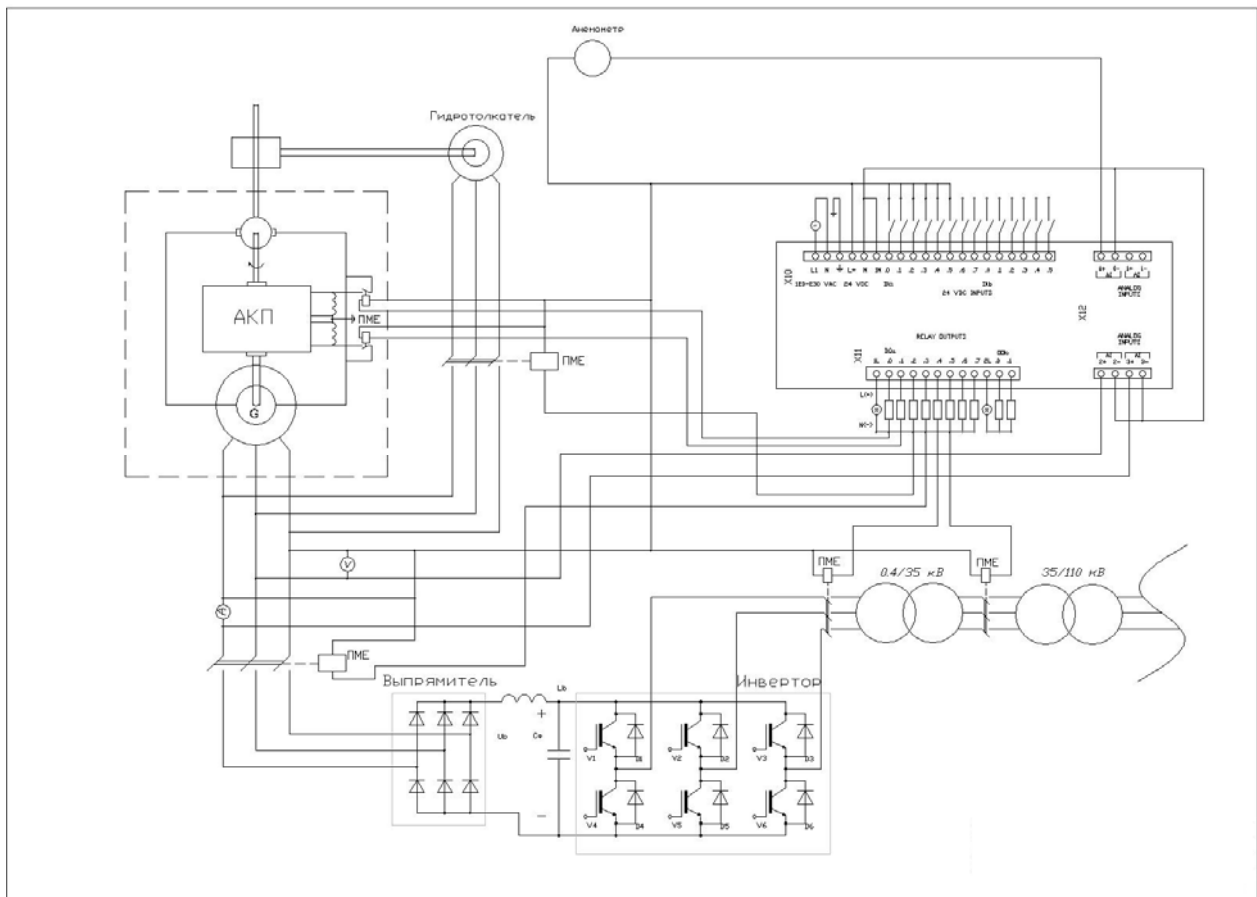


Рисунок 2 – Принципиальная электрическая схема ВРТБ



Так, например, при необходимости общей выдачи в сеть 70 кВт, используется до 10 установок ВРТБ мощностью 10 кВт. при номинальной скорости ветра. При этом подключаются в сеть семь станции, а три останутся в резерве. Подключение осуществляется с помощью контроллеров, сигналы поступают с аналоговых датчиков информации обрабатываются и передаются в виде дискретных выходов на пускатели. Если показатели напряжения и тока будут показывать соответствующую мощность, то пускатели на семи станциях будут включены, а три пускателя на гидротолкателях в отключенном состоянии тормозят три резервные турбины. Если скорость ветра падает, подключаются резервные турбины с помощью пускателей. Если показатели напряжения и тока не достигают необходимой мощности, контроллер соответственно включает через РП электромагнитные катушки на АКП, которые в свою очередь переключают фрикционные диски связанные соответствующей скоростью передачи и соответственно управляется генератор возбуждения с постоянными магнитами тем самым увеличивается мощность на выходе генератора до заданных значений. Последовательно выработанная энергия через выпрямительное устройство подается на инвертора соответственно преобразованная электрическая энергия идет на трансформаторы ТМ 0,4/35 кВ и дальнейшая транспортировка в сеть идет через трансформатор ТМ 35/110 кВ на ЛЭП к потребителю.

В состав технического обеспечения АСУ ТП ВЭК входят:

- средства сбора информации (измерительные преобразователи, счетчики, сигнализаторы и пр.);
- исполнительные устройства, в т.ч пускатели, концевые выключатели и пр.;
- программируемые логические контроллеры;
- программы;
- кабели связи [4].

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Болотов А.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники электроэнергии: Учебное пособие. – Алматы: АУЭС, 2011. – 79 с.
- [2] Болотов А.В., Бакенов К.А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Конспект лекций для студентов всех форм обучения специальности 050718 – Электроэнергетика. – Алматы: АИЭС, 2007. – 40 с.
- [3] Болотова А.В. // Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан. – 2014, 2015. – № 1, 2.
- [4] Овчаренко Н.И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем: Учебник для вузов / Под ред. А. Ф. Дьякова. – М.: НИЦ ЭНАС, 2000. – 504 с.
- [5] Кацман М.М. Электрические машины: Учебник для сред. спец. учеб. заведений. – М.: Высш. школа, 1983. – 432 с.

#### REFERENCES

- [1] Bolotov A.V. Netradicionnye i vobnovljaemye istochniki jelektrojenergii: Uchebnoe posobie. Almaty: AUJeS, 2011. 79 p.
- [2] Bolotov A.V., Bakenov K.A. Netradicionnye i vobnovljaemye istochniki jenerгии: Konspekt lekcij dlja studentov vseh form obuchenija special'nosti 050718 – Jelektrojenergetika. Almaty: AIJeS, 2007. 40 p.
- [3] Bolotova A.V. // Vestnik Nacional'noj inženernoj akademii Respubliki Kazahstan. 2014, 2015. N 1, 2.
- [4] Ovcharenko N.I. Avtomatika jelektricheskikh stancij i jelektrojenergeticheskikh sistem: Uchebnik dlja vuzov / Pod red. A. F. D'jakova. M.: NC JeNAS, 2000. 504 p.
- [5] Kacman M.M. Jelektricheskie mashiny: Uchebnik dlja sred. spec. ucheb. zavedenij. M.: Vyssh. shkola, 1983. 432 p.

#### А. Х. Ибраев, Қ. Б. Мүсілімов

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан

#### БОЛОТОВТЫҢ РОТОРЛЫ ТУРБИНАСЫ (ВРТБ) НЕГІЗІНДЕ ЖЕЛ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ КЕШЕНІН АВТОМАТТАНДЫРУ

**Аннотация.** Соңғы жылдары электр энергиясын өндіру үшін жаңартылатын энергия көздерін, атап айтқанда, жел энергиясын пайдалануға көп көңіл бөлінуде. Мәселені шешудің ең тиімді тәсілі деп, өзінің техникалық сипаттамалары бойынша пропеллерлік және басқа да қондырғылардан асып түсетін, академик А. В. Болотов ойлап тапқан әлемде теңдесі жоқ ВРТБ жел күш қуатын пайдаланып электр энергиясын өндіру станциясын атауға болады. ВРТБ қондырғыларын өнеркәсіптік өндіру мәселесі, оларды қазіргі заманғы автоматтандыру жүйелерімен жабдықтау қажеттігін қамтиды. Бұл мақалада жел энергетикалық кешенін автоматтандыру жүйелерін жобалау талқыланады.

**Түйін сөздер:** Болотовтың роторлы турбинасы (ВРТБ), жел энергетикалық кешені (ЖЭК), автоматтандыру, автоматтандырудың техникалық құралдары.

**V. E. Lyalin<sup>1</sup>, A. N. Krasnov<sup>2</sup>, Y. I. Kaliyev<sup>2</sup>, A. J. Sagyndikova<sup>3</sup>**<sup>1</sup>Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia,<sup>2</sup>Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia,<sup>3</sup>Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: ufa-znanie@mail.ru, yerlankaliyev1@gmail.com, Sagyndikova\_aigul@mail.ru

**METHODS OF PHYSICAL IMPACT ON NATURAL GAS  
IN ORDER TO IMPROVE THE SAFETY  
OF ITS TRANSPORTATION THROUGH MAIN PIPELINES**

**Abstract.** The article considers the technology absorption natural gas dehydration, systematization of the physical processes occurring in the technological chain of preparation of natural gas. The article describes the most appropriate from an economic point of view, a method of preparing a high-pressure natural gas intended for transport through pipelines. The technology of absorption dehydration of natural gas using diethylene glycol as an absorbent in preparation for transport. Built fuzzy causal model of the process gas drying based on the combined application of fuzzy inference and neural network approximation. The use of the model enables the structural and parametric optimization of production, aimed at improving the quality of preparation of natural gas.

**Keywords:** gas dehydration, absorber, gas transportation, air coolers (AC).

УДК 66.074.31

**В. Е. Лялин<sup>1</sup>, А. Н. Краснов<sup>2</sup>, Е. И. Калиев<sup>2</sup>, А. Ж. Сагындикова<sup>3</sup>**<sup>1</sup>Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия,<sup>2</sup>Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия,<sup>3</sup>Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева,  
Алматы, Казахстан**МЕТОДЫ ФИЗИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНЫЙ ГАЗ  
С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ  
ПО МАГИСТРАЛЬНЫМ ГАЗОПРОВОДАМ**

**Аннотация.** Рассматривается технология абсорбционной осушки природного газа, систематизация физического процесса, происходящего в технологической цепочке производства природного газа. Далее описывается наиболее оптимальный с экономической точки зрения способ подготовки природного газа высокого давления предназначенный для транспорта по магистральным трубопроводам. Рассматривается технология абсорбционной осушки природного газа с использованием диэтиленгликоля как абсорбента в подготовке к транспортировке. Построение нечеткой причинно-следственной модели процесса осушки газа, основанного на совместном применении нечеткого вывода и приблизительной оценке нейронной сети. Использование модели способствует структурной и параметрической оптимизации производства с целью повышения качества производства природного газа.

**Ключевые слова:** осушки газа, абсорбер, транспортировка природного газа, воздушное охлаждение (АВО).

**Введение.** Вода, присутствующая в газе в паровой фазе, состоит из метана, этана и пропана, углеводородные гидраты, осаждение в трубопроводах в твердой фазе [1]. Во избежание образования гидратов необходимо осушить газ. Содержание влаги в газе характеризуется оценкой

температуры точки росы. Точка росы определяется, когда температура понижается до момента выпадения осадка в постоянной величине, газ достигает полного насыщения водяными парами, и происходит полная конденсация водяных паров, содержащихся в газе. Производство газа в полевых условиях – это удаление водного конденсата [2].

Рассмотрим технологию абсорбционной осушки природного газа с использованием диэтиленгликоля как абсорбента в подготовке к транспортировке. Газ из скважин проходит предварительную очистку в центрифужном аппарате. После дожимной компрессорной станции (ДКС) и прохождения газа через воздушные охладители происходит процесс абсорбционной осушки газа. Вторая стадия процесса – транспортировка. Индикатором процесса выпадение осадка при температуре точки росы (ТТР). В соответствии с СТО Газпром 089-2010 составляет летом -3С, зимой -5С. Для холодных регионов: -10С и -20С соответственно.

Система обработки природного газа может состоять из нескольких типов элементов. В первую очередь, данное оборудование и эксплуатационное оборудование. Система также включает обслуживающий персонал, эксплуатационные скважины, внешние условия, включая погоду. Цель системы – достичь желаемых показателей природного газа при минимальных затратах. Элементы системы – это связи, характеризующиеся некоторыми переменными величинами и параметрами.

**Модель системы.** Комплектуемое оборудование, осуществляющее процесс, представлено в форме некоторых преобразователей, которые изменяют показатели вводимых переменных величин в конце недели. Допустим наличие центрального элемента  $p_i$ . Вместе с элементами  $p_j, j = \overline{j_1, j_m}, p_k, k = \overline{k_1, k_L}$  элемент  $p_i$  формирует подсистему. Вход в подсистему определяется связью  $V(j, i), j = \overline{j_1, j_m}$  и выдает связь  $V(i, k), k = \overline{k_1, k_L}$ . Центральный элемент  $p_i$  несет в себе изменение формы:

$$Y = \Phi_{i(x)}, X = [x_j], Y = [y_k], j = \overline{j_1, j_m}, k = \overline{k_1, k_L}, \quad (1)$$

где  $Y$  - выходное воздействие,  $X$  – входное воздействие.

Например, входной сепаратор обеспечивает подготовительное отделение конденсата от газа [4]. Данный сепаратор показан на рисунке 1.

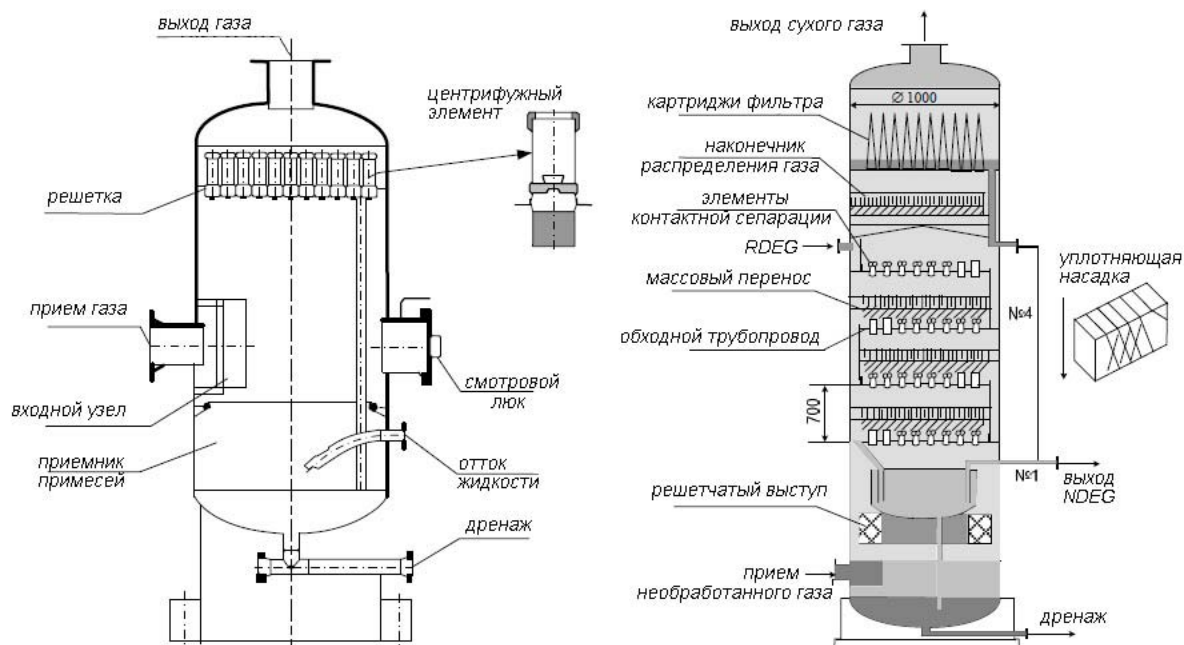


Рисунок 1 – Схема входного газосепаратора, схема абсорбера

Необработанный газ входит в сепаратор через радиальный коннектор, расположенный на оградительном щите входного полотна, созданного для предварительного отделения крупных жидких капель и механических примесей. Благодаря центрифужному эффекту, создаваемому



входным узлом, единично представленные жидкие капли и твердые частицы выпадают в примеси через кольцевой зазор между охранным кожухом и защитным полотном. После предварительной очистки газ распределяется равномерно между центрифужными элементами, где частицы очищенного газа поднимаются вверх, а жидкость остается на решетке. Решетчатые центрифужные элементы разделяют необработанный газ от очищенного. Жидкость из состава примесей удаляется из установки в дренажную трубу [5, 6].

В данном случае входные параметры термодинамические (давление, температура, влажность) и термические характеристики газа. Входные параметры также включают технологические характеристики процесса (выход газа в единицу времени, скручивание газа, дисперсная композиция сконденсированной влаги, конструктивные особенности объекта и т.д.). Выходные параметры включают давление, температуру, выход газа в единицу времени, содержание влаги.

Преобразование [1] можно представить в виде математической модели процесса. Модель может включать соотношения движения многофазного объекта в многомерной среде с трансформациями фаз. Конверсия также может быть представлена как инженерный метод вычисления технических и экономических параметров процесса. Более удобной системой для рассматриваемого процесса является математическая модель, описывающая нейронную сеть. Подготовленная на ограниченном наборе образцов, содержащих экспериментальные данные, сеть суммирует информацию и выдает ответ данным, не используется в обучении.

Для осушки газа используются абсорберы различных типов (рисунок 1). Наиболее широко используется устройство, применяющее диэтиленгликоль (ДЭГ).

Для осушки газа используется водосодержащий раствор диэтиленгликоля. Он абсорбирует влагу из газа. Из насыщенного водного раствора газ легко извлекается путем испарения лишней влаги. Газ входит в основание абсорбционной колонны – башни с многочисленными платформами. Нижняя часть колонны – очиститель, который служит удержанию сконденсированного необработанного газа. Поднимаясь вверх, газ оставляет внизу водосодержащий раствор диэтиленгликоля и выходит в середине колонны. Перед выходом он аккумулируется в затрубном пространстве под нижней платформой. Внутри очистителя диэтиленгликоль исчезает. Выпускаемый гликоль регулируется поплавковым регулятором уровня жидкости. Жидкость накапливается в нижней части очистителя и выпускается через сливное отверстие. На вершине абсорбционной колонны над верхней платформой находится второй очиститель. Он создан для удержания жидких капель из газа. После прохождения верхнего очистителя осушенный газ выходит из колонны.

К входным переменным, которые обсуждались выше, добавляются характеристики ДЭГ. Что касается выходных переменных, к характеристикам осушенного газа добавляются характеристики насыщенного ДЭГ, уносящего вместе с газом.

Из раствора диэтиленгликоля вода, поглощенная из газа, подвергается регенерации. Сначала она проходит через теплообменник, где она нагревается, к диэтиленгликолю, выпущенному из испарителя. В теплообменном аппарате диэтиленгликоль, содержащий воду, нагревается и продвигается в колонну для отгона легких фракций, где вода испаряется.

Оборудование, установленное на площадках обработки газа, функционирует в условиях различных технологических параметров газа. Предприятия по разработке месторождений сталкиваются с проблемой качества газа на последних стадиях переработки. Заводское оборудование должно обеспечивать требуемое качество газа в изменчивых условиях. Также нужно принимать во внимание повышающиеся требования к качеству переработки газа и надежность оборудования для обеспечения основных параметров (точка росы, сокращение потерь, ингибиторы образования гидратов). Однако, происходит постоянная оптимизация теплообменников через использование различных типов конструкций прижимных зондов. Например, центрифужные элементы, примененные к ним, и обычные пакеты (рисунок 1). В данном случае, при больших нагрузках на газовую центрифужную сепарацию контактные элементы действуют в жидкой дисперсной среде, сворачивая поток газа для формирования развитой поверхности массообмена. Поверхность сопла благодаря большому свободному пространству, ближе к поперечному сечению в пространстве проходного клапана, в данном режиме эксплуатации, в основном, в разделении режимов колебаний, в процессе массообмена между соплом и потоком газа с включенными жидкими элементами. При пониженной нагрузке переработка комбинированного газа характеризуется тем, что в данном

случае центрифужные контактные элементы дольше работают в жидкой дисперсионной среде, и происходит повреждение поверхности сопла центрифуги и ее выход из строя. В результате установленное между клапанами сопло работает в режиме орошения. Это сохраняет эффективность процесса осушки газа. Применение секции, улавливающей ДЭГ (поверхность с фильтр-картриджами), позволяет уменьшить расход газа изменением скорости потока газа в сопле для улучшения качества сепарации. Сокращение замен фильтр-картриджей увеличивает время их работы и уменьшает потери при выходе осушенного газа из абсорбера. Применение принципов распределения газа по поперечному сечению позволяет модернизировать абсорберы различных конструкций.

Таким образом, в подготовке блок-диаграммы, отображающей процесс переработки природного газа, к элементам системы нужно добавить дополнительные структурные схемы, в которых меняются характеристики процесса осушки. Например, эффективный способ улучшить параметры температуры и давления – это использование двухступенчатой технологии осушки на двух уровнях температуры и давления. В результате значительно улучшаются рабочие условия установок бустерного компрессора на первой ступени компрессии.

Введение дополнительных структурных элементов, с одной стороны, меняет характеристики газа, обычно в лучшую сторону, но в то же время повышает стоимость. Таким образом, они рассматриваются как переменные величины системы и стоимости.

**Нечеткая модель контроля.** Рассмотрим блок-диаграмму процесса переработки природного газа (рисунок 2).

Центробежная очистка газов (CGC – centrifugal gas cleaning);

ДКС + АВО (BCS + AC );

А – абсорбер (absorber); S – stripper.

Модернизированные оборудования (ME – modernized equipment);

Система имеет характеристики, описанные следующими вводными переменными величинами:  $X_1$  - расход газа;  $X_2$  - вводное давление;  $X_3$  - температура газа;  $X_4$  - влагосодержание;  $X_5$  - стоимость улучшенного и осушенного газа в центрифуге;  $X_6$  - стоимость улучшенного и осушенного газа в абсорбере;  $X_7$  - стоимость дополнительно осушенного газа в абсорбере;  $X_8$  - температура воздуха;  $X_9$  - квалификация персонала;  $X_{10}$  - повышение стоимости добычи диэтиленгликоля.

Выходные переменные системы:  $Y_1$  - температура точки росы;  $Y_2$  - стоимость осушенного газа;  $Y_3$  - общий выброс диэтиленгликоля.

Промежуточные переменные:  $U_1$  - диэтиленгликоль; P - давление; T - температура газа; W - влажность.

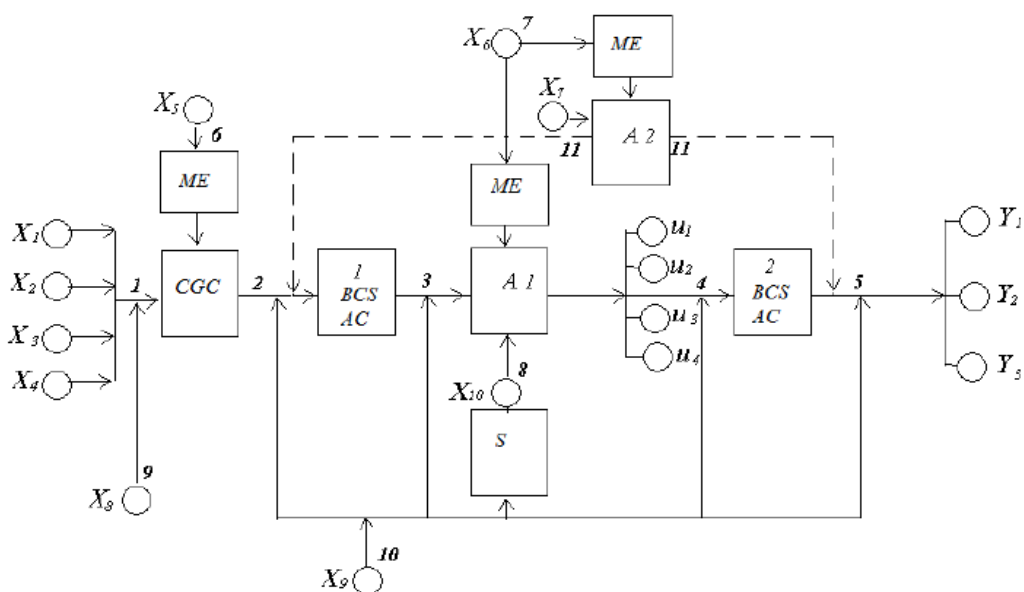


Рисунок 3 – Структура технологического процесса переработки природного газа

Рассмотрим нечеткую причинно-следственную модель на рисунке 3.

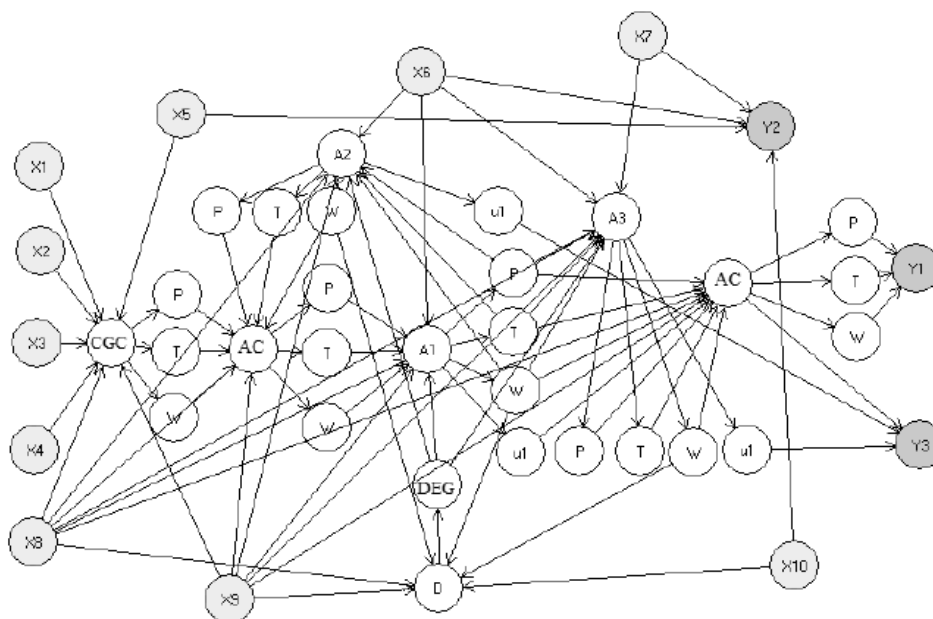


Рисунок 4 – Структура нечеткой модели

Связь между элементами этой системы можно разделить на 2 группы. Первая группа представляет изменения свойств газа в процессе переработки. Это преобразование представлено с использованием нейронной сети:

$$Y = F(W, X),$$

где  $W$  – трансформационные матричные коэффициенты, определившиеся в процессе сетевого тестирования.

Тестовый набор содержит результаты тестов и измерительные приборы, полученные в процессе эксплуатации оборудования.

Связи первой группы включают коммуникационные приборы, относящиеся к центрифужной очистке газа, BCS + AC и абсорберам. Вводимые изменения необратимые и термодинамические характеристики газа. Расходные материалы – газовые термодинамические характеристики и выходные переменные.

Вторая группа связей основана на мнениях экспертов и методах нечетких выводов. Основанием для них служат отношения между элементами нечеткой системы, содержащей правила, названия и функции показателей.

Рассмотрим способ определения связей второго типа на примере соотношения ( $X_6 - A_1$ ). Для вводимой переменной  $X_6$  (стоимость улучшенного газа, осушенного в абсорбере) представлено три показателя: L - низкая; M - средняя; H-высокая стоимости модернизации. Выходные переменные  $u_1$  (увлечение абсорбера) и  $u_4$  (влажность) – также три показателя. Для переменной  $u_1$ : L - незначительное снижение входных данных; M - среднее снижение входных данных; H - значительное снижение в увлечении. Для переменной  $u_4$ : L - небольшое понижение влагосодержания; M - среднее понижение влагосодержания; H-значительное понижение влагосодержания.

Функции принадлежности для переменной  $X_6$  показаны на рисунке 4а.

Стоимость рассчитывается оценкой условной единицы. Функции принадлежности для переменной  $u_1$  показаны на рисунке 4б.

Снижение входных показателей ДЭГ происходит во время  $u_1$ .

Релевантный набор правил для выводов следующий:

Если  $X_6 = L$ , тогда  $u_1 = L$ ; если  $X_6 = M$ , тогда  $u_1 = M$ ; если  $X_6 = H$ , тогда  $u_1 = H$ ;

Если  $X_6 = L$ , тогда  $W = L$ ; если  $X_6 = M$ , тогда  $W = M$ ; если  $X_6 = H$ , тогда  $W = H$ .

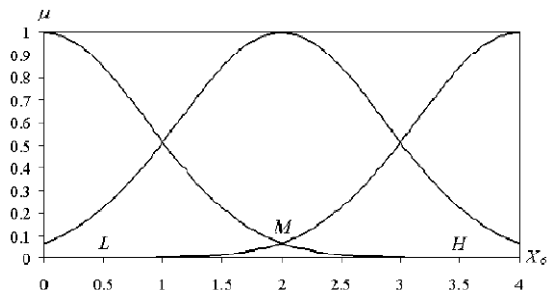


Рисунок 4а – Функция принадлежности для стоимости модернизации

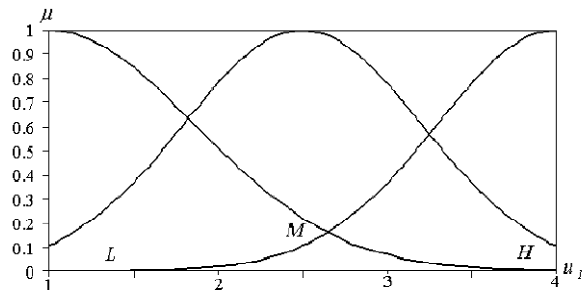


Рисунок 4б – Функция принадлежности для уменьшения увлечения ДЭГ

$$z_j = \sum_i w_{ij} v_{ij},$$

где  $w_{ij}$  - вес, который определяет отношение I к состоянию j элемента. Коэффициенты  $w_{ij}$  будут определены в процессе изучения нечеткой системы.

Когда структурная оптимизация маленьких факторов  $w_{ij} \rightarrow 0$  ведет к потере связи или полей графика на рисунке 5.

Тестовая база – это характеристики операционного процесса  $[(X_i^j, i = \overline{1,10}), (Y_l^j), l = 1,2,3], j = \overline{1,h}$ . Тестирование проводится с использованием генетического алгоритма.

Вычисленная выходная величина температуры точки росы, зависящая от потока газа на разных уровнях стоимости модернизации процесса осушки, показана на рисунке 5.

Вычисления для зимнего периода изменяют количество, примененное к переработке природного газа. Величина  $G_0$  относится к оптимальному уровню процесса начальной загрузки оборудования  $G=X_1$ . Благодаря дополнительным средствам, выделенным на модернизацию на втором уровне, может быть уменьшена до 12 градусов, в то время как расход газа уменьшится в 2 раза.

Модель переработки природного газа обеспечивает ответ выходной переменной Y изменениям во входной переменной X:

$$Y = \Psi(X, w). \tag{2}$$

С соответствующим выбором оптимального системного критерия на основании изменений Eq. (2), возможно решить проблему нахождения оптимальной структуры графика технологического процесса.

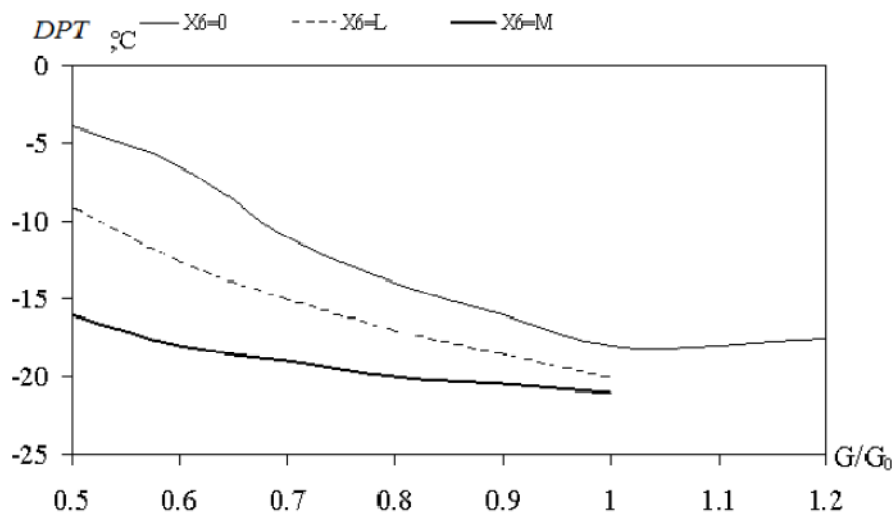


Рисунок 5 – Зависимость степени качества оборудования и стоимости модернизации

**Заключение.** Рассматривая физические процессы, происходящие в технологической цепочке переработки природного газа, можно установить основные факторы, влияющие на показатели процесса осушки: высокая скорость движения дисперсно-кольцевого потока в массе элементов переноса; температура, давление и влажность газа; концентрация абсорбента.

Комплексный моделирующий метод использует причинно-следственные связи, основанные на комбинации нечетких выводов и нейронной сети приближительных величин.

Основанная на эмпирических данных, нечеткая модель процесса переработки природного газа позволяет изменить производственные условия быстрой оценки показателей природного газа. Использование модели позволяет произвести структурную и параметрическую оптимизацию производства с целью улучшения качества переработки природного газа.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Истомин В.А., Якушев В.С. Газовые гидраты в природных условиях. – М.: Недра, 1992. – 235 с.
- [2] Стризов Д.Х., Ходанович И.Е. Производство газа. – Москва-Ижевск: Институт компьютерной науки, 2003. – 376 с.
- [3] Вяхирев Р.И., Гриценко А.И., Тер-Саркисов Р.М. Разработка и эксплуатация газовых месторождений. – М.: Недра, 2002. – 890 с.
- [4] Абасов М.Т., Джалилов К.Н. Вопросы подземной гидродинамики и разработка нефтяных и газовых месторождений. – Баку, 1960. – 255 с.
- [5] Купер К.Д. Методы контроля загрязнения окружающей среды. Энциклопедия химической технологии Кирка-Отмера. – Уайли- Нью-Йорк: Интерсайнс, 2007.
- [6] Лассо М., Стокар У.фон. Абсорбция. Энциклопедия химической технологии Кирка-Отмера. – Нью-Йорк: Уайли-Интерсайнс., 2007.

#### REFERENCES

- [1] Istomin V.A., Jakushev V.S. Gazovye gidraty v prirodnyh uslovijah. M.: Nedra, 1992. 235 p.
- [2] Strizhov D.H., Hodanovich I.E. Proizvodstvo gaza. Moskva-Izhevsk: Institut komp'juternoj nauki, 2003. 376 p.
- [3] Vjahirev R.I., Gricenko A.I., Ter-Sarkisov R.M. Razrabotka i jekspluatacija gazovyh mestorozhdenij. M.: Nedra, 2002. 890 p.
- [4] Abasov M.T., Dzhhalilov K.N. Voprosy podzemnoj gidrodinamiki i razrabotka nefjtjanyh i gazovyh mestorozhdenij. Baku, 1960. 255 p.
- [5] Kuper K.D. Metody kontrolja zagrjaznenija okruzhajushhej sredy. Jenciklopedija himicheskoj tehnologii Kirka-Otmera. N'ju-Jork: Uajli-Intersajns, 2007.
- [6] Lasso M., Stokar U.fon. Absorbciya. Jenciklopedija himicheskoj tehnologii Kirka-Otmera. N'ju-Jork: Uajli-Intersajns, 2007.

**В. Е. Лялин<sup>1</sup>, А. Н. Краснов<sup>2</sup>, Е. И. Калиев<sup>2</sup>, А. Ж. Сагындикова<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>М. Т. Калашников атындағы Ижевск мемлекеттік техникалық университеті, Ижевск, Ресей,

<sup>2</sup>Уфа мемлекеттік мұнай техникалық университеті, Уфа, Ресей,

<sup>3</sup>Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан

#### МАГИСТРАЛЬДЫҚ ҚҰБЫРЛАР АРҚЫЛЫ ТАСЫМАЛДАУ ҚАУІПСІЗДІГІН АРТТЫРУ МАҚСАТЫНДА ТАБИҒИ ГАЗДЫ ӨНДЕУ ӘДІСТЕРІ

**Аннотация.** Табиғи газды абсорбциялық кептіру және табиғи газды өндеу тізбегіндегі физикалық процестердің технологиясын жақсарту әдістері қарастырылады. Құбыр жолдары арқылы тасымалдауға арналған жоғары қысымды табиғи газды дайындау үшін қарастырылған әдітін, экономикалық тұрғыдан неғұрлым қолайлы ботатынын сипаттамасы беріледі. Тасымалдауға дайындау кезінде, сіңіргіш ретінде диэтиленгликоль (ДЭГ) пайдаланылатын, табиғи газды кептіру технологиясы қарастырылады. Келесі мәселе анықталмаған логикалық (fuzzy logic) моделін шығару және газ құрғату процесін нейрондық желі арқылы бағалау. Табиғи газдың құрғату сапасын арттыру мақсатында және өндірістің құрылымдық, параметрлік оңтайлануына, қарастырылған модель ықпал ететіні корсетіледі.

**Түйін сөздер:** газды кептіру, сіңіргіш, табиғи газды тасымалдау, әуе салқындату қондырғысы.

**K. A. Kabyzbekov, P. A. Saidahmetov, G. Sh. Omashova, A. A. Tokzhitova, Zh. R. Abdikerova**

South-Kazakhstan State University after M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: kenkab@mail.ru, timpf\_ukgu@mail.ru

**THE ORGANIZATION OF PERFORMANCE  
OF COMPUTER LABORATORY OPERATION ON EXAMINATION  
OF DEPENDENCE JET СОПРОТІВЛЕНІЯ ІНДУКТАНСІ КОІЛС  
FROM FREQUENCY OF THE ALTERNATING CURRENT**

**Abstract.** In article the model of the form of the organisation of performance of computer laboratory operation on examination of dependence of a condensance of an inductance coil from frequency of the alternating current, including short data from the theory, control questions for checkout of readiness of performance of operation, fact-finding assignments with computer model, problems with the subsequent observational checkout on computer model, research assignments is offered. Problems with the subsequent computer checkout should be solved prestressly on a paper and the solution course surrenders together with the form. Research assignments include the analysis of effects of assignments and build-up of diagrammes of dependence of a condensance of an inductance coil from frequency of an alternating current. Effects of operation it is discussed together with pupils and it is estimated by the teacher. The assignments offered in the form are approved in Nazarbayev to intellectual school of a physical and mathematical direction Shymkent, at regional school "Daryn" for exceptional children and at school-grammar school of M. Auezov by Arys at physics lessons at 10–11 classes. The majority of pupils with special interest the assignment have carried out.

**Keywords:** inductance, a current and voltage root-mean-square value, frequency.

УДК 532.133, 371.62, 372.8.002

**К. А. Қабылбеков, П. А. Саидахметов, Г. Ш. Омашова, А. А. Тоқжигитова, Ж. Р. Абдикерова**

М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан

**АЙНЫМАЛЫ ТОК ТІЗБЕГІНДЕГІ ИНДУКТИВТІ  
КАТУШКАНЫҢ РЕАКТИВТІ КЕДЕРГІСІНІҢ ТОК ЖИІЛІГІНЕ  
ТӘУЕЛДІГІН ЗЕРТТЕУГЕ АРНАЛҒАН КОМПЬЮТЕРЛІК  
ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫСТЫ ҰЙЫМДАСТЫРУ**

**Аннотация.** Айнымалы ток тізбегіндегі индуктивті катушканың реактивті кедергісінің айнымалы ток жиілігіне тәуелділігін зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты орындауды ұйымдастырудың бланкі үлгісі ұсынылған. Үлгіде теориядан қысқаша мәліметтер, оқырмандардың жұмысты орындауға дайындығын тексеруге арналған бақылау сұрақтыры, компьютерлік модельмен танысу тапсырмалары, нәтижелерін компьютерлік тәжірибе арқылы тексеруге арналған есептер, тәжірибелік және зерттеулік тасырмалар қамтылған. Нәтижелерін компьютерлік тәжірибе арқылы тексеруге арналған есептер алдымен қағазда шығарылуы тиіс және олар бланкімен бірге тапсырылады. Зерттеулік тапсырмаларында нәтижелер сарапталуы керек және индуктивтілік катушканың реактивті кедергісінің айнымалы ток жиілігіне тәуелділік графигін тұрғызу қарастырылған. Оқушылардың жұмыстарының нәтижелері оқытушының қатысумен талқыланып, бағаланады. Ұсынылған бланкі үлгісіндегі тапсырмалар Шымкент қ. физика-математика бағытындағы Назарбаев зияткерлік мектебінде, дарынды балаларға арналған облыстық «Дарын» мектебінде және Арыс қ. М. Әуезов атындағы мектеп-гимназияда 10–11 сыныптарында физика сабақтарында қолданылды. Оқушылардың басым көпшілігі тапсырмаларды аса қызығушылықпен орындады.

**Тірек сөздер:** индуктивтілік, ток пен кернеудің эффективті мәндері, жиілік.

Қазақстан Республикасының Президенті-Елбасы Н. А. Назарбаев ««Қазақстан-2050 -стратегиясы» - қалыптасқан мемлекеттің жаңа саяси бағыты» атты Қазақстан халқына Жолдауында: Қазақстан 2050 жылы 30 дамыған мемлекетер қатарына енуі керек деп атап көрсетті. Дамып келе жатқан елдер арасында мұндай қатарда болуы үшін бәсекелестік қатаң болады. Ұлт глобалдық экономикалық бәсекелестікке дайын болғанда ғана мұндай қатарда бола алады. Біз, аса маңызды мақсаттарымызды естен шығармай, мақсатты және шабытты еңбек етуіміз керек: қазіргі заманға сай нәтижелі білім мен денсаулық сақтау жүйесін құру. Бәсекеге қабілетті дамыған мемлекет болу үшін біз сауаттылығы жоғары елге айналуымыз керек. Бізге оқыту әдістемелерін жаңғырту және өңірлік мектеп орталықтарын құра отырып, білім берудің онлайн-жүйелерін белсене дамыту керек болады. Біз қалайтындардың барлығы үшін қашықтан оқытуды және онлайн режимінде оқытуды қоса, отандық білім беру жүйесіне инновациялық әдістерді, шешімдерді және құралдарды қарқынды енгізуге тиіспіз [1].

Президент жолдауында келтірілген тапсырмаларды орындау үшін М.Әуезов атындағы мемлекеттік университетінің «Физиканы оқытудың теориясы мен әдістемесі» кафедрасы биылғы оқу жылында оқу үрдісіне "Білімдегі ақпараттық технологиялар", "Физиканы оқытудағы ақпараттық технологиялар" және "Электронды оқулықтарды оқу үрдісінде қолдану" курстарын енгізді. Курстың мақсаты: студент-болашақ физика мұғалімдерін оқу үрдісінде, өздерінің кәсіпшілік қызметінде және біліктілігін жоғарылатуында, оқу үрдісі мен сыныптан тыс жұмыстарды және компьютерлік зертханалық жұмыстарды ұйымдастыруда болашағы зор білім беру технологияларын творчесволық және тиімді пайдалануға дағдыландыру.

Компьютерлік моделдерге арналған тапсырмаларды құрастыру әдістемесі А. Ф. Кавтревтің табуға болатын «Методические аспекты преподавания физики с использованием компьютерного курса «Открытая физика» брошюрасында жазылған [2]. Мысал ретінде онда «Движение с постоянным ускорением» және «Упругие и неупругие соударения» моделдері арқылы орындалатын лабораториялық жұмыстардың бланкілері келтірілген. Осындай материалдар «Открытая физика 2.5» курсы жазылған компакт-дискіде, «Открытый колледж» сайтында және әдіскерлердің желілік бірлестігі (СОМ) [3, 4] беттерінде келтірілген. Ескере кететін жәйт: компакт-дискі мен СОМ-дағы материалдарда лабораториялық бланкілердің екі түрі берілген:

- Оқушылардың жауаптарын жазып кіргізуге арналған бланкі;
- Кейін тексеру ыңғайлы болуы үшін, бланк текстеріне сұрақтар мен тапсырмалар жауабы жазылған, мұғалімге арналған бланкі.

Компьютерлік зертханалық жұмыстарды ұйымдастыруға арналған бланкі үлгілері туралы біз бұрын жазғанбыз [4-19].

Мақалада студенттерге, магистранттарға, мектеп мұғалімдеріне көмекші құрал ретінде оқушылардың [20] ресурсы пайдаланып «Айнымалы ток тізбегіндегі индуктивті катушканың айнымалы ток жиілігіне тәуелділігін зерттеуге» арналған компьютерлік зертханалық жұмысты орындауды ұйымдастырудың бланкі үлгісін ұсынамыз:

**Сынып..... Оқушының фамилиясы..... Есімі.....**

**Жұмыстың мақсаты:** Конденсатор және индуктивтілік пен резистордың айнымалы ток жиілігіне және олардың параметрлеріне тәуелділігін зерттеу.

### **1. Теориядан қысқаша мәлімет**

Айнымалы ток тізбегінде конденсатор мен индуктивтілік катушка ерекше реактивті кедергіге ие болады да, ол кедергі элементтердің номиналдарынан және айнымалы токтың жиілігіне тәуелді болады.

**1.1. Айнымалы ток тізбегіндегі индуктивтілік катушка.** Айнымалы ток тізбегінде резистр мен индуктивтік катушка болған жағдайды қарастырайық. Индуктивтік катушка арқылы ағып жатқан ток күшінің тербелісі төмендегідей өрнектеледі де,

$$I = I_m \cos(\omega \cdot t)$$

ол өздік индукция құбылысына және Ленц ережесіне сәйкес катушка орамының ұштарында кернеу тудырады:

$$U_L = L \frac{dI}{dt} = -L\omega I_m \sin(\omega \cdot t) = \omega L I_m \cos(\omega \cdot t + \pi/2)$$

мұндағы кернеудің тербелу фазасы ток күшінің тербеліс фазасынан  $\pi/2$  - ге озық болады.

Кернеу тербелісінің амплитудасы  $U_L$  циклді жиілік  $\omega$  пен индуктивтілі және ток күшінің амплитудасының көбейтіндісімен  $L I_m$  анықталады.

$$U_L = \omega L \cdot I_m$$

Индуктивтілік пен циклдік жиілік көбейтіндісін  $L \omega$  катушканың *индуктивтік кедергісі* атайды

$$X_L = \omega L \cdot \quad (1)$$

Сондықтан кернеу мен ток күшінің амплитудаларының арасындағы бланыс тұрақты ток тізбегіне арналған Ом заңына сәйкес келеді.

$$U_L = X_L \cdot I_m \quad (2)$$

(1) өрнекке сәйкес индуктивтілік кедергі тұрақты шама емес, ол катушка арқылы аққан айнымалы токтың жиілігіне пропорционал. Айнымалы ток күшінің амплитудасының шамасы, кернеу амплитудасы тұрақты болған жағдайда жиілік артқан сайын кемиді, яғни ол жиілікке кері пропорционал.

$$I_m = \frac{U_m}{\omega L}$$

**1.2. Айнымалы ток тізбегіндегі конденсатор.** Конденсатор қабаттарындағы кернеу гармоникалық заңдылықпен өзгерсе,

$$U_C = U_m \cos(\omega \cdot t)$$

онда оның қабатындағы зарядтың  $q$  шамасы да гармоникалық заңдылықпен өзгереді

$$q = C U_C = C U_m \cos(\omega \cdot t)$$

Тізбектегі токтың шамасы зарядқа байланысты төмендегі заңдылыққа сәйкес өзгереді.

$$I = \frac{dq}{dt} = -\omega C U_m \sin(\omega \cdot t) = \omega C U_m \cos(\omega \cdot t + \pi/2)$$

Осыдан кернеу шамасының тербелісінің фазасы ток күшінің тербеліс фазасынан  $\pi/2$ -ге қалыс болатынын байқаймыз.

$C U_m$  – көбейтіндісі ток күшінің тербелісінің амплитудасын береді.

$$I_m = \omega C U_m$$

Индуктивтік кедергі секілді *сыымдылық кедергісі* деген ұғым енгізейік:

$$X_C = 1 / \omega C \quad (3)$$

Конденсатор үшін Ом заңына ұқсас катынас аламыз

$$U_C = X_C I_m \quad (4)$$

(2) және (4) өрнектері ток пен кернеудің эффективті шамалары үшін де дұрыс.

### 1.3. Бақылау сұрақтары.

1.3.1. Неге айнымалы ток тізбегінде сыйымдылық кедергі жиілік артуымен азаяды, ал индуктивтілік кедергі - ұлғаяды? Жауабы:.....

1.3.2. Катушка мен конденсатор үшін ток пен кернеудің фазалар айырмасы қандай болады? Жауабы:.....

1.3.3. Сыйымдылық кедергі мен индуктивті кедергінің бірліктері қандай? Жауабы:.....

1.3.4. Реактивті элементтер – конденсатор мен индуктивтілік үшін ток күші мен кернеудің эффективті шамаларының Ом заңының аналогы қалай жазылады? Жауабы:.....

### 2. Компьютерлік модельмен танысу тапсырмалары

2.1. Монтаждау столында генераторды орнатып, оған осциллографты жалғап кернеу графигін бақылаңдар. Бақылау нәтижесі:.....

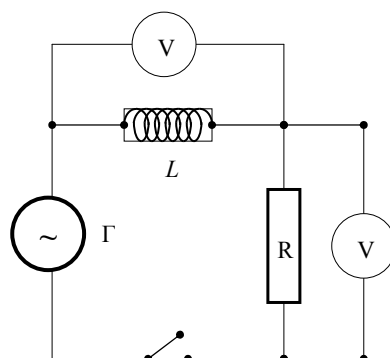
2.2. Монтаждау столында генераторды орнатып, оның беретін кернеуінің эффективті шамасы мен жиілігін қандай интервалда өзгертуге болатынын анықтаңдар. Жауабы:.....

2.3. Монтаждау столында индуктивті катушканы орнатып оның индуктивтілігін қандай интервалда өзгертуге болатынын анықтаңдар. Жауабы:.....

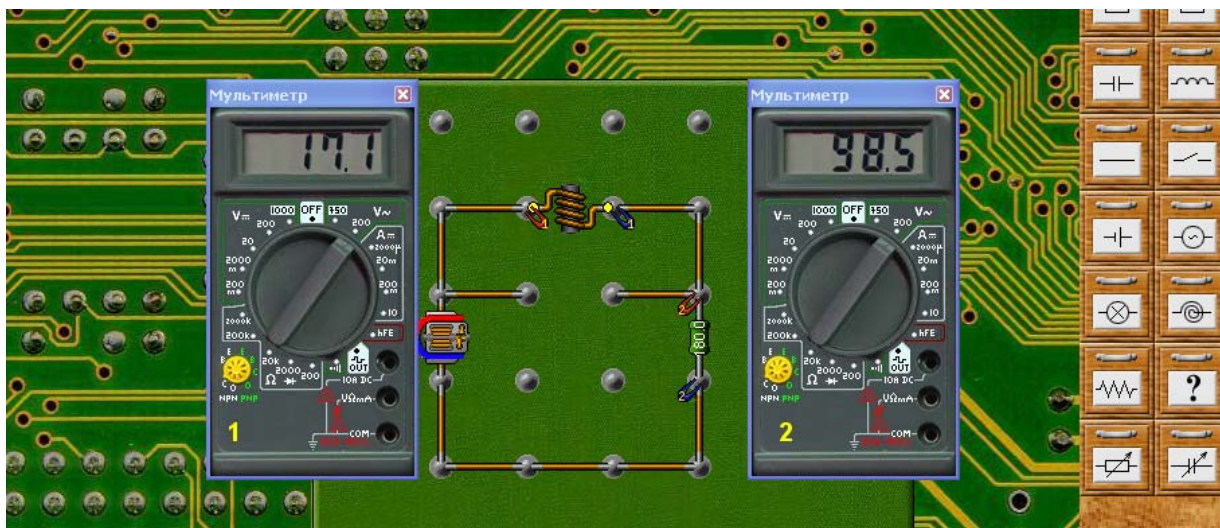


### 3. Компьютерлік тәжірибелерді орындауға дайындық

3.1. 1-суретте келтірілген тізбекті компьютерлік моделдегі монтаждау столында (2-сурет) жинаңыз.



1-сурет



2-сурет

3.2. Элементтердің параметрлерін төмендегідей етіп орнатыңыз

Генератор – кернеу (эффе́ктивті шамасы) 100В, жиілігі 100 Гц;

Катушка – индуктивтілігі 50 мГн;

Резистор - жұмысшы қуаттылығы 500 Вт , кедергісі 100 ом;

3.3. Тізбектегі кілтті қосыңыз.

4. Жауабын компьютерлік тәжірибе арқылы тексеруге арналған есептер (есепті алдымен қағазда шығарып соңынан компьютердегі нәтижемен салыстыру керек. Есепті шығару барысы бланкімен қоса т апсырылады).

4.1. Катушканың индуктивтілігін 100 мГн болғанда ондағы кернеуді және Катушканың реактивті кедергісін есептендер. Компьютерлік тәжірибе нәтижелерімен салыстырындар. Жауабы: .....

4.2. Катушканың индуктивтілігін 200 мГн болғанда ондағы кернеуді және Катушканың реактивті кедергісін есептендер. Компьютерлік тәжірибе нәтижелерімен салыстырындар. Жауабы: .....

4.3. Катушканың индуктивтілігін 300 мГн болғанда ондағы кернеуді және Катушканың реактивті кедергісін есептендер. Компьютерлік тәжірибе нәтижелерімен салыстырындар.

Жауабы: .....

4.4. Катушканың индуктивтілігін 400 мГн болғанда ондағы кернеуді және Катушканың реактивті кедергісін есептеңдер. Компьютерлік тәжірибе нәтижелерімен салыстырындар..

Жауабы: .....

4.5. Катушканың индуктивтілігін 500 мГн болғанда ондағы кернеуді және Катушканың реактивті кедергісін есептеңдер. Компьютерлік тәжірибе нәтижелерімен салыстырындар.

Жауабы: .....

### 5. Зерттеулік тапсырмалар

5.1. Катушканың индуктивтілігін 50 мГн – ден 500 мГн – ге (әрбір 50 мГн сайын), катушка мен резисторлардағы кернеудің шамаларын 1-таблицаға енгізіндер. Тізбектегі ток күшінің эффективті шамаларын катушканың индуктивтіліне байланысты есептеңіздер (ол үшін резистордағы кернеудің шамасын оның кедергісіне бөлу керек). Қорытынды жасаңдар.

1-таблица

L, мГн	$U_L$	$I=U_R/R$	$X_L$
***	***	***	***

Қорытынды: .....

5.2. 1-таблицадағы нәтижелер бойынша катушканың индуктивтілік кедергісін олардың индуктивтілігіне байланысты есептеңіздер және ол шамаларды (1)–ші формула арқылы есептегенмен салыстырыңыздар. Қорытынды жасаңдар:.....

5.3. Катушканың индуктивтілігін 100 мГн етіп орнатыңыз. Генератордың жиілігін 20 Гц – тен 100 Гц-ке дейін (әрбір 10 Гц - тен) өзгертіп, индуктивтілік кедергісін (айнымалы ток жиілігіне байланысты) өлшеп, есептеңіздер. Нәтижелерін 2-таблицаға енгізіндер.

2-таблица

L, мГн	$U_L$	$I=U_R/R$	$X_L$
***	***	***	***

Қорытынды жасаңдар:.....

5.4. Индуктивтілік кедергілердің айнымалы ток жиілігіне тәуелділік графигін тұрғызыңыздар.

Қорытынды жасаңдар:.....

Орындалған тапсырмалар саны	Қателер саны	Оқытушының бағалауы

Ұсынылып отырған бланкі үлгісі Швмкент қ. физика-математика бағытындағы Назарбаев зияткерлік мектебінде, дарынды балаларға арналған облыстық «Дарын» мектебінде және Арыс қ. М.Әуезов атындағы мектеп-гимназияда 10-11 сыныптарында физика сабақтарында қолданылды. Оқушылардың басым көпшілігі тапсырмаларды аса қызығушылықпен орындады.

### ӘДЕБИЕТ

[1] Назарбаев Н.А. «Стратегия «Казахстан-2050» – новый политический курс состоявшегося государства». Послание народу Казахстана. – Астана. – www.bnews.kz. – 14 декабря 2012 г.

[2] Кавтрев А.Ф. – [http://www.college.ru/metod\\_phys.html](http://www.college.ru/metod_phys.html)

[3] [http://center.fio.ru/method/RESOURCES/KAVTREV/11/FIZ/OP\\_metod.htm](http://center.fio.ru/method/RESOURCES/KAVTREV/11/FIZ/OP_metod.htm)

[4] Кавтрев А.Ф. Лабораторные работы к компьютерному курсу «Открытая физика». Равномерное движение. Моделирование неупругих соударений // Газета «Физика». 2001. № 20. – С. 5-8.

[5] Кабылбеков К.А., Байжанова А. Использование мультимедийных возможностей компьютерных систем для расширения демонстрационных ресурсов некоторых физических явлений // Труды Всероссийской научно-практ. конф. с междунар. участием. – Томск, 2011. – С. 210-215.

[6] Кабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Арысбаева А.С. Оқушылардың өз бетінше атқаратын компьютерлік зертханалық жұмыс бланкісінің үлгісі // Известия НАН РК. Серия физ.-мат. – Алматы, 2013. – № 6. – С. 82-89.

[7] Кабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Байдуллаева Л.Е. Абдураимов Р.Т. Фотоэффект, комптонэффекті заңдылықтарын оқытуда компьютерлік үлгілерді қолданудың әдістемесі, компьютерлік зертханалық жұмыс атқаруға арналған бланкі үлгілері // Известия НАН РК. Серия физ.-мат. – Алматы, 2013. – № 6. – С. 114-121.

[8] Кабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Турганова Т.К., Нуруллаев М.А., Байдуллаева Л.Е. Жинағыш және шашыратқыш линзаларды үлгілеу тақырыбына сабақ өткізу үлгісі // Известия НАН РК. Серия физ.-мат. – 2014. – № 2. – С. 286-294.

[9] Кабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Саидахметов П.А., Рүстемова Қ.Ж., Байдуллаева Л.Е. Жарықтың дифракциясын зерттеуді ұйымдастыруға арналған компьютерлік зертханалық жұмыстың бланкі үлгісі // Изв. НАН РК. Серия физ.-мат. – 2015. – № 1(299). – С. 71-77.

[10] Кабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Такибаева Г.А., Сапарбаева Ә.М., Байдуллаева Л.Е., Адиеева Ш.И. Зарядталған бөлшектердің магнит өрісінде қозғалысын және масс-спектрометр жұмысын зерттеуді ұйымдастыруға арналған компьютерлік зертханалық жұмыстың бланкі үлгісі // Изв. НАН РК. Серия физ.-мат. – 2015. – № 1(299). – С. 80-87.

- [11] Кабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Саидахметов П.А., Байгулова З.А., Байдуллаева Л.Е. Ньютон сақиналарын зерттеуді ұйымдастыруға арналған компьютерлік зертханалық жұмыстың бланкі үлгісі // Изв. НАН РК. Серия физ.-мат. – 2015. – № 1(299). – С. 14-20.
- [12] Кабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Сабалахова А.П., Джумагалиева А.И. Жарықтың интерференция құбылысын зерттеуді ұйымдастыруға арналған компьютерлік зертханалық жұмыстың бланкі үлгісі // Изв. НАН РК. Серия физ.-мат. – 2015. – № 3(301). – С. 131-136.
- [13] Кабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Сабалахова А.П., Джумагалиева А.И. Допплер эффектісін зерттеуге арналған компьютерлік жұмысты ұйымдастырудың бланкі үлгісі // Изв. НАН РК. Серия физ.-мат. – 2015. – № 3(301). – С. 155-160.
- [14] Кабылбеков К.А. Физикадан компьютерлік зертханалық жұмыстарды ұйымдастыру. Оқу құралы. Шымкент қ., 2015, 284 с.
- [15] Кабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Арысбаева А.С., Джумагалиева А.М. Модель бланка организации компьютерной лабораторной работы при исследовании физических явлений // Современные наукоемкие технологии. – М., 2015. – № 4. С. 40-43.
- [16] Модель бланка организации компьютерной лабораторной работы по исследованию работы селектора скорости // Современные наукоемкие технологии. – М., 2015. – № 6. – С. 19-21.
- [17] Кабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Омашова Г.Ш., Серикбаева Г.С., Сүйерқұлова Ж.Н. Еркін механикалық тербелістерді зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты орындауды ұйымдастырудың бланкі үлгісі // Изв. НАН РК. Серия физ.-мат. – 2016. – № 2. – С. 84-91.
- [18] Кабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Омашова Г.Ш., Нуруллаев М.А., Артыгалин Н. Модель бланка организации компьютерной лабораторной работы по исследованию двигателя совершающего цикл Карно // Изв. НАН РК. Серия физ.-мат. – 2016. – № 2. – С. 98-103.
- [19] Кабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Аширбаев Х.А., Абдубаева Ф.И., Досканова А.Е. Исследование работы газа на компьютерной модели // Вестник НАН РК. – 2016. – № 2. – С. 83-88.
- [20] Кабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Омашова Г.Ш., Суттибаева Д.И., Қозыбақова Г.Н. Изобаралық процесті зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты ұйымдастырудың бланкі үлгісі // Изв. НАН РК. Серия физ.-мат. – 2016. – № 2. – С. 92-97.
- [21] CD диск компании ОАО «Физикон». – «Открытая физика 1.1». – 2001.

## REFERENCES

- [1] Nazarbayev H.A. "Strategy" Kazakhstan-2050 »- a new political policy of the taken place state». The message to the people of Kazakhstan. Astana. www.bnews.kz. On December, 14th 2012г.
- [2] Kavtrev A.F./www.college.ru/metod\_phys.html
- [3] http://center.fio.ru/method/RESOURCES/KAVTREV/11/FIZ/OP\_metod.htm
- [4] Kavtrev A.F. «Laboratory operations to a computer course «Open physics». The uniform motion. Modelling of inelastic collisions». - the Newspaper of "Physicist", №20, 2001 - P 5-8.
- [5] Kabyzbekov K.A., Bajzhanova A. Application of multimedia possibilities of computer systems for expansion of demonstration resources of some physical phenomena. Works All-Russia scientifically-practical conference with the international participation. Tomsk 2011г., P.210-215.
- [6] Kabyzbekov K.A., Saidahmetov P.A., Arysbaeva A.S. Model of the form of the organisation of self-maintained performance of computer laboratory operation. News NAN RK, series physical-mat., Almaty, 2013, №6, P82-89.
- [7] Kabyzbekov K.A., Saidahmetov P.A., Bajdullaeva L.E., Abduraimov T.R. A procedure of use of computer models for photoeffect studying, Compton effect, models of forms of the organisation of performance of computer laboratory operations. News NAN RK, series physical-mat., Almaty, 2013. №6, P114-121.
- [8] Kabyzbekov K.A., Saidahmetov P.A., Turganova T.K., Nurullaev M.A., Bajdullaeva L.E. Model of carrying out of a lesson of modelling of agglomerating and diffusing lenses. News NAN RK, series physical-mat., Almaty, № 2, 2014, P286-294.
- [9] Kabyzbekov K.A., Ashirbaev H.A., Saidahmetov P.A., Rustemova T.Ж., Bajdullaeva L.E. Model of the form of the organisation of performance of computer laboratory operation on examination of a diffraction of light. News of NAN RK, series physical-mat., Almaty, № 1(299), 2015, P71-77.
- [10] Kabyzbekov K.A., Ashirbaev H.A., Takibaeva G.A, Saparbaeva E.M, Bajdullaeva L.E., Adineeva SH.I. Model of the form of the organisation of computer laboratory operation on examination of a motion of charged particles in a magnetic field. News of NAN RK, series physical-mat., Almaty, № 1 (299), 2015, P80-87.
- [11] Kabyzbekov K.A., Ashirbaev H.A., Saidahmetov P.A., Bajgulova Z.A., Bajdullaeva L.E. Model of the form of the organisations of computer laboratory operation on examination of Newton's fringes. News NAN RK, series physical-mat/, Almaty, № 1 (299), 2015, P14-20.
- [12] Kabyzbekov K.A., Ashirbaev H.A., Sabalahova A.P., Dzhumagalieva A.I. Model of the form of the organisation of computer laboratory operation on examination of the phenomenon of an interference of light. News of NAN RK, series physical-mat., № 3 (301), Almaty, 2015, P131-136
- [13] Kabyzbekov K.A., Ashirbaev H.A., Sabalahova A.P., Dzhumagalieva A.I. Model of the form of the organisation computer laboratory operations on examination Doppler-effect. News NAN RK, series physical-mat., № 3 (301) Almaty, 2015, P155-160.
- [14] Kabyzbekov K.A. Organisation of computer laboratory work on the physicist. Shymkent. 2015, 284 p.
- [15] Kabyzbekov K.A., Ashirbaev H.A., Arysbaeva A.S., Dzhumagalieva A.I. Models of the form of the organisation of computer laboratory operations at examination of the physical phenomena. Modern high technologies. №4, Moscow, 2015. P40-43.

[16] Kabyzbekov K.A. Models of the form of the organisation of computer laboratory work on research of the selector of speeds. Modern high technologies. №6, Moscow, 2015, P19-21.

[17] Kabyzbekov K.A., Saidahmetov P.A., Omashova G.Sh., Serikbaeva G.S., Sujerkulova Zh.N. News NAN RK, series physical-mat., № 2, 2016, P84-91.

[18] Kabyzbekov K.A., Omashova G.Sh., Saidahmetov P.A., Nurullaev M.A., Artygalin N.A. Models of the form of the organisation of computer laboratory operation on examination of the Carnot cycle. News NAN RK, series physical-mat., № 2, 2016, P98-103.

[19] Kabyzbekov K.A., Saidahmetov P.A., Ashirbaev H.A., Abdubaeva Ph.I., Doskanova A.E. Examination of operation gaz on computer model. The bulletin of NAN RK №2 2016г. P83-88.

[20] Kabyzbekov K.A., Saidahmetov P.A., Omashova G.Sh., Suttibaeva D.I., Kozybakova G.N. Model of the form of the organization of computer laboratory operation of isobaric process. News NAN RK, series physical-mat., № 2, 2016, P92-97.

[21] CD a disk of the company of Open Society "Physical icons". «The open physics 1.1".2001.

**К. А. Кабылбеков, П. А. Саидахметов, Г. Ш. Омашова, А. А. Токжигитова, Ж. Р. Абдикерова**

Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Қазақстан

**ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ  
ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ЗАВИСИМОСТИ РЕАКТИВНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ  
КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ ОТ ЧАСТОТЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**

**Аннотация.** Предлагается модель бланка организации выполнения компьютерной лабораторной работы по исследованию зависимости реактивного сопротивления катушки индуктивности от частоты переменного тока, включающая краткие сведения из теории, контрольные вопросы для проверки готовности выполнения работы, ознакомительные задания с компьютерной моделью, задачи с последующей экспериментальной проверкой на компьютерной модели, исследовательские задания. Задачи с последующей компьютерной проверкой должны предварительно решаться на бумаге и ход решения сдается вместе с бланком. Исследовательские задания включают анализ результатов заданий и построение графиков зависимости реактивного сопротивления катушки индуктивности от частоты переменного тока.

Результаты работы обсуждаются вместе с учащимися и оцениваются преподавателем.

Предложенные в бланке задания апробированы в Назарбаев интеллектуальной школе физико-математического направления г. Шымкент, в областной школе «Дарын» для одаренных детей и в школе-гимназии им. М. Ауэзова г. Арысь на уроках физики в 10–11 классах. Большинство учащихся с особой заинтересованностью выполнили задания.

**Ключевые слова:** индуктивность, эффективная величина тока и напряжения, частота.

**N. M. Makhmetova, V. G. Solonenko, S. T. Bekzhanova**Kazakh Academy of Transport and Communications named by M. Tynyshpaev, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: makhmetova\_n1958@mail.ru**THE CALCULATION OF FREE OSCILLATIONS OF AN ANISOTROPIC  
THREE-DIMENSIONAL ARRAY OF UNDERGROUND STRUCTURES**

**Abstract.** The work is a theoretical study aimed at studying the amplitude-frequency characteristics of the system, the ground lining. It was found that fluctuations in the deformation occur, not only the soil mass, but it is in an underground structure. In the course of a numerical experiment to study the free oscillations of an anisotropic three-dimensional array with the station tunnel.

We investigate on the basis of the variational formulation of the finite element method of amplitude-frequency characteristics of the system "lining-soil". A generalized problem of eigenvalues is solved iteratively in the subspace based on the scheme of the Jacobi algorithm.

**Keywords:** free oscillation, stress-strain state, lining, stress, displacement, algorithm.

УДК 625.855.3

**Н. М. Махметова, В. Г. Солоненко, С. Е. Бекжанова**

Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, Алматы, Казахстан

**РАСЧЕТ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ АНИЗОТРОПНОГО  
МАССИВА С ТРЕХМЕРНЫМ ПОДЗЕМНЫМ СООРУЖЕНИЕМ**

**Аннотация.** Работа представляет собой теоретическое исследование, направленное на изучение амплитудно-частотных характеристик системы «обделка-грунт». В ходе проведения численного эксперимента по изучению свободных колебаний анизотропного массива с трехмерным стационарным тоннелем было установлено, что в процессе колебания происходит деформирование не только грунтового массива, но и находящегося в нем подземного сооружения.

Исследуется на основе вариационной формулировки метода конечных элементов амплитудно-частотные характеристики системы «обделка-грунт». Обобщенная проблема о собственных значениях решается итерационным методом в подпространстве, основанном на схеме алгоритма Якоби.

**Ключевые слова:** свободное колебание, напряженно-деформированное состояние, обделка, напряжение, перемещение, алгоритм.

Создание надежных методов расчета устойчивости транспортных подземных сооружений конечных размеров в сложных грунтовых условиях под действием статических и динамических нагрузок является весьма сложной задачей. В условиях Казахстана с развитой горнодобывающей промышленностью, с увеличением глубины горных работ и ухудшением условий разработки месторождений полезных ископаемых, требования к обеспечению устойчивости выработок резко повышаются. Кроме того, со строительством Алматинского метрополитена в зоне возможных 9-10-балльных землетрясений нужны надежные рекомендации для обеспечения сейсмостойкости.

Все это вызывает необходимость проведения фундаментальных исследований с привлечением современного аппарата математики и механики деформируемого твердого тела, разработки нетрадиционных аналитических и численных методов решения поставленных задач и создания на их

основе программных средств для анализа динамической устойчивости различных проектируемых и строящихся транспортных подземных сооружений различных назначений [1, 2].

Изучения свободных колебаний транспортных сооружений важны для выяснения влияния физико-механических свойств и геометрических параметров конструктивных элементов и окружающего массива сложного строения на резонансные их амплитудно-частотные характеристики. С другой стороны, при изучении динамической реакции пространственной системы «подземное сооружение-массив горных пород» низкие частоты необходимы для формирования и решения основных разрешающих матричных уравнений движения [3-5].

В работе исследуются свободные колебания грунтового массива с трехмерным транспортным подземным сооружением на основе численного метода – метода конечных элементов (МКЭ) - в сочетании с итерационным методом в подпространстве.

Объект исследования – нижнее полупространство с подземным сооружением неглубокого заложения. Породный массив состоит из неоднородных слоев с различными физико-механическими свойствами. Упругое состояние каждого слоя описывается уравнениями обобщенного закона Гука:

$$\{\sigma\} = [D]\{\varepsilon\}, \quad (1)$$

где  $\{\sigma\} = \{\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \dots, \tau_{xz}\}^T$ ,  $\{\varepsilon\} = \{\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z, \dots, \lambda_{xz}\}^T$ ,  $[D] = [d_{ij}]$ ,  $(i, j = 1, 2, \dots, 6)$  - матрица упругости массива; модули упругости  $d_{ij}$  представляются через упругие постоянные транспортногo массива  $E_k, \nu_k, G_2$ ,  $(k = 1, 2)$ , углов наклона плоскости изотропии  $\varphi$  и наклона продольной оси горизонтального трехмерного транспортногo сооружения от линии простираения плоскости изотропии  $\psi$  [6, 7].

Граничные условия: боковые грани и основание расчетной области с сооружением недеформируются –  $u=v=w=0$ ; внутренний породный контур и обделка свободны от внешних нагрузок –  $X_n=Y_n=Z_n=0$ . Пространственная расчетная область разбита на 1606 призматические элементы с 2875 узлами.

Система дифференциальных уравнений колебаний для массива с транспортным подземным сооружением можно представить в виде:

$$[M]\{\ddot{U}(t)\} + [C]\{\dot{U}(t)\} + [K]\{U(t)\} = \{R(t)\}, \quad (2)$$

где  $\{R(t)\}$  - вектор внешних узловых сил,  $\{\ddot{U}(t)\}$ ,  $\{\dot{U}(t)\}$ ,  $\{U(t)\}$  - векторы узловых ускорений, скоростей и перемещений,  $[M]$ ,  $[C]$ ,  $[K]$  - соответственно, матрицы масс, затухания и жесткости системы.

Матричное уравнение свободных колебаний системы «обделка-грунт» получается из (2), когда эффект демпфирования и воздействие внешних сил отсутствуют т.е.  $[C]=0$ ,  $\{R\}=0$

$$[M]\{\ddot{U}\} + [K]\{U\} = 0. \quad (3)$$

Матрица жесткости элемента вычисляется с помощью интеграла [8-9]:

$$[k] = \int_V [B]^T [D] [B] dV = \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 [B]^T [D] [B] \det[J] d\xi d\eta d\zeta. \quad (4)$$

Выражение интеграла (4) после применения квадратур Гаусса-Лежандра приводится к виду

$$[k] = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^p H_i H_j H_k [B]_{ijk}^T [D] [B]_{ijk} \det[J]. \quad (5)$$

Матрица жесткости системы  $[K]$  образуется путем суммирования матриц жесткости всех элементов

$$[K] = \sum_{i=1}^k [k_i]. \quad (6)$$

Матрица масс системы  $[M]$  формируется из матриц масс элементов аналогично матрице жесткости системы. Матрица масс призматического элемента имеет вид [8, 9]:

$$[m] = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m H_i H_j H_k \rho [P_{ijk}]^T [P_{ijk}] \det[J], \quad (7)$$

где  $[P_{ijk}]$  - матрица, интерполирующая перемещения. Матрица масс системы получается путем суммирования матриц масс всех элементов

$$[M] = \sum_{i=1}^{\kappa} [m_i]. \quad (8)$$

Решение системы обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка (3) можно записать в виде:

$$\{U\} = \{\varphi\} \sin(\omega(t - \alpha_0)). \quad (9)$$

Подставляя (9) в (3), получим общую проблему собственных значений

$$[K] \{\varphi\} = \omega^2 [M] \{\varphi\}. \quad (10)$$

Введем обозначение  $\lambda = \omega^2$ , тогда (10) примет вид:

$$[K] \{\varphi\} = \lambda [M] \{\varphi\}. \quad (11)$$

Для решения обобщенной проблемы собственных значений использован итеративный метод в подпространстве, основанный на алгоритме метода Якоби и свойствах последовательности Штурма [10].

При итерационных методах необходимо на каждом шаге анализировать сходимость полученных приближений. Пусть на  $(k-1)$  и  $(k)$ - шаге итерации вычислены приближенные собственные значения  $\lambda_i^{(k)}$  и  $\lambda_i^{(k+1)}$ , тогда сходимость достигается при

$$\frac{\lambda_i^{(k+1)} - \lambda_i^{(k)}}{\lambda_i^{(k+1)}} \leq \varepsilon, \quad (i = 1, 2, \dots, n). \quad (12)$$

Эффективность выбранного метода объясняется, во-первых, возможностью выбора начального подпространства, достаточно близкого к искомым наименьшим собственным значениям; во-вторых, удобства алгоритма перехода от данного подпространства к другому, обеспечивающему «наилучшего» приближения собственных значений векторов. Кроме того, использование сдвигов и других ускоряющих процедур также способствует увеличению эффективности метода [10].

При исследовании напряженно-деформированного состояния системы «обделка-грунт» на сейсмическое воздействие первым и необходимым этапом расчёта является определение частот и форм собственных колебаний системы. Расчёт амплитудно-частотных характеристик системы «обделка-грунт» выполнен итерационным методом в подпространстве, приведенным выше.

Получено 100 первых частот и форм собственных колебаний в частотном диапазоне до 22,2 Гц. В таблице приведены значения низших частот свободных колебаний системы «обделка-грунт». Как видно, спектр собственных частот системы «обделка-грунт» является достаточно плотным.

Значения частот свободных колебаний системы «обделка-грунт»

Номера частот	1	2	3	4	5	6	7	8
$\omega_i$ (Гц)	1,78	3,09	3,61	3,84	4,31	4,65	5,87	6,13

На рисунках 1-3 показаны пространственные формы(моды) собственных колебаний системы «обделка-грунт».

Моды 1 и 2 представляют собой горизонтальные колебания слоя грунта, причем первая мода является кососимметричной, а вторая мода – симметричной. В модах 3-5 более выраженными являются вертикальные колебания. Третья мода является кососимметричной, а 4-5 моды – симметричной



ными. Более высокие формы, показанные на рисунках 1-8, представляют собой достаточно сложные колебательные движения грунта и, по-видимому, не вносят существенного вклада при определении сейсмических перемещений, но могут оказывать заметное влияние при нахождении ускорений системы и сейсмических напряжений в конструкции обделки тоннелей.

**Выводы.** Проведенные многовариантные численные эксперименты по изучению свободных колебаний системы «обделка-грунт» позволили установить, что наблюдается сложная картина деформирования анизотропного массива и находящегося в нем трехмерного подземного сооружения в процессе колебаний, содержащая в себя элементы растяжения, сжатия, изгиба и кручения (см. рисунки 1-3).

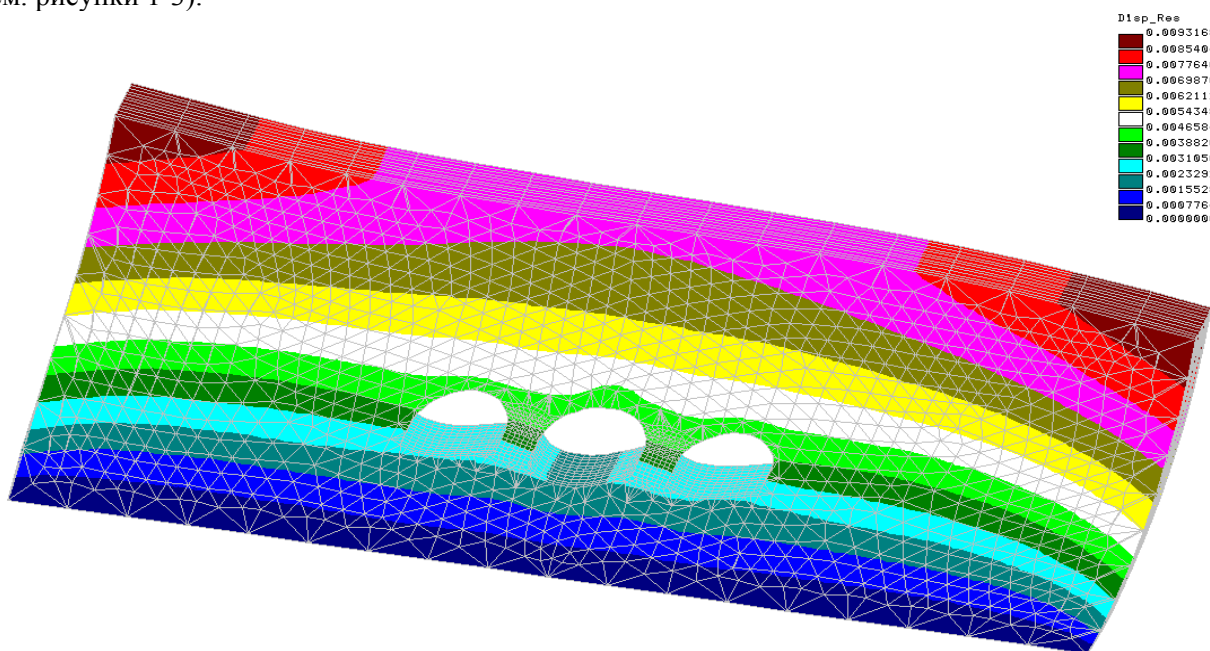


Рисунок 1 – Первая форма собственных колебаний системы «обделка-грунт»

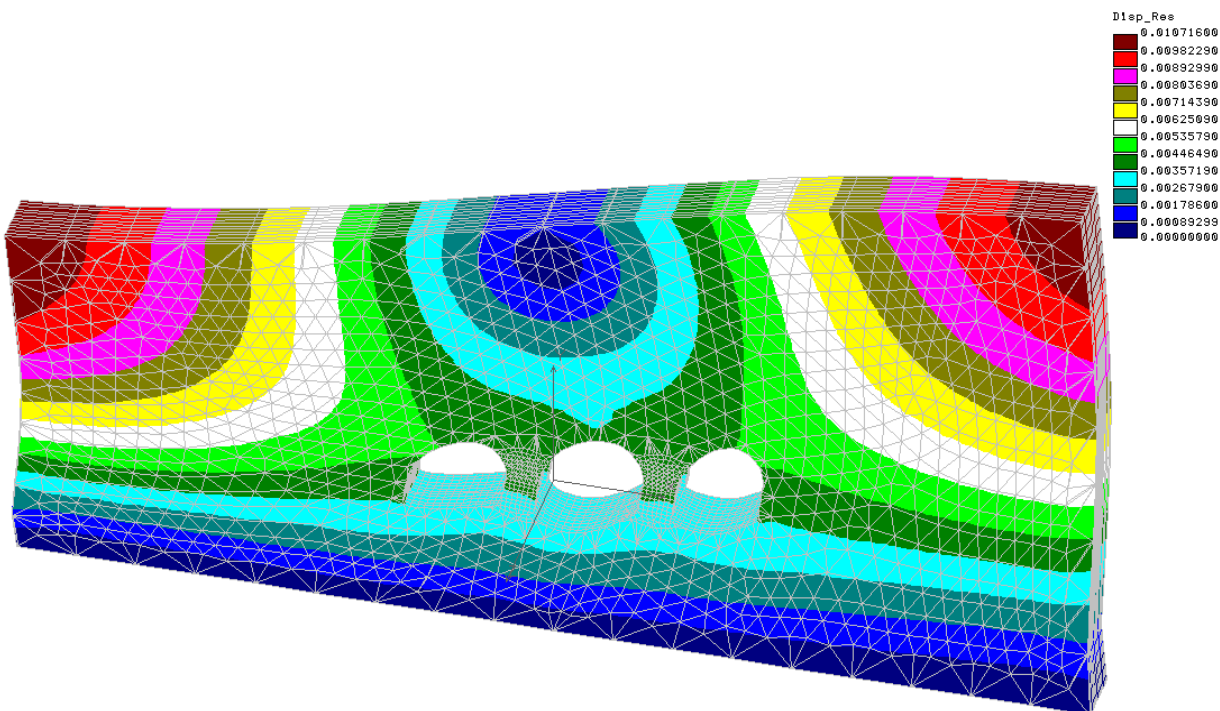


Рисунок 2 – Третья форма собственных колебаний системы «обделка-грунт»



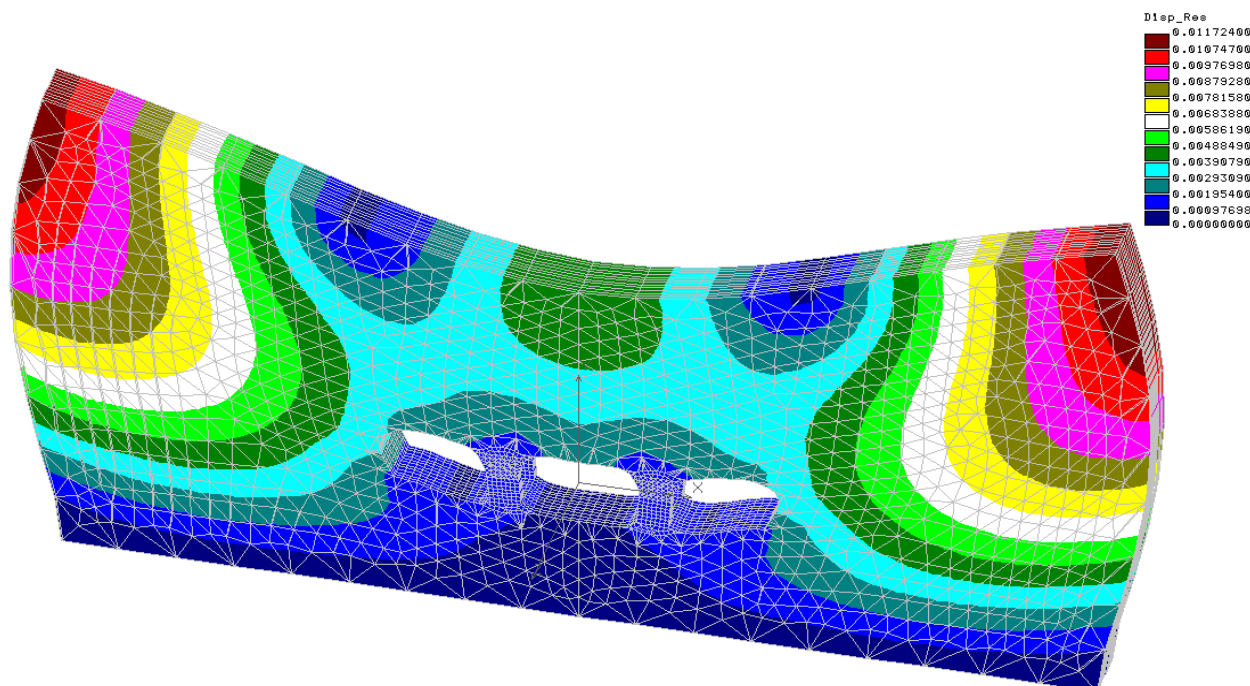


Рисунок 3 – Пятая форма собственных колебаний системы «обделка-грунт»

Анализ полученных результатов расчета показывает, что на значения собственных частот и формы колебания влияют многие факторы, в том числе строение грунтового массива, распределение плотностей в разнородных грунтах, способы строительства подземного сооружения, геометрические его параметры.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Саламахин П.М. Инженерные сооружения в транспортном строительстве. – М.: Академия, 2007. – 264 с.
- [2] Гишман М.Е., Попов В.И. Проектирование транспортных сооружений. – М.: Транспорт, 1988. – 198 с.
- [3] Маковский Л.В., Поляков Д.В. Моделирование статической работы круговых тоннельных обделок с податливыми стыками во взаимодействии с грунтовым массивом // Транспортное строительство. – 2015. – № 11. – С. 25-27.
- [4] Журавлев Г.М., Наумов И.А. Влияние деформационной повреждаемости на формирование механических свойств материалов строительных конструкций // Транспортное строительство. – 2015. – № 2. – С. 23-25.
- [5] Исаев О.Н., Шарафутдинов Р.Ф. Экспериментальные исследования перебора грунта при микротоннелировании // Транспортное строительство. – 2015. – № 7. – С. 7-10.
- [6] Ержанов Ж.С., Айтиалиев Ш.М., Масанов Ж.К. Устойчивость горизонтальных выработок в наклонно-слоистом массиве. – Алма-Ата: Наука, 1971. – 160 с.
- [7] Ержанов Ж.С., Айтиалиев Ш.М., Масанов Ж.К. Сейсмонапряженное состояние подземных сооружений в анизотропном слоистом массиве. – Алма-Ата: Наука, 1980. – 212 с.
- [8] Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975. – 541 с.
- [9] Сегерленд Л. Применение метода конечных элементов. – М.: Мир, 1979. – 392 с.
- [10] Бате К., Вильсон Е. Численные методы анализа и метод конечных элементов. – М.: Мир, 1982. – 442 с.

#### REFERENCES

- [1] Salamahin P.M. Inzhenernyye sooruzheniya v transportnom stroitelstve. M.: Akademiya, 2007. 264 p.
- [2] Gibshman M.E., Popov V.I. Proektirovanie transportnykh sooruzheniy. M.: Transport, 1988. 198 p.
- [3] Makovskiy L.V., Poljakov D.V. Modelirovanie staticheskoi raboty krugovykh tonnelnykh obdelok s podatlivymi stykami vo vzaimodeistvii s gruntovym massivom // Transportnoe stroitelstvo. 2015. N 11. P. 25-27.
- [4] Zhuravlev G.M., Naumov I.A. Vlijanie deformatsionnoi povrezhdaemosti na formirovanie mekhanicheskikh svoystv materialov stroitelnykh konstruktsiy // Transportnoe stroitelstvo. 2015. N 2. P. 23-25.
- [5] Isaev O.N., Sharafutdinov R.F. Jksperimentalnye issledovaniya perebora grunta pri mikrotonnelirovanii // Transportnoe stroitelstvo. 2015. N 7. P. 7-10.
- [6] Erzhanov Zh.S., Ajtaliev Sh.M., Masanov Zh.K. Ustojchivost' gorizontal'nykh vyrabotok v naklonno-sloistom massive. Alma-Ata: Nauka, 1971. 160 p.
- [7] Erzhanov Zh.S., Ajtaliev Sh.M., Masanov Zh.K. Sejsmonaprjazhennoe sostojanie podzemnykh sooruzhenij v anizotropnom sloistom massive. Alma-Ata: Nauka, 1980. 212 p.

[8] Zenkevich O. Metod konechnyh jelementov v tehnikе. М.: Mir, 1975. 541 p.

[9] Segerlend L. Primenenie metoda konechnyh jelementov. М.: Mir, 1979. 392 p.

[10] Bate K., Vil'son E. Chislennye metody analiza i metod konechnyh jelementov. М.: Mir, 1982. 442 p.

**Н. М. Махметова, В. Г. Солоненко, С. Е. Бекжанова**

М. Тынышбаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы, Алматы қаласы

**СТАНЦИЯНЫҢ ТИПТІК БӨЛІГІНДЕГІ ҚАТПАРЛАМАСЫНЫҢ  
КЕРНЕУЛІ-ДЕФОРМАЦИЯЛЫҚ КҮЙІНІҢ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬДЫ ЕСЕПТЕУІ**

**Аннотация.** Жұмыс «бекітпе-топырақ» жүйесінің амплитудалық-жиілік сипаттамасын зерттеуге бағытталған теориялық ізденіс. Үш өлшемді станция тоннелі бар анизотропты массивінің еркін тербелісін үйрену бойынша сандық экспериментті жүргізу барысында тербелу процесі кезінде топырақ массиві ғана деформацияға ұшырамай, онда орналасқан жерасты ғимараттарының да деформацияланатыны анықталған.

«Бекітпе-топырақ» жүйесінің амплитудалық-жиілік сипаттамасы вариациялық түрдегі шекті элементтер әдісі негізінде зерттеледі. Якоби алгоритм сызбасына негізделген кеңістік бөлігіндегі итерация әдісімен меншікті мәндерінің жалпыланған мәселесі шешіледі.

**Түйін сөздер:** еркін тербеліс, кернеулі-деформациялық күй, бекітпе, кернеу, жылжу, алгоритм.

**Сведения об авторах:**

Махметова Нарзанкул Мусаевна – д.т.н., профессор, Казахская академия транспорта и коммуникаций, makhmetova\_n1958@mail.ru

Солоненко Владимир Гельевич – д.т.н., профессор, Казахская академия транспорта и коммуникаций, v.solontnko@mail.ru

Бекжанова Сауле Ертаевна – д.т.н., профессор, Казахская академия транспорта и коммуникаций

**A. B. Umbetkulova**Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: aliya1988kz@mail.ru**MODELING OF DRILL STRING NONLINEAR  
LONGITUDINAL-TRANSVERSE VIBRATIONS AND THEIR ANALYSIS**

**Abstract.** In this paper the nonlinear mathematical model of longitudinal-transverse vibrations of drill strings, using in the oil and gas industry, are developed. Model of the drill string elastic deformation is based on the assumption of finite deformations, which are set according to the theory of the V. V. Novozhilov finite deformations. The drill string is considered as a rotating elastic rod with acting on it a compressive force and twisting moment. Applying the Hamilton's method, a system of three interrelated nonlinear partial differential equations for the longitudinal and two lateral vibrations of the mechanical system is constructed. Due to the complexity of direct integration of nonlinear models there is using the method of separating the variables, and the system of partial differential equations is reduced to a system of nonlinear differential equations. Numerical analysis is carried out in a symbolic mathematics package Wolfram Mathematica.

**Keywords:** drill string, nonlinear model, longitudinal-transverse vibrations, Galerkin's method.

УДК 539.3:622.23.05

**А. Б. Умбеткулова**

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

**МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ПРОДОЛЬНО-ПОПЕРЕЧНЫХ  
КОЛЕБАНИЙ БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ И ИХ АНАЛИЗ**

**Аннотация.** Разработана нелинейная математическая модель продольно-поперечных колебаний бурильных колонн, используемых в нефтегазодобывающей промышленности. Модель упругого деформирования колонн строится при допущении конечности деформаций, которые задаются согласно теории конечных деформаций В. В. Новожилова. Бурильная колонна рассматривается как вращающийся упругий стержень с действующими на нее сжимающей нагрузкой и крутящим моментом. Применяя метод Остроградского-Гамильтона, построена система из трех нелинейных взаимозависимых уравнений в частных производных для продольных и поперечных колебаний механической системы. Из-за сложности прямого интегрирования нелинейной модели применяется метод разделения переменных, и система уравнений в частных производных сводится к системе нелинейных дифференциальных уравнений, численный анализ которых производится в пакете символьной математики Wolfram Mathematica.

**Ключевые слова:** бурильная колонна, нелинейная модель, продольно-поперечные колебания, потенциал упругого деформирования, метод Бубнова-Галеркина.

**Введение.** При современном интенсивном освоении и добыче нефти большое внимание уделяется проблеме эффективного бурения скважин в нефтегазодобывающей промышленности. Безаварийность работ по бурению скважин, скорость их бурения и добычи нефти зависят от качества и совершенства буровых машин и инструментов, что делает отрасль нефтегазового оборудования одной из динамично развивающихся отраслей. Режим работы буровой машины в полной мере зависит от устойчивости и прочности буровых штанг. Потеря устойчивости прямолинейной формы буровых штанг ведет к искривлению скважин, приводящих их к негодности [[1]-[3], др.].

Поэтому исследования по моделированию динамики буровых штанг с учетом их деформационных свойств, влияния последних на динамические характеристики систем в целях оптимизации эксплуатационных режимов бурильных колонн и обеспечения безопасности работы являются одними из приоритетных направлений современных исследований в области промышленного оборудования. А разработка реалистичных моделей буровая штанга-скважина с учетом осложняющих факторов с целью повышения их прочности и надежности представляет научный и практический интерес.

Известно, что большинство работ по исследованию динамики буровых колонн направлены на моделирование и анализ вибраций колонн, вызывающих потерю устойчивости движения бурового оборудования и нарушению их прочностных свойств [[4]-[15], др.]. При этом одним из распространенных допущений авторов является наложение ограничений на величины деформаций бурильных колонн при их моделировании, то есть их малость [[8]-[12], др.], что ведет к линеаризации модели. Другим допущением моделей является ограничение степеней свободы деформирования буровой штанги, то есть раздельное исследование составляющих их сложного пространственного деформирования, как это делают авторы работ [[13]-[15], др.]. Все это вызывает ограниченность моделей и существенно сужает представление о реалистичности моделируемых процессов в системе буровая штанга-скважина, так как не представляется возможным описание большого разнообразия факторов, осложняющих движение буровой штанги.

Целью данной работы является разработка нелинейной математической модели пространственного деформирования вращающейся бурильной колонны с учетом конечных деформаций. Усложнение модели за счет нелинейности и увеличения размерности системы вследствие совместного рассмотрения компонент упругой деформации штанги приводит к повышению реалистичности движения всей системы.

**Нелинейная математическая модель.** Модель упругого деформирования буровых штанг будет строиться при допущении конечности деформаций, которые задаются согласно теории конечных деформаций В. В. Новожилова [[16]]. Применяется вторая система упрощений по В. В. Новожилову, согласно которой компоненты деформации и углы поворота полагаются малыми по сравнению с единицей, что позволяет пренебречь величинами второго и более порядка малости, удерживая при этом углы поворота во второй степени [[16]]. По гипотезе плоских сечений [[17], [18]] предполагается, что поперечные сечения стержня при деформации остаются плоскими и перпендикулярными к его деформированной оси, а нормальные напряжения на площадках, параллельных оси, являются пренебрежимо малыми.

Помимо поперечных колебаний буровой штанги, происходящих в двух плоскостях  $Oxz$  и  $Oyz$ , также рассматривается поступательное смещение ее поперечного сечения вдоль оси штанги  $z$ . Тогда компоненты перемещений  $U(x, y, z, t), V(x, y, z, t), W(x, y, z, t)$  бурильной колонны, представленной в виде колеблющегося стержня, принимают вид:

$$\begin{aligned} U(x, y, z, t) &= u(z, t), \\ V(x, y, z, t) &= v(z, t), \\ W(x, y, z, t) &= w(z, t) - \frac{\partial u(z, t)}{\partial z} x - \frac{\partial v(z, t)}{\partial z} y, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $u(z, t), v(z, t)$  - перемещение центра изгиба поперечного сечения вдоль осей  $x, y$  вследствие изгиба,  $w(z, t)$  - поступательное смещение вдоль оси  $z$ .

Для вывода математической модели применяется вариационный принцип Остроградского-Гамильтона. Определяется функционал упругого деформирования. В данном случае он имеет вид:

$$\Phi = \frac{G}{1-2\nu} \left( \frac{1}{2} (\omega_x^4 + \omega_y^4) + (1-\nu) e_{zz}^2 + e_{zz} (\omega_x^2 + \omega_y^2) + \frac{5-6\nu}{2} (\omega_x^2 \omega_y^2) \right) \quad (2)$$

где  $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$  - модуль сдвига,  $E$  - модуль Юнга (модуль упругости материала),  $\nu$  - коэффициент

Пуассона,  $e_{zz}$  определяет относительное удлинение параллельно оси  $z$ ,  $\omega_x, \omega_y, \omega_z$  - углы поворота относительно соответствующих осей:

$$e_{zz} = \frac{\partial W}{\partial z}, \quad \omega_x = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial W}{\partial y} - \frac{\partial V}{\partial z} \right), \quad \omega_y = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial U}{\partial z} - \frac{\partial W}{\partial x} \right), \quad \omega_z = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial V}{\partial x} - \frac{\partial U}{\partial y} \right). \quad (3)$$

Через найденный функционал  $\Phi$  (2)-(3) определяется потенциальная энергия стержня:

$$U_0 = \int_0^l \frac{G}{1-2\nu} \left( \frac{1}{2} \left( A \left( \frac{\partial u}{\partial z} \right)^4 + A \left( \frac{\partial v}{\partial z} \right)^4 \right) + (1-\nu) \left( A \left( \frac{\partial w}{\partial z} \right)^2 + I_y \left( \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right)^2 + I_x \left( \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right)^2 + \right. \right. \\ \left. \left. + 2I_{xy} \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) + A \left( \frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 \frac{\partial w}{\partial z} + A \left( \frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 \frac{\partial w}{\partial z} + \frac{5-6\nu}{2} A \left( \frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 \left( \frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 \right) dz. \quad (4)$$

где  $I_x, I_y$  - осевые моменты инерции,  $I_{xy}$  - центробежный момент инерции,  $A$  - площадь поперечного сечения буровой штанги.

Кинетическая энергия стержня с учетом вращения буровой колонны записывается в следующем виде:

$$T_{кин} = \frac{1}{2} \rho \int_0^l \left[ A \left( \frac{\partial u}{\partial t} \right)^2 + A \left( \frac{\partial v}{\partial t} \right)^2 + A \left( \frac{\partial w}{\partial t} \right)^2 + I_y \left( \frac{\partial^2 u}{\partial z \partial t} \right)^2 + 2I_{xy} \frac{\partial^2 u}{\partial z \partial t} \frac{\partial^2 v}{\partial z \partial t} + I_x \left( \frac{\partial^2 v}{\partial z \partial t} \right)^2 + \right. \\ \left. + I_p \omega^2 + A(u^2 + v^2) \omega^2 + 2\omega A v \frac{\partial u}{\partial t} - 2\omega A u \frac{\partial v}{\partial t} \right] dz, \quad (5)$$

где  $\rho$  - плотность материала буровой колонны,  $\omega$  - скорость вращения стержня.

Для получения нелинейной математической модели упругих колебаний буровой колонны применяется вариационный принцип Остроградского-Гамильтона [[17]-[20]]. Данный принцип позволяет охарактеризовать движение буровой колонны в целом на произвольном промежутке времени от  $t_1$  до  $t_2$ :

$$\delta J = \int_{t_1}^{t_2} \delta (T_{кин} - U_0 + \Pi) dt = 0, \quad (6)$$

где  $\Pi$  - потенциал внешних сил, учитывающий действие внешних продольной нагрузки  $N(z,t)$  и крутящего момента  $M(z,t)$ .

Ввиду симметричности поперечного сечения стержня вдоль осей  $x$  и  $y$  осевые моменты будут равны между собой  $I_x = I_y = I$ , а центробежный момент инерции будет равен нулю  $I_{xy} = 0$ .

Разработана следующая нелинейная модель, описывающая продольно-поперечные колебания вращающейся буровой колонны как пространственно деформируемого упругого стержневого элемента с действующими на него сжимающей нагрузкой и крутящим моментом:

$$\rho A \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \rho I \frac{\partial^4 u}{\partial z^2 \partial t^2} - \rho A \omega^2 u + 2\rho A \omega \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial z} \left( N(z,t) \frac{\partial u}{\partial z} \right) - \frac{\partial^2}{\partial z^2} \left( M(z,t) \frac{\partial v}{\partial z} \right) + \\ + EI \frac{\partial^4 u}{\partial z^4} - \frac{EA}{(1-\nu)} \frac{\partial}{\partial z} \left[ \left( \frac{\partial u}{\partial z} \right)^3 + \frac{\partial w}{\partial z} \frac{\partial u}{\partial z} \right] - \frac{EA(5-6\nu)}{2(1-\nu)} \frac{\partial}{\partial z} \left[ \frac{\partial u}{\partial z} \left( \frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 \right] = 0, \\ \rho A \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} - \rho I \frac{\partial^4 v}{\partial z^2 \partial t^2} - \rho A \omega^2 v - 2\rho A \omega \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial z} \left( N(z,t) \frac{\partial v}{\partial z} \right) + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \left( M(z,t) \frac{\partial u}{\partial z} \right) + \\ + EI \frac{\partial^4 v}{\partial z^4} - \frac{EA}{(1-\nu)} \frac{\partial}{\partial z} \left[ \left( \frac{\partial v}{\partial z} \right)^3 + \frac{\partial w}{\partial z} \frac{\partial v}{\partial z} \right] - \frac{EA(5-6\nu)}{2(1-\nu)} \frac{\partial}{\partial z} \left[ \frac{\partial v}{\partial z} \left( \frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 \right] = 0, \\ \rho A \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} - EA \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} + \frac{\partial}{\partial z} \left( N(z,t) \frac{\partial w}{\partial z} \right) - \frac{EA}{2(1-\nu)} \frac{\partial}{\partial z} \left[ \left( \frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 + \left( \frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 \right] = 0, \quad (7)$$

с краевыми условиями:

$$u(z, t) = v(z, t) = 0 \quad (z = 0, z = l)$$

$$EI \frac{\partial^2 u(z, t)}{\partial z^2} = EI \frac{\partial^2 v(z, t)}{\partial z^2} = 0 \quad (z = 0, z = l), \quad (8)$$

$$EA \frac{w(z, t)}{\partial z} = 0 \quad (z = 0, z = l).$$

Модель (7) с краевыми условиями (8) носит нелинейный характер и описывает изгибно-продольные колебания буровых штанг. Она обобщает известные модели, описывающие нелинейные колебания упругого стержня, учитывая вращение стержня с учетом конечных деформаций, применяя к динамическим задачам бурового оборудования нефтегазодобывающей промышленности, в частности, буровым штангам.

**Численное моделирование.** Из-за сложности прямого интегрирования нелинейной модели (7), она приводится к удобному для этого виду путем применения известного метода разделения переменных – метода Бубнова-Галеркина, где форма изгиба оси буровой штанги задается спектром гармонических форм. Для получения полной картины колебательного процесса рассматриваются трехмодовые приближения, и функции перемещений  $u(z, t)$ ,  $v(z, t)$  и  $w(z, t)$  представляются в виде:

$$\begin{aligned} u(z, t) &= \sum_{k=1}^3 \overline{u}_k(t) \sin\left(\frac{k\pi z}{l}\right), \\ v(z, t) &= \sum_{k=1}^3 \overline{v}_k(t) \sin\left(\frac{k\pi z}{l}\right), \\ w(z, t) &= \sum_{k=1}^3 \overline{w}_k(t) \cos\left(\frac{k\pi z}{l}\right). \end{aligned} \quad (9)$$

Базисные функции  $\sin\left(\frac{k\pi z}{l}\right)$  и  $\cos\left(\frac{k\pi z}{l}\right)$  выбраны таким образом, чтобы они удовлетворяли граничным условиям (8).

Реализация метода Бубнова-Галеркина и дальнейшее численное решение проводится в универсальной математической среде Wolfram Mathematica. Для расчетов используются следующие значения параметров буровой колонны: модуль Юнга  $E = 0.7 \times 10^5 \text{ МПа}$ , плотность материала  $\rho = 2700 \text{ кг/м}^3$ , коэффициент Пуассона  $\nu = 0.34$  (для дюралюминиевых буровых колонн), внешний диаметр штанги  $D = 0.2 \text{ м}$ , внутренний диаметр  $d = 0.12 \text{ м}$ , длина буровой колонны  $l = 150 \text{ м}$ , частота вращения  $\omega = 30 \text{ об/мин}$ , продольная сжимающая нагрузка  $N(z, t) = 2.2 \times 10^3 \text{ Н}$ , крутящий момент  $M(z, t) = 10^4 \text{ Н} \cdot \text{м}$ . Рассматривается поперечное сечение, отступающее на расстояние  $z = \frac{2}{9} l \text{ м}$  от верхнего конца штанги  $\left(z_k = \frac{2}{9}\right)$ .

На рисунках 1, 2 показаны поперечные и продольные колебания буровой колонны с функциями перемещений  $u(z, t)$ ,  $v(z, t)$  и  $w(z, t)$  при заданных параметрах механической системы. Полученные графики показывают, что амплитуда поперечных колебаний на несколько порядков превосходит амплитуду продольных колебаний. Поперечные колебания являются доминирующими в процессе деформирования колонны.

На рисунках 3а и 3б изображено распространение нелинейных поперечных колебаний штанги по всей длине буровой колонны в фиксированные моменты времени. Колебание происходит по синусоидальной форме, разложение по трем полуволнам, как и предполагалось в представлении

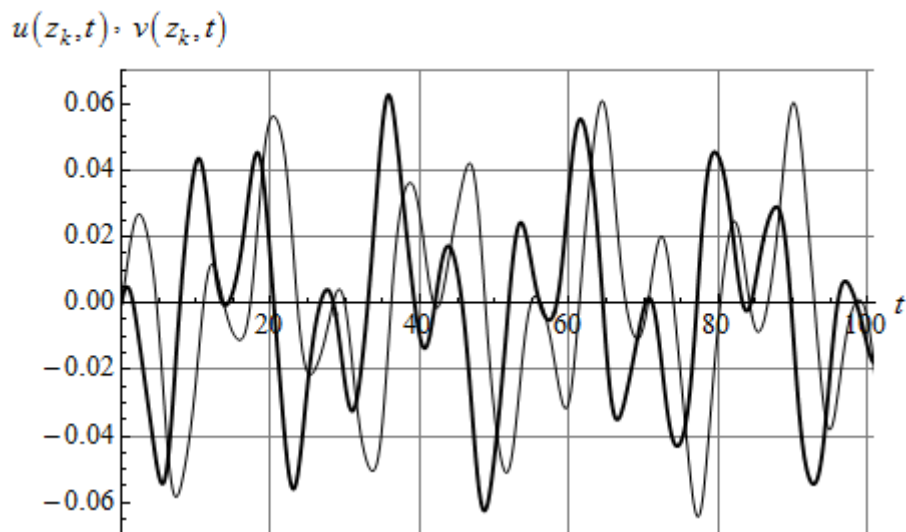


Рисунок 1 – Поперечные колебания  $u(z_k, t)$  (—) и  $v(z_k, t)$  (---) дюралюминиевой бурильной колонны

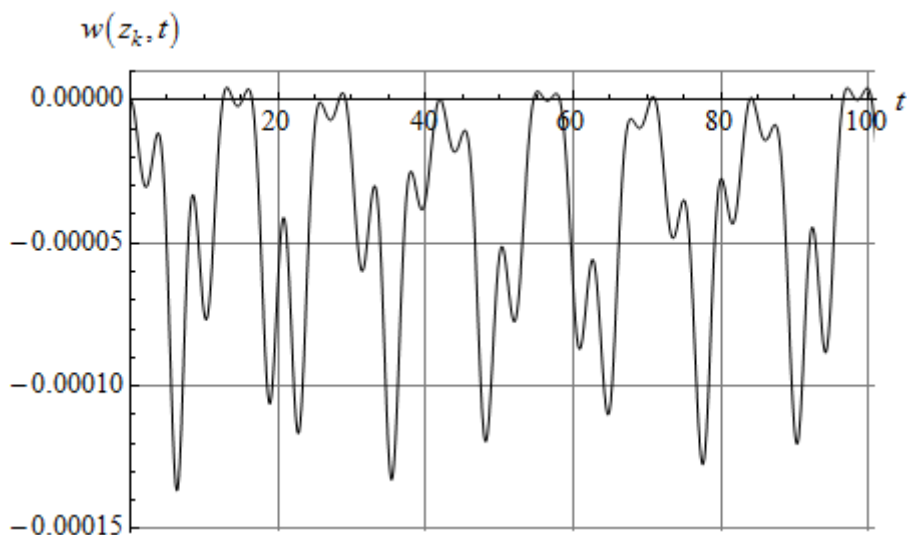


Рисунок 2 – Продольные колебания  $w(z_k, t)$  дюралюминиевой бурильной колонны

решения (9). Рассмотрено распространение амплитуд продольных колебаний бурильной колонны по всей ее длине в фиксированные моменты времени (рисунки 4а-4г).

Продольные колебания происходят по косинусоидальной форме, в срединном поперечном сечении колебательного процесса не будет. В большинстве случаев распространение амплитуд колебаний по длине происходит так, как изображено на рисунке 4а. Максимальные амплитуды достигаются ближе к верхнему и нижнему концам бурильной колонны, а ближе к середине штанги – амплитуды уменьшаются. Причем, заметно, что верхняя половина бурильной колонны колеблется лишь в отрицательную сторону, а нижняя половина – в положительную сторону от недеформированного состояния. Это говорит о сжатии бурильной колонны по оси  $z$ . Однако, рассматривая многомодальное разложение решения, в определенные моменты времени распространение амплитуд продольных колебаний происходит как изображено на рисунках 4б-4г.

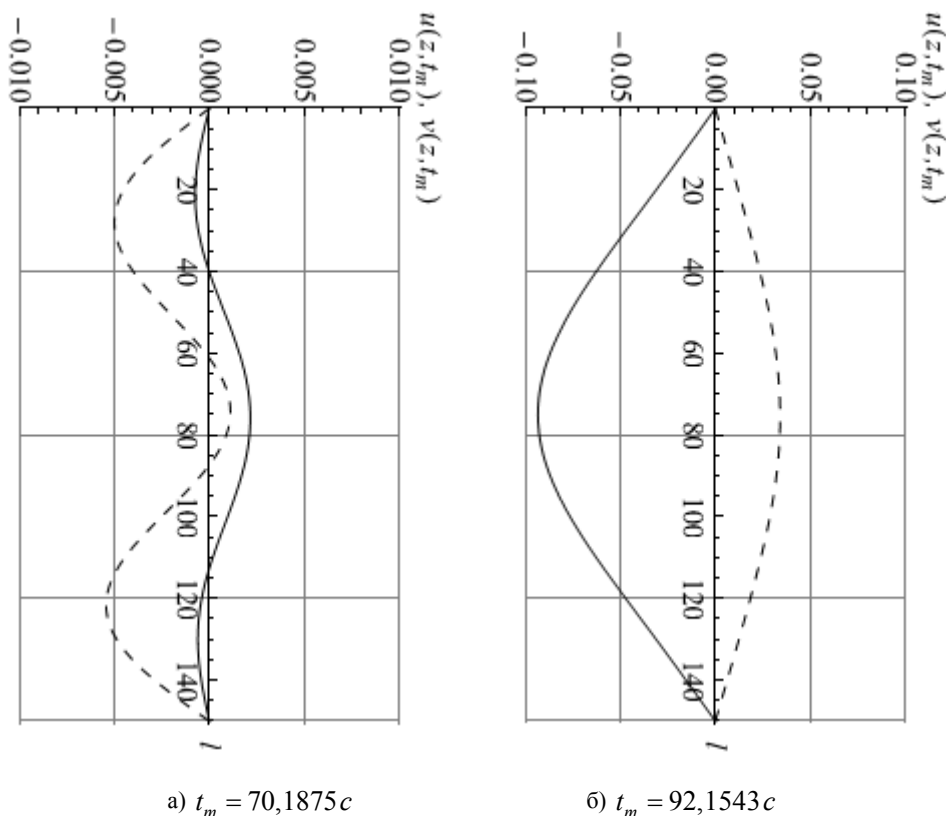


Рисунок 3 – Распространение поперечных колебаний  $u(z, t_m)$  (————) и  $v(z, t_m)$  (-----) по длине бурильной колонны

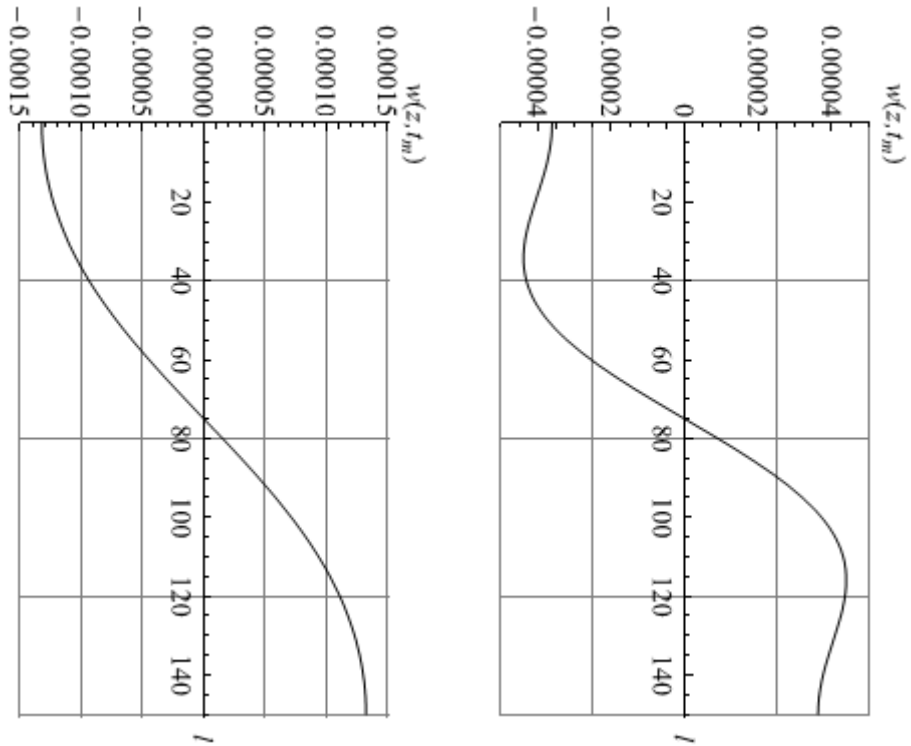
На рисунках 5а-5б и 6а-6б исследованы параметрические кривые поперечных колебаний  $u(z, t)$  и  $v(z, t)$  друг относительно друга для различных длин и частот вращения бурильной колонны в точке  $z = 4/9l$ .

На рисунках 5а и 5б изображены кривые, полученные в течение времени  $t = 180c$ . На рисунках 6а и 6б результаты получены для колонн длиной  $l = 100m$  при частоте вращения  $\omega = 15 об / мин$  в разные моменты времени. Установлена необходимость учета пространственных поперечных колебаний, так как присутствует вращательный процесс, и инерция от вращения оказывает существенное влияние на колебательный процесс.

На рисунках 7, 8 изображены фазовые портреты поперечных и продольных колебаний бурильной колонны. Для поперечных колебаний  $v(z, t)$  фазовый портрет аналогичен фазовому портрету  $u(z, t)$  (рисунок 7). Расчеты проведены при следующих параметрах:  $l = 150 m$ ,

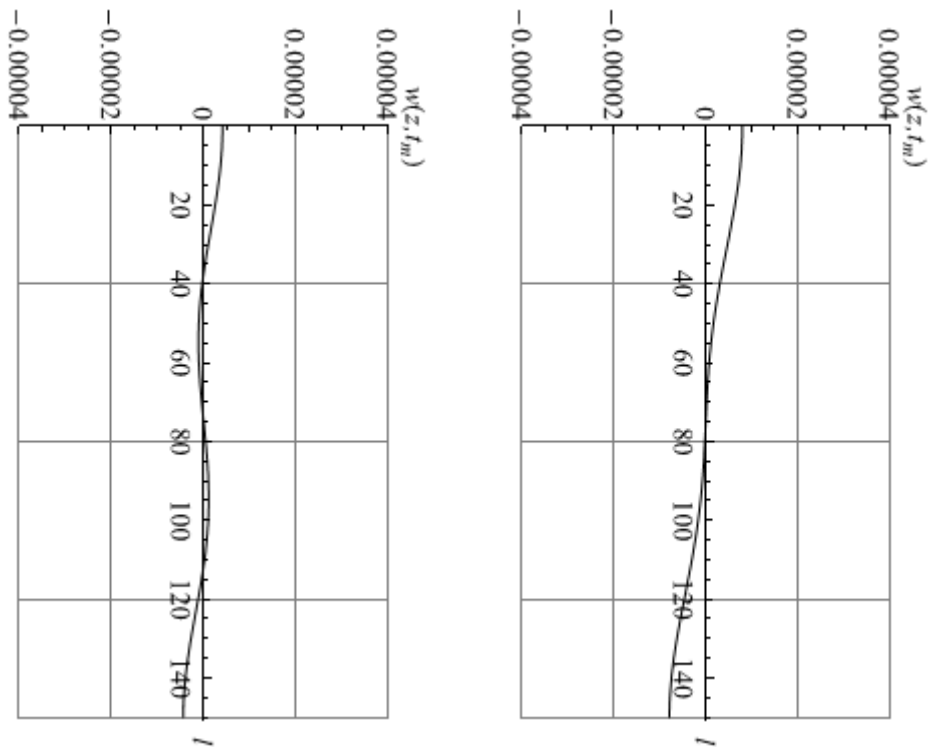
$\omega = 30 об / мин$ ,  $t = 200c$ , поперечное сечение  $z_k = \frac{4}{9}$ . Ввиду нелинейности, фазовый портрет отличается от фазового портрета классической линейной теории колебаний. Однако из рисунков установлено, что колебательный процесс устойчив с течением любого промежутка времени.





а)  $t_m = 18,97 c$

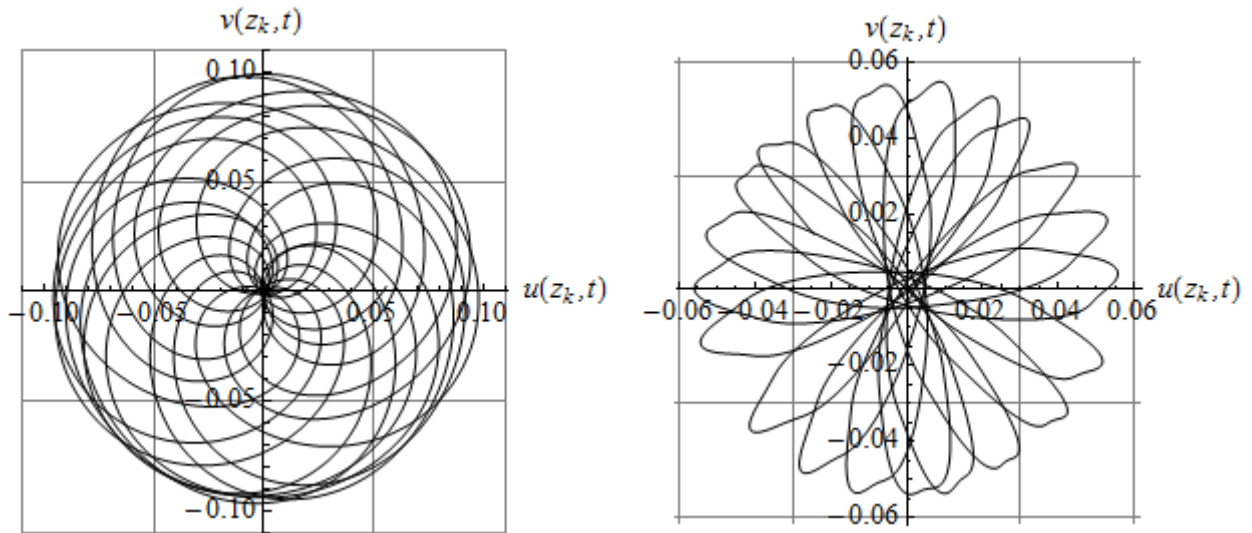
б)  $t_m = 20,5 c$



в)  $t_m = 58,1 c$

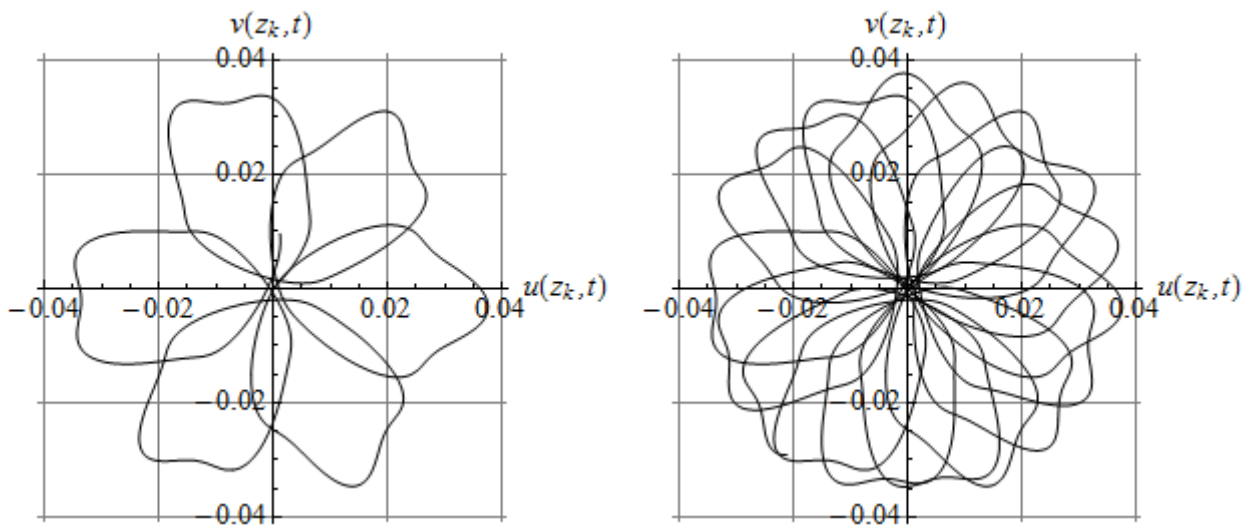
г)  $t_m = 97,0637 c$

Рисунок 4 – Распространение продольных колебаний  $W(z, t_m)$  по длине буровой колонны



а)  $l = 150 \text{ м}, \omega = 30 \text{ об / мин}$  б)  $l = 100 \text{ м}, \omega = 5 \text{ об / мин}$

Рисунок 5 – Параметрические кривые поперечных колебаний буровой колонны



а)  $t = 52 \text{ с}$

б)  $t = 150 \text{ с}$

Рисунок 6 – Параметрические кривые поперечных колебаний буровой колонны

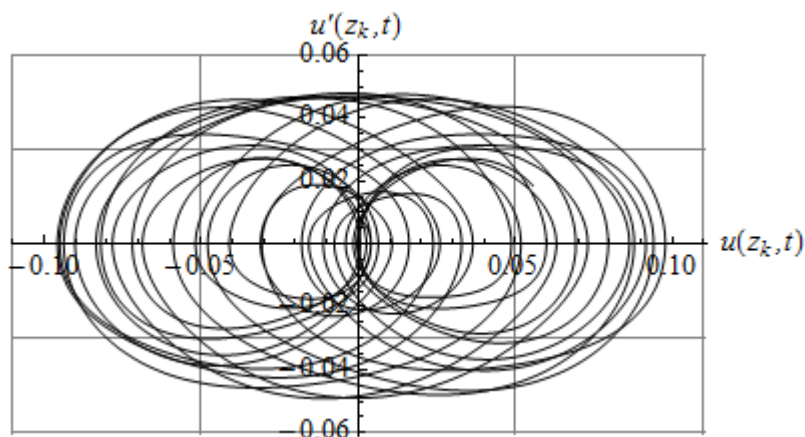


Рисунок 7 – Фазовый портрет поперечных колебаний  $u(z, t)$  буровой колонны

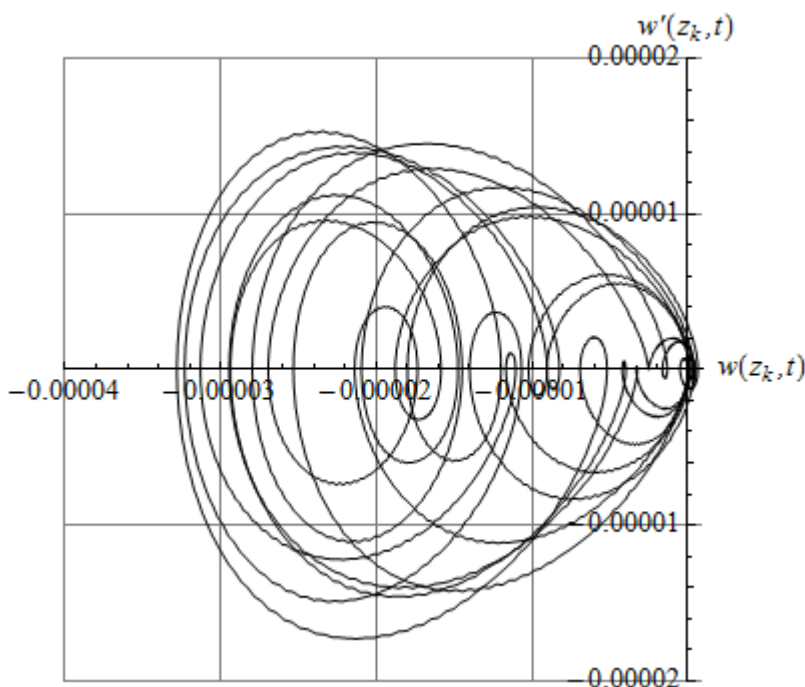


Рисунок 8 – Фазовый портрет продольных колебаний  $w(z, t)$  буровой колонны

**Заключение.** В работе разработана нелинейная математическая модель продольно-поперечных колебаний буровых колонн, используемых в нефтегазодобывающей промышленности. В результате ее численного анализа установлен нелинейный характер колебательного процесса буровых колонн, отличный от случая, когда их деформации полагаются малыми. При анализе продольных колебаний установлено, что колебания верхней половины буровой колонны направлены вниз вдоль оси  $z$ , а колебания нижней половины – вверх. Что свидетельствует о сжатии буровой колонны при действии на нее внешних нагрузок и при эксплуатации. При изучении фазовых портретов поперечных и продольных колебаний буровой колонны установлено, что колебательные процессы, возникающие при проходке буровой колонной скважины, являются устойчивыми для выбранных геометрических и технологических характеристик буровой штанги.

*Работа была выполнена в рамках проекта ГФ-4 №5453 грантового финансирования Министерства Образования и Науки Республики Казахстан.*

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Вудс Г., Лубинский А. Искривление скважин при бурении. – М.: Гостоптехиздат, 1960. – 161 с.
- [2] Симонов В.В., Юнин Е.К. Влияние колебательных процессов на работу бурильного инструмента. – М.: Недра, 1977. – 217 с.
- [3] Юртаев В.Г. Динамика буровых установок. – М.: Наука, 1987. – 156 с.
- [4] Gulyaev V.I., Gaidachuk V.V., Glushakova O.V. Andronov-Hopf bifurcations in wave models of torsional vibrations of drill strings. // *International Applied Mechanics*. – 2011. – Vol. 46(11). – P. 1275-1283.
- [5] Hakimi H., Moradi S. Drillstring vibration analysis using differential quadrature method. // *Journal of Petroleum Science and Engineering*. – 2010. – Vol. 70. – P. 235–242.
- [6] Vaz M.A., Patel M.N. Analysis of drill strings in vertical and deviated holes using the Galerkin technique. // *Engineering structures*. – 1995. – Vol. 17(6). – P. 437-442.
- [7] Nandakumar K., Wiercigroch M. Stability analysis of a state dependent delayed, coupled two DOF model of drill-string vibration. // *Journal of Sound and Vibration*. – 2013. – Vol. 332. – P. 2575–2592.
- [8] Gulyayev, V.I., Borshch, O.I. Free vibrations of drill strings in hyper deep vertical bore-wells. // *Journal of Petroleum Science and Engineering*. – 2011. – Vol. 78. – P. 759–764.
- [9] Гуляев В.И. и др. Квазистатические критические состояния колонн глубокого бурения. // *Проблемы прочности*. – 2006. – №5. – С. 109-119.
- [10] Гуляев В.И., Худолий С.Н., Борщ Е.И. Колебания кружения конструкции низа бурильной колонны. // *Проблемы прочности*. – 2010, №6. – С. 13-25.
- [11] Yigit, A.S., Christoforou, A.P. Coupled axial and transverse vibrations of oilwell drillstrings. // *Journal of Sound and Vibration*. – 1996. – Vol. 195 (4). – P. 617-627.
- [12] Christoforou, A.P., Yigit, A.S. Dynamic modeling of rotating drillstrings with borehole interactions. // *Journal of Sound and Vibration*. – 1997. – Vol. 206 (2). – P. 243-260.
- [13] Хаджиева Л.А., Умбеткулова А.Б. Об аппроксимации нелинейных колебаний сжато-скрученной буровой штанги при конечных деформациях // *Известия НАН РК, серия физико-математическая*. – 2014. – №1 (293). – С.69-75.
- [14] Khajiyeva L.A., Kydyrbekuly A.B., Sergaliyev A., Umbetkulova A. Simulation of Movement of Drill Rods at Large Deformations. *Advanced Materials Research*, Vol.702 (2013). Trans. Tech. Publications, Switzerland, pp. 253-258.
- [15] Christoforou A.P., Yigit A.S. Dynamic modeling of rotating drill strings with borehole interactions. *Journal of Sound and Vibration*, 206(2), 243-260, 1997.
- [16] Новожилов В.В. Основы нелинейной теории упругости. - М.- Л.: ОГИЗ, 1948. – 211с.
- [17] Вибрации в технике. Справочник: в 6-и т. – М.: Машиностроение, 1978. - Т.1. – 352с.
- [18] Вибрации в технике. Справочник: в 6-и т. – М.: Машиностроение, 1979. - Т.2. – 351с.
- [19] Филиппов А.П. Колебания деформируемых систем. – Изд. 2-е, переработанное. – М.: Машиностроение, 1970. - 736 с.
- [20] Филиппов А.П. и др. Численные методы в прикладной теории упругости. – Киев: Наук. думка, 1968. – 250 с.

REFERENCES

- [1] Vuds G., Lubinskij A. Curvature of the Boreholes During Drilling. M.: Gostoptehizdat, 1960, 161 p. (in Russ)
- [2] Simonov V.V., Junin E.K. Influence of Oscillatory Processes at Work of Drilling Tool. M.: Nedra, 1977, 217 p. (in Russ)
- [3] Jurtaev V.G. Dynamics of Drilling Rigs. M.: Nauka, 1987, 156 p. (in Russ)
- [4] Gulyaev V.I., Gaidachuk V.V., Glushakova O.V. Andronov-Hopf bifurcations in wave models of torsional vibrations of drill strings. *International Applied Mechanics*, 2011, Vol. 46(11), pp. 1275-1283.
- [5] Hakimi H., Moradi S. Drillstring vibration analysis using differential quadrature method. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 2010, Vol. 70, pp. 235–242.
- [6] Vaz M.A., Patel M.N. Analysis of drill strings in vertical and deviated holes using the Galerkin technique. *Engineering structures*, 1995, Vol. 17(6), pp. 437-442.
- [7] Nandakumar K., Wiercigroch M. Stability analysis of a state dependent delayed, coupled two DOF model of drill-string vibration. *Journal of Sound and Vibration*, 2013, Vol. 332, pp. 2575–2592.
- [8] Gulyayev, V.I., Borshch, O.I. Free Vibrations of Drill Strings in Hyper Deep Vertical Bore-wells. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 2011, Vol. 78, pp. 759–764.
- [9] Guljaev V.I. and others. Quasi Critical State of Deep Drilling Columns. *Problemy prochnosti*, 2006, №5, pp. 109-119. (in Russ)
- [10] Guljaev V.I., Hudolij S.N., Borshh E.I. Fluctuations of Whirling Designs BHA. *Problemy prochnosti*, 2010, №6, pp. 13-25. (in Russ)
- [11] Yigit, A.S., Christoforou, A.P. Coupled axial and transverse vibrations of oilwell drillstrings. *Journal of Sound and Vibration*, 1996, Vol. 195 (4), pp. 617-627.
- [12] Christoforou, A.P., Yigit, A.S. Dynamic modeling of rotating drillstrings with borehole interactions. *Journal of Sound and Vibration*, 1997, Vol. 206 (2), pp. 243-260.
- [13] Khajiyeva L.A., Umbetkulova A.B. About the Approximation of Nonlinear Fluctuations of Compressed and Twisted Drilling Rods at the Finite Deformation. *Izvestija NAN RK, serija fiziko-matematicheskaja*, 2014, №1 (293), pp.69-75. (in Russ)
- [14] Khajiyeva L.A., Kydyrbekuly A.B., Sergaliyev A., Umbetkulova A. Simulation of Movement of Drill Rods at Large Deformations. *Advanced Materials Research*. Trans. Tech. Publications, Switzerland, 2013, Vol.702, pp. 253-258.

- [15] Christoforov A.P., Yigit A.S. Dynamic modeling of rotating drill strings with borehole interactions. Journal of Sound and Vibration, 1997, 206(2), pp. 243-260.
- [16] Novozhilov V.V. Fundamentals of Nonlinear Elasticity. M.- L.: OGIz, 1948, 211p. (in Russ)
- [17] Vibration in the Technique. Spravochnik: v 6-i t. M.: Mashinostroenie, 1978, vol.1, 352p. (in Russ)
- [18] Vibration in the Technique. Spravochnik: v 6-i t. M.: Mashinostroenie, 1979, vol.2, 351p. (in Russ)
- [19] Philippov A.P. Fluctuations of Deformable Systems. Izd. 2-e, pererabotannoe. M.: Mashinostroenie, 1970, 736p. (in Russ)
- [20] Philippov A.P. and others. Numerical Methods in Applied Theory of Elasticity. Kiev: Nauk. dumka, 1968, 250p. (in Russ)

**А. Б. Үмбетқұлова**

Әль-Фараби атындағы қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

**БҰРҒЫЛАУ ҚАРНАҒЫНЫҢ КӨЛБЕУ-КӨЛДЕНЕҢ ТЕРБЕЛІСІН  
МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ**

**Аннотация.** Мақалада мұнай және газ ұнғымасын бұрғылау үшін қолданылатын бұрғылау қарнағының көлбеу-көлденең тербелесінің сызықсыз динамикалық математикалық моделі құрылған. Бұрғылау қарнағының серпімді деформация моделі В.В.Новожиловтың ақырлы деформациялар теориясына сәйкес орнатылады. Бұрғылау қарнағы серпімді айналмалы біліс ретінде қаралған, оған жүк-салмақ пен бұрау моменті әсер етеді. Остроградский-Гамильтон әдісі арқылы көлбеу және көлденең сызықсыз модельдер тікелей интеграция күрделілігіне байланысты айнымалыларды ажырату әдісін қолданып дербес туындылы теңдеу жүйесі сызықсыз дифференциалдық теңдеу жүйесіне келтіріледі. Модельді сандық талдауы символдық Wolfram Mathematica пакеті арқылы шығарылған.

**Түйін сөздер:** бұрғылау қарнағы, сызықсыз модель, көлбеу-көлденең тербелісі, Бубнов-Галеркин әдісі.

**T. A. Azatbek, D. T. Baitenizov**

Eurasian national university named after L. N. Gumilev, Astana, Kazakhstan.

E-mail: Baitenizov84@mail.ru; tolkyn\_d2005@mail.ru

## **FOREIGN EXPERIENCE OF FREELANCING AS A FORM OF SELF-EMPLOYMENT IN THE LABOUR MARKET**

**Abstract.** The article is devoted to research and evaluation of a particular form of self-employment in today's job market. One of the features of this market is functioning in its electronic self-employment or freelancing. The authors studied the nature and mechanism of the freelance market. The article deals with the concept of freelance exchange, conducted a structural analysis of supply and demand in the market of freelancing, and also presented an author's working to define a portrait of a modern Russian-speaking freelancer. Based on the analysis the authors developed proposals for the introduction of foreign experience in Kazakhstan, including the development of the legal framework of freelancing.

**Keywords:** virtual globalization, self-employment, freelance, russian-speaking freelance, freelance exchange, structural analysis, hypothesis, the author's portrait of a freelancer, recommendations.

УДК 331.5

**Т. А. Азатбек, Д. Т. Байтенизов**

Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан

## **ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ РАЗВИТИЯ ФРИЛАНСА КАК ФОРМЫ САМОЗАНЯТОСТИ НА РЫНКЕ ТРУДА**

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию и оценке особой формы самозанятости на современном рынке труда. Одной из особенностей развития данного рынка является функционирование в нем электронной самозанятости или фриланса. Авторами изучены сущность и механизм работы фриланс-бирж. В статье раскрывается понятие фриланс-биржи, проведен структурный анализ спроса и предложения на рынке фриланса, а также представлены авторские разработки по определению портрета современного русскоязычного фрилансера. На основе проведенного анализа авторами выработаны предложения по внедрению зарубежного опыта в Казахстане, в том числе разработка правовой основы развития фриланса.

**Ключевые слова:** виртуальная глобализация, самозанятость, фриланс, русскоязычный фриланс, фриланс-биржи, структурный анализ, гипотезы, авторский портрет фрилансера, рекомендации.

В современном мире бизнеса важную роль играют перманентно появляющиеся новые формы предпринимательской активности, при этом, часто не являясь предпринимательством в классическом представлении и понимании, а скорее некой формой самозанятости. Кроме того, всевозрастающая конкуренция стимулирует новые подходы к организации труда внутри самой организации, предусматривающую гибкую или дистанционную занятость, а также выполнение узконаправленных краткосрочных проектов. В мире высоких технологий и инноваций появление виртуальной работы как формы самозанятости стало закономерным следствием данного процесса.

Несмотря на большое количество зарубежных исследований, до сих пор нет полного согласия в определении самозанятости. В широком смысле, самозанятость означает работу на самого себя.

Самозанятость остается важным способом для многих людей, чтобы заработать на жизнь. После продолжительного спада самозанятости в сельском хозяйстве, доля несельскохозяйственной

самозанятости растет во многих западных промышленно развитых странах, что объясняется отчасти и новыми информационно-коммуникационными технологиями, и более благоприятными условиями для ведения бизнеса в сфере услуг [1].

Широкое распространение информационных технологий способствовало развитию нового вида самостоятельной занятости человека для получения дохода, которое во всем мире получило название «фриланс».

Под фрилансом (англ.) (*free* – свободный, *lance* – копьё, *freelancer* – свободный копьеносец, наёмный воин) понимается чаще всего особый вид занятости или самозанятости, без заключения долгосрочного трудового договора вне штата организации удаленно. Впервые данный термин был употреблен Вальтером Скоттом в романе «Айвенго», назвав так средневековых наемных воинов, солдат, которые несли службу не из политических или идеологических соображений, а исключительно из финансовых.

Наибольший интерес к изучению самозанятости в мировой науке приходится на 1996 год согласно данным «гугл академии», а пик популярности у ученых к фрилансу зафиксирован в 2000-м году [2]. Во второй половине XX века стремительно возрастает количество научных статей, посвященных самостоятельной занятости, что связано, несомненно, с изменениями в глобальной экономике, наступлением постиндустриального общества, повсеместной компьютеризацией процесса труда и занятости. Но также, можно заметить, что фриланс более популярное в науке явление, особенно в последние десятилетия.

Для Казахстана представляется актуальным и интересным изучение особенностей развития русскоязычного фриланса как относительно нового направления на рынке самозанятости нашей страны. Логично утверждать, что практически все фрилансеры Казахстана используют русский язык в качестве делового языка или языка коммуникации при заключении фриланс-сделок, регистрируясь при этом на крупнейшей русскоязычной фриланс-бирже fl.ru, зарегистрированной в Российской Федерации [3].

Факторами, обуславливающими распространение и развитие фриланса в России, являются:

Во-первых, дополнение Трудового кодекса РФ главой 49.1 в соответствии с Федеральным законом от 5 апреля 2013 №60-ФЗ, регулиующую дистанционную работу.

Во-вторых, диффузия инноваций, распространение информационно-коммуникационных технологий, электронной коммерции и электронных денег.

В-третьих, дальнейший процесс глобализации, обуславливающий развитие глобализации и в виртуальном пространстве.

В-четвертых, стимулирование государственными программами стран создания креативной экономики, построенной на инновациях, развитием не сырьевых секторов экономики.

В-пятых, значительное количество уже зарегистрированных пользователей, исполнителей и заказчиков, на международных фриланс-биржах.

Согласно исследованиям компании «KellyServices» [4] финансово-экономический спад и рецессия в РФ стимулировали развитие фриланс-услуг. Около 30% респондентов ассоциировали себя в качестве индивидуальных предпринимателей или фрилансеров, а около 50% оставшихся планировали стать ими в будущем. По мнению респондентов к основным факторам, которые тормозят свободную деятельность, относятся: нестабильность доходов, недостаток опыта и поддержки. Люди, которые стали безработными из-за экономического кризиса 2008 г., стали в итоге работать как внештатные специалисты и независимые подрядчики. Современный человек со всей ответственностью подходит к своей карьере, при этом видя в самостоятельной занятости, – достижение личного и профессионального роста.

Сегодня многие компании переводят непрофильные бизнес-функции в аутсорсинг, что, конечно, создает для фрилансеров дополнительные возможности. В данных условиях работодатели должны понимать, что для удержания и привлечения молодых одаренных специалистов в уже настоящем и будущем требуется особая мотивация, основанная на личной свободе и антрепренерской системе.

Современный российский рынок фриланс-услуг является частью общемирового рынка данного вида удаленной занятости. Сфера русскоязычного фриланса представлена в основной своей массе совокупностью различных электронных бирж, где встречаются заказчики и исполнители. Здесь существуют биржи, как и общей направленности, так и специализированные (таблицы 1, 2).

Таблица 1 – Фриланс-биржи общей направленности

№	Название биржи	Год основания	Количество зарегистрированных пользователей	
			Заказчиков	Исполнителей
1	Fl.ru	2005	1 600 000	
2	Freelance.ru	2010	–	
3	FreelanceJob.ru	2006	–	
4	Prohq.ru	2011	75 726	
5	Dalance.ru	2006	49 077	
6	Webpersonal.ru	2007	24 333	
7	Jaaj.ru	2012	7957	
8	Best-lance.ru	2010	1820	9146
9	Weblancer.net	2003	–	9733

*Источник.* Стребков ДО, Шевчук АВ, Спирина МО; отв. ред. сер. Радаев В.В. (2015) / Развитие русскоязычного рынка удаленной работы, 2009–2014 гг. (по результатам Переписи фрилансеров) [Текст] // Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики»; Лаб. экон.-социол. исслед. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики. – 225, [1] с. – 300 экз. – (Аналитика ЛЭСИ. Вып. 16). – ISBN 978-5-7598-1336-1 (в обл.).

Практически все известные биржи, как общей, так и специализированной направленностей появились в России в период с 2002 по 2012 г., и именно этот период также характеризуется динамичным ростом ВВП РФ [5]. Также необходимо отметить огромное отставание от биржи общей направленности fl.ru по количеству зарегистрированных пользователей других подобных фриланс-бирж. Однако по количеству зарегистрированных пользователей специализированная фриланс-биржа Advego.ru сопоставима с fl.ru. и насчитывает 1 624 579 исполнителей и заказчиков [6]. Другие специализированные биржи также значительно менее популярны. Хотелось бы отметить, что в основном данные фриланс-биржи направлены на работу с различными текстами.

Таблица 2 – Специализированные фриланс-биржи

№	Название биржи	Профиль	Год основания	Количество зарегистрированных пользователей	
				заказчиков	исполнителей
1	Advego.ru	Контент	2008	1 624 579	
2	Etxt.ru	Копирайт, переводы	2008	157 819	419 111
3	Gogetlinks.net	IT	2007	182 599	
4	E-generator.ru	Копирайт	2002	–	
5	Textsale.ru	Копирайт	2008	–	
6	Illustrators.ru	Дизайн	2007	–	
7	Telder.ru	Сайты и домены	2007	–	
8	Modber.ru	1С	2012	–	
9	lclancer.ru	1С	2009	–	
10	Turbotext.ru	Копирайт	2008	8198	72 493
11	Help-s.ru	Студенческие работы		151 793	4579
12	Textbroker.ru	Копирайт	2007	46 386	320
13	Copylancer.ru	Копирайт	2007	–	
14	Proektanti.ru	Инженерия	2008	–	16 487
15	Neotext.ru	Копирайт	2007	7500	26 000
16	Votimenno.ru	Нейминг	2008	3037	20 559
17	Ankors.ru	Анкоры	2008	7866	7469

*Источник.* Стребков Д.О., Шевчук А.В., Спирина М.О.; отв. ред. сер. Радаев В.В. (2015) / Развитие русскоязычного рынка удаленной работы, 2009–2014 гг. (по результатам Переписи фрилансеров) [Текст] // Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики»; Лаб. экон.-социол. исслед. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики. – 225, [1] с. – 300 экз. – (Аналитика ЛЭСИ. Вып. 16). – ISBN 978-5-7598-1336-1 (в обл.).



Сегодня рынок труда предлагает фриланс-биржи также для частичного решения проблемы безработицы и модернизации структуры экономики, создав креативный класс фрилансеров. Фриланс-услуги появились в России в 2005 с рождением крупнейшей русскоязычной фриланс-биржи fl.ru, но при этом рынок фриланс-услуг России считается быстроразвивающимся и количество фрилансеров из года в год только увеличивается. Достаточно посмотреть на один из первых сайтов для фрилансеров free-lance.ru (fl.ru). Так, по данным этой наиболее востребованной фриланс-биржи в Рунете, рынок фрилансеров с 2008 г. уверенно растет. И по состоянию на 23.09.2014 г. Количество зарегистрированных пользователей (заказчиков и исполнителей) составляет 1 600 000 человек [6]. А уже на 23.05.2016 г. число зарегистрированных только фрилансеров составляет 1 150 000 специалистов. Более того, на FL.ru также ежемесячно публикуется свыше 30 000 проектов, вакансий и конкурсов по различным специализациям. Аудитория FL.ru – это активные пользователи Интернета от 20 до 50 лет из 27 стран мира (Россия, Украина, Беларусь, Казахстан и т.д.) [3].

При средней заработной плате 32500 тыс. рублей в месяц, согласно авторскому опросу, общий потенциальный доход фрилансеров может достигать до 36,8 млрд. рублей. Однако, общая численность фрилансеров в России не определена. Кроме того, вывести фрилансеров из тени, так как их подавляющее большинство не платит налоги, представляется актуальной задачей будущих исследований.

Один и тот же фрилансер может быть зарегистрирован на нескольких биржах одновременно, чтобы увеличить шансы получить выгодный проект. Некоторые же профили фрилансеров, уже имеющиеся в базе данных бирж, к некоторому моменту времени могут быть уже неактуальными и нерабочими. Так как фриланс не определен ни возрастными, ни физическими ограничениями, при оценке численности фрилансеров России, то есть российских граждан, зарабатывающих с помощью оказания фриланс-услуг, необходимо учитывать тот факт, что фриланс также не имеет политических и географических границ. Только русскоязычная среда российских бирж ограничивает пользовательские возможности потенциальных иностранных участников данных деловых площадок.

Таким образом, определить точную численность россиян, которые являются фрилансерами сегодня, не представляется возможным. Однако, по словам ученого ВШЭ Стребкова Д.О, их примерное количество составляет около 1 млн. человек.

Одним из главных показателей эффективности работы во фрилансе является размер дохода людей, занятых данной занятостью. Определение цены фриланс-услуг является достаточно сложной задачей, стоимость зависит от целого ряда факторов. Во-первых, это опыт и фриланс-мастерство. Во-вторых, уровень образования и специализация. В-третьих, сложность самого проекта. Неправильная оценка стоимости услуг дезориентирует в мире бизнеса, приводит к коллапсу предприятия. При расчете стоимости фриланс-работ необходимо следовать ряду принципов, чтобы не допустить негативных последствий для своего бизнеса. Тем не менее, ни один из методов не является полностью подходящим для частного случая или для конкретной профессии.

Таким образом, основными факторами оценки фриланс-услуг являются собственные потребности, потребности рынка, стоимость услуг конкурентов, которые можно найти на всевозможных фриланс-биржах [7].

Крупное исследование провела международная финансовая компания «Payoneer», которая исследовала доход фрилансеров. Ею были опрошены около 23 тыс. со всех стран мира. В ходе исследования получены некоторые данные и выявлены средние часовые ставки фрилансеров: 18 долларов в час – средняя почасовая ставка фрилансера в русскоязычных странах; самыми высокооплачиваемыми являются юридические услуги – до 31 доллара в час; почти 50% клиентов – американцы; те, кто трудятся в различных организациях, оценивают свой труд фрилансера выше на 5%, по сравнению со «свободным фрилансером»; работает фрилансер в среднем 36 часов в неделю и удовлетворенность своим доходом от всего количества фрилансеров составляет менее половины. Существуют также гендерные различия в оценке стоимости фриланс-услуг. Так средняя ставка мужчины фрилансера выше средней ставки женщины фрилансера на 19% и составляет 19 долларов против 16 долларов у женщин [7].

В последние годы на рынке фриланс-услуг имеют место децентрализованные процессы: доля русскоязычных фрилансеров, проживающих за пределами Российской Федерации, в странах СНГ,

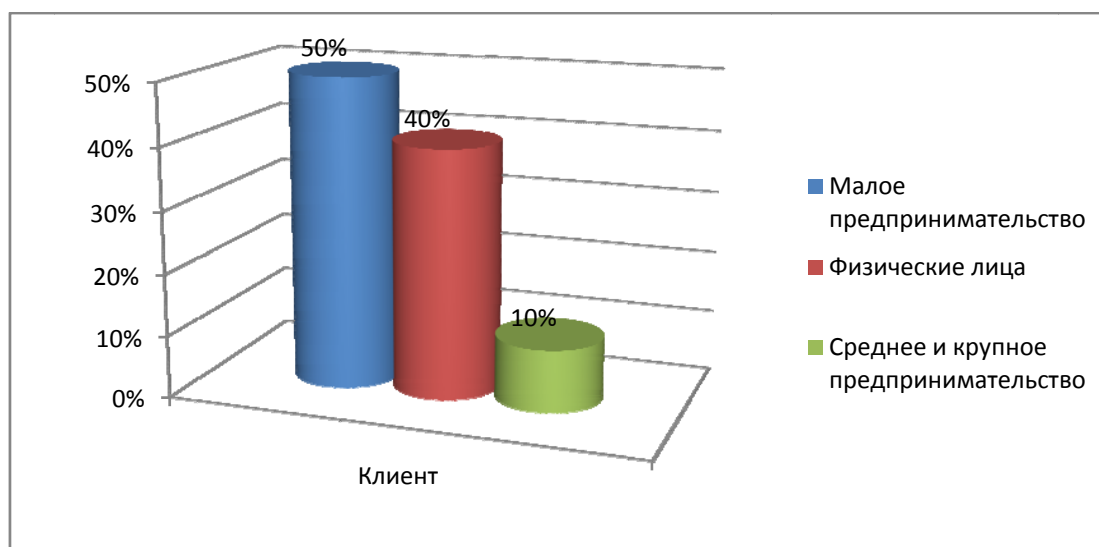
ЕАЭС, на Украине, возросла с 24 до 38%, а доля фрилансеров РФ, проживающих в ее регионах, также возросла с 69 до 78%. Таким образом, мы видим, диффузию инноваций, когда люди со всех окраин страны вовлечены в строительство новой экономики, экономики знаний. При этом, русскоговорящие фрилансеры, проживающие за пределами РФ, исследователями рассматриваются как «электронные мигранты», которые, обладая высоким уровнем человеческого капитала, приносят существенную пользу на пути к креативной экономике [6].

Согласно исследованию самой большой русскоязычной фриланс-биржи, fl.ru, структурный анализ спроса и предложения на рынке фриланса показывает, что для 40% фрилансеров переход в данный вид деятельности связан с потерей работы, для 33% фриланс рассматривается как подработка, и только для 27% фриланс стал выбором карьеры (рисунок 1). А основными пользователями фриланс-услуг являются физические лица и малое предпринимательство – 90% (рисунок 2).



Источник. Электронные фриланс-биржи Fl.ru; freelance.ru. Дата обращения – 05.2016 г.

Рисунок 1 – Анализ предложения на российском рынке фриланса



Источник. Электронные фриланс-биржи Fl.ru; freelance.ru. Дата обращения – 05.2016 г.

Рисунок 2 – Анализ спроса на фриланс-услуги в России

Согласно данным рекрутингового агентства Superjob.ru [8] наиболее востребованными профессиями в России в 2014 г. стали программисты, квалифицированные рабочие, врачи, инженеры. Программисты пользуются популярностью у рекрутеров в связи с вением времени, эпохой глобализации и информационного общества. Сегодня практически в любой средней или крупной организации РФ есть IT отделы, где находится штат программистов. И чем опытнее и профессиональнее программист, тем более ощущается его нехватка в регионах страны, так как крупные и солидные компании Москвы и Санкт-Петербурга предлагают лучшие условия для профессиональных специалистов в IT сферах.

Согласно статистике в 2013г. уровень общей безработицы в России составил 5,5%. В кризисный 2009 год общероссийский показатель составил 8,3%. Примечательно, что уровень общероссийской безработицы среди молодежи, уже закончившей учреждения профессионального образования в 2012 г., составил 12,7%, что на 4,4% выше общероссийского показателя в кризисный 2009 год. А уровень безработицы среди сельской молодежи выше, чем у городской на 2,5% [9] (таблица 3). Думается, некоторая доля из них пополняет ряды фрилансеров и зарабатывает себе на жизнь, работая удаленно, увеличивая при этом теневую экономику региона. Действительно, переход во фриланс при отсутствии работы на селе видится актуальным решением проблемы сельской безработицы, но, при этом, дальнейшие исследования по переходу данного вида деятельности людей в легальное поле также актуальны и необходимы.

Таблица 3 – Экономическая активность выпускников  
(окончивших учреждения профессионального образования в 2012 г.) в 2013 г. в России

	Всего, тыс. чел.	Из него		Уровень экономической активности, %	Уровень заня- тости, %	Уровень безра- ботицы, %
		занятые в экономике	безра- ботные			
<b>Экономически активное население - всего</b>	<b>1972</b>	<b>1722</b>	<b>250</b>	<b>86,4</b>	<b>75,4</b>	<b>12,7</b>
в том числе по уровню образования:						
высшее профессиональное образование <sup>1)</sup>	1284	1143	141	88,6	78,8	11,0
среднее профессиональное образование	475	403	72	83,1	70,6	15,1
начальное профессиональное образование	213	175	38	81,2	66,8	17,7
<b>Мужчины - всего</b>	<b>923</b>	<b>804</b>	<b>119</b>	<b>90,0</b>	<b>78,4</b>	<b>12,9</b>
в том числе по уровню образования:						
высшее профессиональное образование <sup>1)</sup>	544	485	58	93,0	83,1	10,7
среднее профессиональное образование	234	198	36	87,0	73,6	15,4
начальное профессиональное образование	146	121	25	84,7	70,2	17,1
<b>Женщины - всего</b>	<b>1049</b>	<b>918</b>	<b>131</b>	<b>83,4</b>	<b>72,9</b>	<b>12,5</b>
в том числе по уровню образования:						
высшее профессиональное образование <sup>1)</sup>	741	658	83	85,5	76,0	11,2
среднее профессиональное образование	241	206	36	79,7	68,0	14,8
начальное профессиональное образование	67	55	13	74,6	60,5	18,9
<b>Городское население - всего</b>	<b>1564</b>	<b>1374</b>	<b>190</b>	<b>87,0</b>	<b>76,5</b>	<b>12,2</b>
в том числе по уровню образования:						
высшее профессиональное образование <sup>1)</sup>	1076	962	115	89,0	79,5	10,7
среднее профессиональное образование	346	294	52	83,7	71,1	15,1
начальное профессиональное образование	141	118	23	81,4	68,1	16,4
<b>Сельское население – всего</b>	<b>408</b>	<b>348</b>	<b>60</b>	<b>83,8</b>	<b>71,5</b>	<b>14,7</b>
в том числе по уровню образования:						
высшее профессиональное образование <sup>1)</sup>	208	182	26	86,3	75,5	12,5
среднее профессиональное образование	128	109	19	81,7	69,4	15,1
начальное профессиональное образование	72	57	15	80,8	64,4	20,2

<sup>1)</sup> Включая лиц, имеющих послевузовское образование.

Источник. Федеральная служба государственной статистики РФ. Экономическая активность населения России. Официальное издание. 2014 г.

Для того чтобы стать по-настоящему профессиональным фрилансером, иметь высокий доход необходимо проделать определенный путь, который является, по сути, работой над портфолио. Известно, что международные фриланс-биржи применяют разные подходы к верификации, сертификации пользователей, способам распределения заказов и регистрации, поэтому молодому человеку необходимо изучить данный рынок занятости самостоятельно, чтобы стать успешным фрилансером.

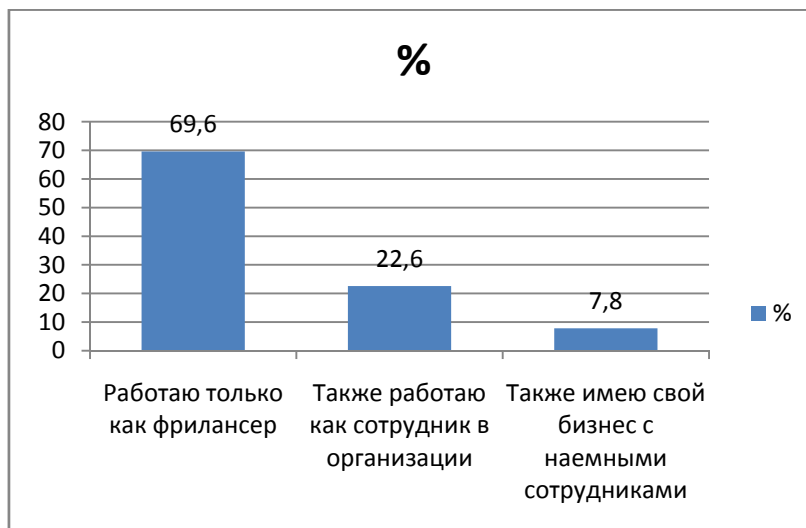
В целях определения социального портрета фрилансера русскоязычного сегмента виртуального рынка фриланса, авторами осуществлен интернет опрос среди русскоязычных фрилансеров.

Опрос был проведен в период с 18 апреля 2016 г. по 20 мая 2016 г. в Интернете. Основой анкеты стало фундаментальное исследование среди фрилансеров, проведенное «Высшей школой экономики» и сервисом удаленной работы fl.ru в период 2008–2014 гг. В авторском исследовании приняло участие 115 (сто пятнадцать) человек.

Ссылка была размещена на платформе [www.cyberforum.ru](http://www.cyberforum.ru), в тематической группе социальной сети [www.vk.com](http://www.vk.com), а также разосланы фрилансерам через электронную почту [email.ru](mailto:email.ru). Анкета была составлена с помощью google-форм, состояла из 24 вопросов, 20 из которых состояли из закрытых ответов. Так, согласно опросу, самым важным при переходе во фриланс явилась возможность работать дома – 18,3%, на втором (17,4%) и третьем месте (16,5%) – возможность самому выбирать время работы и интересующие фрилансера проекты соответственно. 74% опрошенных ассоциируют себя с самозанятыми, 22% – с предпринимателями, оставшиеся выбрали «другое».

Большинство опрошенных фрилансеров – это жители мегаполиса, они составили 62,6% опрошенных, а 16,5% – это жители города с населением менее 200тыс. человек и 5,2% – сельские жители. Таким образом, каждый пятый фрилансер живет в «глубинке» и его доход потенциально оказывается равным фриланс-жителям Москвы и Санкт-Петербурга, Астаны и Минска. 15,7% фрилансеров составляют нероссийские русскоязычные жители, включая Казахстан.

Выяснилось, что подавляющее большинство опрошенных оказались фрилансерами, которые выбрали данный вид деятельности в качестве профессии – 69,6% (рисунок 3).

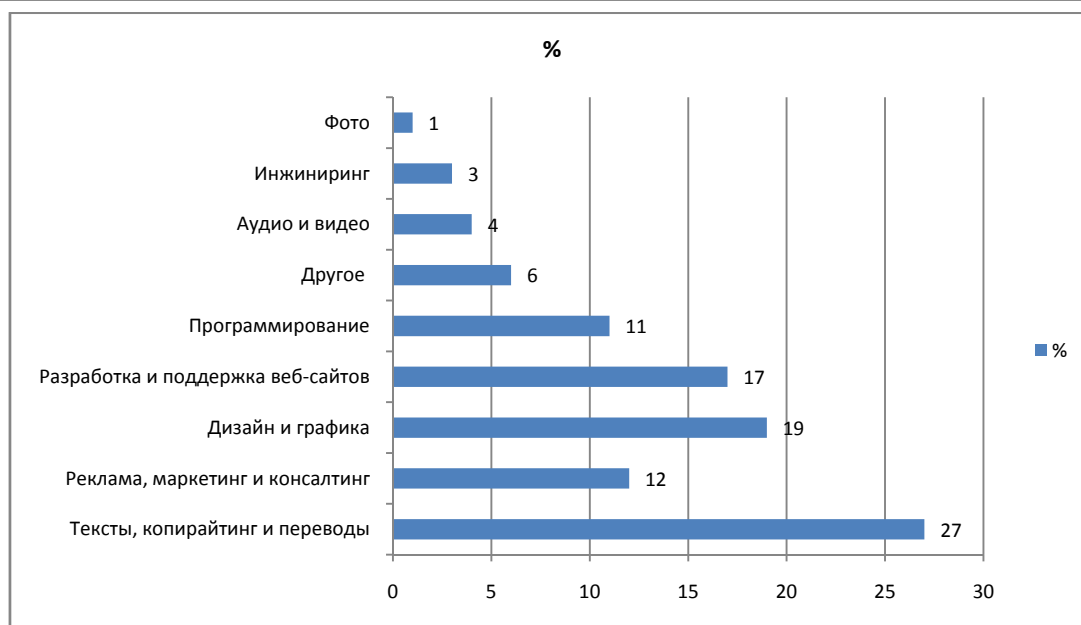


Примечание. Составлено авторами.

Рисунок 3 – Комбинирование фриланса с другими видами занятости

В более чем три раза меньше тех, кто работает также как сотрудник в организации. 7,8% опрошенных имеют свой бизнес с наемными сотрудниками.

В ходе авторского опроса также отмечено, что среди 115 фрилансеров у 20 человек работа, которую они выполняют как фрилансеры, полностью соответствует полученной специальности после окончания средней школы, в то время как у 35 человек – полностью не соответствует. Среднее значение показателя составляет 4,93 пункта из возможных 10, где 10 пунктов – это полное совпадение работы во фрилансе и полученной специальности.



Примечание. Составлено авторами.

Рисунок 4 – Виды фриланс-услуг

Большая часть фрилансеров предпочитает работать с текстами, заниматься копирайтингом и переводами. На втором месте дизайн и графика (рисунок 4).

По нашему мнению, это как раз отражает спрос рынка. Такие более сложные виды деятельности как программирование и инжиниринг в общей сложности занимают около седьмой части фриланс-услуг.

Согласно Федеральной службе государственной статистики, уровень занятости мужчин среди экономически активного населения в трудоспособном возрасте немного выше и составляет 77,8 против 72,0% у женщин.

Согласно же авторскому опросу женщины составляют 61,7%, мужчины - 38,3%. Возможно, что в опросе активнее приняли участие именно женщины, охотнее отвечая на опрос фрилансеров, проводимый в интернете. Интересным фактом является то, что женщин, занятых удаленной инженерией не нашлось, а программированием занимаются 23% от всех программистов. Женщин в 9 раз больше, в сравнении с мужчинами, среди тех, кто занимается текстами, копирайтингом и переводами. Мужчины предпочитают заниматься программированием, инжинирингом, а также разработкой и поддержкой веб-сайтов.

Согласно данным автора, средний возраст фрилансера составляет 26 лет, так как 60,9% фрилансеров – это молодые люди в возрасте 22-30 лет, 22,6% от 31-40 лет. Тогда как, в целом, по РФ возраст людей, занятых в экономике, распределен, примерно, равными группами: от 25 до 54 лет. А средний возраст составляет 40,3 лет [9].

Большая часть фрилансеров имеет высшее образование или послевузовское, порядка 71,4%. В то время как в целом по России количество граждан, имеющих высшее и послевузовское образование, составляет всего 31,7% [10]. Таким образом, фриланс – профессия молодых и образованных.

В ходе социологического исследования проверялась гипотеза о существовании зависимости доходов фрилансера от стажа во фрилансе и количества отработанных часов во фрилансе в неделю. При анализе данных обнаружена незначительная корреляционная зависимость доходов от стажа во фрилансе и количества часов работы ( $r = 0,33$ ;  $r = 0,35$  соответственно). Таким образом, доход скорее зависит от направления деятельности фрилансера и конъюнктуры на фриланс-рынке, то есть цена определяется обычным законом спроса и предложения.

Также не обнаружено связи между удовлетворенностью работой и количеством часов работы во фрилансе ( $r = 0,18$ ). Тогда как среднее количество часов работы фрилансера в неделю составляет 29 часов.

Кроме того, из 115 фрилансеров 10 человек отметили наивысшую удовлетворенность жизнью в целом, тогда как наименьшую – 2 человека. Средняя же удовлетворенность жизнью фрилансера по нашим данным составляет 6,7 пунктов из 10 возможных, где 10 пунктов – это наибольшее удовлетворение жизнью в целом.

У 74 из 115 фрилансеров не было детей, а средний показатель на всю группу опрошенных фрилансеров составляет 0,53 ребенка на человека.

Гипотеза авторов о том, что больше всех получают доход от фриланса те, кто имеет свой бизнес с наемными работниками, меньший доход у «чистых» фрилансеров, и, наконец, наименьший доход у тех, кто совмещает фриланс и другой вид занятости, в данном случае подтвердилась (таблица 4).

Таблица 4 – Зависимость дохода от формы участия во фрилансе

№	Вид участия во фрилансе	Средний доход от деятельности во фрилансе
1	Имеет свой бизнес с наемными работниками	90133 руб.
2	Занимается только фрилансом	32071 руб.
3	Совмещает работу в штате и фриланс	12350 руб.

*Примечание.* Составлено авторами.

Таким образом, авторский портрет русскоязычного фрилансера, согласно анализу проведенного опроса и выделению основных средних и максимальных значений, – это молодая девушка до 30 лет с высшим образованием, занимающаяся текстами или копирайтингом, однако это, скорее, не соответствует ее специальности. Она проживает в мегаполисе РФ и работает 29 часов в неделю только как фрилансер, а самым важным при переходе во фриланс явилась возможность работать дома. Кроме того, эта девушка считает себя самозанятой, достаточно высоко удовлетворена жизнью в целом, не имеет в данный момент детей и зарабатывает около 32 тыс.рублей в месяц.

Кроме того, можно выделить характерные черты российского рынка фриланс-занятости: большое количество зарегистрированных пользователей на всевозможных фриланс-биржах, обладающих высоким потенциалом доходности, преобладание в структуре спроса на фриланс-услуги частных лиц и малого бизнеса, а также децентрализованные процессы на рынке фриланс-услуг.

Опыт развития фриланса в России и тенденции развития русскоязычного сегмента международных фриланс-бирж, позволил определить перспективы фриланса в Казахстане.

Современный рынок самозанятости Казахстана также имеет тенденцию к изменению, связанный с диффузией инноваций и распространением русскоязычного фриланса.

Проведенный анализ показывает, что огромное преимущество по количеству потенциальных заказчиков имеет ресурс fl.ru по сравнению с другими русскоязычными аналогами общей направленности, включая казахстанские фриланс-биржи.

Основываясь на российском опыте, необходимо стимулирование развития такого объективного явления как фриланс на рынке самозанятости Казахстана. Более того, развитие фриланса должно проходить в правовом поле. Данные меры позволят увеличить как занятость в целом по стране, так и долю высококвалифицированного труда в структуре самозанятости, а также позволят получить дополнительный доход в бюджет вследствие увеличения налогооблагаемой базы.

Для реализации предложенного стимулирования, предлагаем:

– внести соответствующие изменения в законодательство РК, в частности, дополнить Трудовой кодекс РК главой, посвященной фрилансу, а также определить стандартизированный механизм взаимодействия с заказчиком;

– подготовить государственную программу развития фриланса;

– создать электронную биржу самозанятости, которая бы выполняла также функцию профессионального союза, основой которого должна стать прозрачная система, как для заказчиков, так и самозанятых, в том числе и фрилансеров. Данная система позволила бы привлечь пользователей вследствие увеличения доверия к системе сделок, вовлечению их в систему пенсионного обеспечения и медицинского страхования.

В заключении также необходимо отметить, что современный частичный переход рынка труда во фриланс является закономерным продолжением времени новых технологий и создания креативной экономики, когда человек может в далекой сельской местности зарабатывать ровно столько, сколько и его коллега, живущий в Москве или Астане, используя современные информационно-коммуникационные технологии. Заработная плата во фрилансе не определяется количеством отработанных часов в офисе или в принципе количеством часов, а скорее интеллектуальной сложностью проекта, что не является стажем работы. Более того, на сегодняшний день удаленная занятость становится жизнью, и удовлетворенность работой не зависит от количества часов, проведенных за ней. А основным драйвером данного роста являются современные молодые люди.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Sonja Drobnič (2014) Self-Employment/Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research, pp 5763-5764.  
 [2] Электронный ресурс. Гугл академия, <https://books.google.com/ngrams/> Дата обращения – 10.16 г.  
 [3] Электронные фриланс-биржи Fl.ru; freelance.ru. Дата обращения – 05.2016 г.  
 [4] Электронный ресурс. Международное кадровое агентство KellyServices.com  
 [5] Официальный сайт государственной статистики России Gks.ru. Дата обращения – 05.2016 г.  
 [6] Стребков Д.О., Шевчук А.В., Спирина М.О.; отв. ред.сер. Радаев В.В. (2015) / Развитие русскоязычного рынка удаленной работы, 2009–2014 гг. (по результатам Переписи фрилансеров) [Текст] // Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики»; Лаб. экон.-социол. исслед. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики – 225, [1] с. – 300 экз. – (Аналитика ЛЭСИ. Вып. 16). – ISBN 978-5-7598-1336-1 (в обл.).  
 [7] Электронный ресурс Web-payment.ru – узкоспециализированный сайт о платежных сервисах, финтех стартапах и e-commerce <http://web-payment.ru/article/79/issledovanie-dohoda-frilanserov/> Дата обращения 07 июля 2015г.  
 [8] Электронное рекрутинговое агентство Superjob.ru  
 [9] Федеральная служба государственной статистики РФ. Экономическая активность населения России. Официальное издание. 2014 г.

#### REFERENCES

- [1] Sonja Drobnič (2014) Self-Employment/Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research, pp 5763-5764.  
 [2] Jelektronnyj resurs. Gugl akademija, <https://books.google.com/ngrams/> Data obrashhenija **10.16g.**  
 [3] Jelektronnye frilans-birzhi Fl.ru; freelance.ru. Data obrashhenija **05.2016g.**  
 [4] Jelektronnyj resurs. Mezhdunarodnoe kadrovoe agentstvo KellyServices.com  
 [5] Oficial'nyj sajt gosudarstvennoj statistiki Rossii Gks.ru. Data obrashhenija **05.2016g.** (In Russian)  
 [6] Strebkov D.O., Shevchuk A.V., Spirina M.O.; отв. red.ser. Radaev V.V. (2015) Razvitie russkojazychnogo rynka udalenoj raboty, 2009–2014 gg. (po rezul'tatam Perepisi frilanserov) [Tekst]; Nac. issled. un-t «Vysshaja shkola jekonomiki»; Lab. jekon.-sociol. issled. M.: Izd. dom Vyshej shkoly jekonomiki 225, [1] s. 300 jekz. (Analitika LJeSI. Vyp. 16). ISBN 978-5-7598-1336-1 (v obl.). (In Russian)  
 [7] Jelektronnyj resurs Web-payment.ru uzkospecializirovannyj sajt o platezhnyh servisah, finteh startapah i e-commerce <http://web-payment.ru/article/79/issledovanie-dohoda-frilanserov/> Data obrashhenija **07 ijulja 2015g.**  
 [8] Jelektronnoe rekrutirovnoe agentstvo Superjob.ru  
 [9] Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki RF. Jekonomicheskaja aktivnost' naselenija Rossii. Oficial'noe izdanie. **2014g.** (In Russian)

**Т. А. Азатбек, Д. Т. Байтенизов**

Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

#### ЕҢБЕК НАРЫҒЫНДАҒЫ ӨЗІН-ӨЗІ ЖҰМЫСПЕН ҚАМТУ ТҮРІ РЕТІНДЕ ФРИЛАНСТЫ ДАМУДЫҢ ШЕТЕЛДІК ТӘЖІРИБЕСІ

**Аннотация.** Мақала қазіргі еңбек нарығында өзін-өзі жұмыспен қамту ерекше нысанның зерттеуге және бағалауға арналған. Бұл нарықтың ерекшеліктерінің бірі оның электрондық өзін-өзі жұмыспен қамту немесе фриланс істейді. Авторлар фриланс-айырбастауның жұмысының мәні және механизмі зерттелеген. Мақалада фриланс-айырбастауның ұғымы ашады, фриланс нарығында сұраныс пен ұсыныс құрылымдық талдау және авторлық сауалнама негізінде қазіргі заманғы орыс тілді фрилансердің тән ұсынылған. Өткізілген талдау негізінде, авторлар Қазақстанда шетел тәжірибесінің енгізу үшін, оның ішінде фриланстың дамуы құқықтық негізі әзірлеу, ұсыныстар берді.

**Түін сөздер:** виртуалды жаһандану, өзін-өзі жұмыспен қамту, фриланс, орыс тілді фриланс, фриланс-айырбастаулар, құрылымдық талдау, гипотезтер, фрилансердің авторлық портреті, ұсынымдар.

#### Сведения об авторах:

Азатбек Т.А. – доктор экономических наук, и.о. профессора кафедры «Экономика» Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева.

Байтенизов Д.Т. – магистр экономики, докторант кафедры «Экономика» Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева.

**Z. K. Ayupova<sup>1</sup>, D. U. Kussainov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Kazakh national agrarian university, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>Kazakh national pedagogical university named after Abai, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: zaure567@yandex.ru

## **TO THE PROBLEM OF FORMATION OF LAW-ABIDING STATE IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

**Abstract.** It is well known, that the main principle of law-abiding state is the theory of separation of powers into three branches: legislative, executive and judicial. The main requirement of the principle of separation of the authorities is approval of political freedom, law enforcement and elimination of abuses of the power of any social group, organization or the individual. It is necessary to divide the powers on legislative (the development strategy of society, chosen the people and designed to develop by adoption of laws), executive (appointed by representative body of the power and engaged in implementation of these laws and operational business activities) and judicial (acting as the guarantor of recovery of the violated rights, just punishment of guilty persons). And each of these authorities, being independent and mutually constraining each other, shall perform the functions by means of special system of bodies and in specific forms in the form of the system of “checks and balances”.

**Key words:** law-abiding state, separation of powers, principle of “checks and balances”, rights of the citizens, democracy, civil society, power, political parties, law, constitution.

УДК 341.82

**З. К. Аюпова<sup>1</sup>, Д. У. Кусаинов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>КазНАУ, кафедра права, Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>КазНПУ им. Абая, общеуниверситетская кафедра политологии и социально-философских дисциплин,  
Алматы, Казахстан

## **К ПРОБЛЕМЕ СТАНОВЛЕНИЯ ПРАВОВОГО ГОСУДАРСТВА В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН**

**Аннотация.** Как известно, главным принципом правового государства является теория разделения властей на три ветви: законодательную, исполнительную и судебную. Основное требование принципа разделения властей заключается в том, что для утверждения политической свободы, обеспечения законности и устранения злоупотреблений властью со стороны какой-либо социальной группы, учреждения или отдельного лица необходимо разделить государственную власть на законодательную (избранную народом и призванную вырабатывать стратегию развития общества путем принятия законов), исполнительную (назначаемую представительным органом власти и занимающуюся реализацией данных законов и оперативно-хозяйственной деятельностью) и судебную (выступающей гарантом восстановления нарушенных прав, справедливого наказания виновных). Причем каждая из этих властей, являясь самостоятельной и взаимосдерживающей друг друга, должна осуществлять свои функции посредством особой системы органов и в специфических формах в виде системы «сдержек и противовесов».

**Ключевые слова:** правовое государство, разделение властей, принцип «сдержек и противовесов», права граждан, демократия, гражданское общество, власть, политические партии, закон, конституция.

Конституции ряда современных государств закрепили их характеристику в качестве правовых. Но идея правового государства не является порождением лишь нынешних обществ. В юридической литературе выделяются, как правило, четыре этапа в развитии учения о правовом государстве.



К *первому этапу* относится период античной истории, когда велись поиски справедливой, разумной, рациональной организации жизни общества. При этом в теоретических изысканиях еще не высказывались идеи о правовой организации публичной власти. Мыслители античности неизменно подчеркивали большое значение закона, его незыблемость и верховенство, обязательность как для правителей, так и для населения. Античные идеи послужили основой для дальнейшего развития учения о системе демократии, народном суверенитете, естественных правах человека, равенстве всех перед законом, господстве права и т.д.

На *втором этапе* концепцию правового государства разрабатывали представители естественно-правовой теории – Г. Гроций, Б. Спиноза, Т. Гоббс, Д. Локк, Ш.-Л. Монтескье, Д. Дидро и др.

Классическим выразителем идей правового государства в эпоху буржуазного строя считается английский мыслитель XVII в. Д. Локк. Используя ссылки на естественное право, Локк определил понятие правового закона, его цели – сохранять и расширять свободу людей, рассматривал принцип разделения властей как гарантию против злоупотребления властью, а свободу индивида характеризовал как свободу следовать своему желанию во всех случаях, когда это не запрещает закон, и не быть зависимым от «непостоянной, неопределенной и неизвестной самовластной воли другого человека».

Основоположником теории разделения властей принято считать французского юриста XVIII в. Ш. Монтескье.

*Третий этап* в создании теории правового государства связывают с именами немецких ученых И. Канта (1724-1804) и Г. Гегеля (1770-1831).

И. Кант говорил, по существу, не о правовом государстве, а правовом обществе. Государство он понимал как «объединение множества людей, подчиненных правовым законам». Право у Канта было тесно связано с моралью.

Автором термина «*правовое государство*» считается представитель немецкого либерализма К. Велькер, который впервые его употребил в 1813 г., но ввел этот термин в научный оборот и дал его юридический анализ его единомышленник Р. фон Моль.

*Четвертый этап* в развитии учения о правовом государстве относится к XX в., в него внесли серьезный вклад прогрессивные ученые многих стран, в том числе немецкие правоведы Г. Еллинек, Г. Кельзен и др.

По мнению Н. И. Азарова, «марксистская теория относилась к теории правового государства отрицательно, характеризуя и государство, и право как классовые явления. Что касается советского общества, то официальная идеология отвергала идею правового государства и лишь в период перестройки (80-е годы) началась разработка теории социального правового государства» [1, с. 319].

Как отмечает проф. А.Б. Венгеров, *правовое государство* - это не схема, расписанная по своим признакам, а действительно живой организм, обеспечивающий цели и интересы конкретного индивида и сохранение, стабилизацию общества с рыночной экономикой и либерально-демократическим политическим режимом. Характеристика, признаки правового государства подтверждают этот тезис [2, с. 500].

Чаще всего выделяют четыре основных *признака правового государства*:

- господство права во всех сферах жизни общества,
- незыблемость, гарантированность и реальность прав и свобод человека и гражданина,
- взаимная ответственность личности и государства,
- принцип разделения властей.

*Господство, или верховенство, права предполагает:*

Во-первых, правовую организацию государственной власти, т.е. создание и формирование всех государственных структур строго на основе закона;

Во-вторых, правовой характер принимаемых законов и верховенство правового закона. По своему содержанию законы должны быть справедливыми, основываться на естественных, неотъемлемых правах и свободах человека, не противоречить им. Иначе в форму закона может быть облечен произвол властей;

В-третьих, связанность государства им же созданными законами, т.е. ограничение государственной власти посредством права, правовых установлений и предписаний, определение правовых пределов для деятельности государства, его органов и должностных лиц;

В-четвертых, верховенство Конституции в системе нормативных правовых актов, поскольку именно в Конституции закрепляются основополагающие устои конституционного строя страны, важнейшие права, свободы и обязанности человека и гражданина, их конституционные гарантии, юридические начала жизни гражданского общества, государственное устройство, система государственных органов, местное самоуправление, другие ключевые для жизнедеятельности общества положения и принципы. Важно также, чтобы конституционные нормы имели прямое действие, т.е. непосредственно реализовывались без каких-либо последующих актов.

Утверждение правовых начал в жизни общества означает устранение его огосударствления. Последнее, как правило, влечет отчуждение общества от государства и стремление решать все дела общества посредством политического аппарата.

**Незыблемость, гарантированность и реальность прав и свобод личности** означают, что государство должно не только признавать, но и гарантировать полный набор прав и свобод личности, признаваемых мировым сообществом в качестве естественных, принадлежащих человеку от рождения и потому незыблемых, неотчуждаемых государственной властью. Государство призвано также охранять и защищать эти права и свободы от произвола отдельных должностных лиц, государственных органов, от посягательств других субъектов.

А. Ф. Черданцев уверен, что «государство может считаться правовым лишь в том случае, если оно закрепляет и реально обеспечивает равенство всех людей как субъектов правового общения, их равенство перед законом. Люди должны обладать равной правосубъектностью, равными возможностями для достижения не противоречащих закону целей или приобретения каких-либо прав» [3, с. 601].

**Взаимная ответственность личности и государства** проявляется в том, что в своих взаимоотношениях личность и государство выступают равными партнерами и обладают взаимными правами и обязанностями. Государство не только вправе требовать от личности выполнения ее обязанностей, установленных законом, но и само несет ответственность перед личностью, выполняя определенные обязанности. Следовательно, человек может требовать от государства исполнения его обязанностей, в частности обеспечения реальности закрепленных в Конституции прав и свобод, обеспечения своей безопасности, восстановления нарушенных прав и свобод, устранения препятствий к их осуществлению. Можно сказать, что в обязанности государства входит обеспечение правовой защищенности личности.

В правовом государстве должны быть законодательно закреплены возможности, позволяющие личности требовать от государства исполнения его обязанностей. Такие возможности предоставляют судебный порядок обжалования действий и решений государственных органов и должностных лиц, которые нарушили права и свободы личности или создали препятствия для их реализации либо на человека незаконно возложили обязанности или его незаконно привлекли к юридической ответственности. Если гражданин не получил защиты своих прав внутри государства и исчерпаны все внутригосударственные средства правовой защиты, он вправе обратиться в международные организации по защите прав и свобод человека.

В. А. Четвернин пишет: «Однако у личности есть не только права, но и определенные обязанности перед обществом, государством, другими людьми. Главные из них закреплены в Конституции. Среди них обязанность соблюдать Конституцию и действующие законы, платить законно установленные налоги, сохранять природу и окружающую среду и др.» [4, с. 311].

**Принцип разделения властей**, как уже указывалось, предполагает относительно самостоятельное функционирование трех ветвей власти – законодательной, исполнительной и судебной. Каждая из них служит своеобразным противовесом другой и определенным юридическим средством воздействия на другие ветви власти. Данный принцип позволяет функционировать государственной власти на правовых основах, регулировать действия каждой и не допускать концентрации власти во всей полноте в одних руках. Таким образом, ни одному из государственных органов власть не принадлежит в полном объеме. Вместе с тем данный принцип предполагает единство, согласованность действий всех ветвей власти на основе общих принципов.

В. А. Малиновский подчеркивает, что «принцип разделения властей служит критерием демократичности государства. Он также предполагает, что все споры и конфликты между ветвями власти должны разрешиться только правовым путем с соблюдением установленной законом правовой процедуры» [5, с. 117].

Одной из целей казахстанских реформ является построение гражданского общества. Словосочетание «гражданское общество» условно, так как «негражданского», а тем более «антигражданского» общества не существует. Любое общество состоит из граждан и без них немислимо. Только догосударственное, нецивилизованное (родовое) общество нельзя было назвать гражданским. Во-первых, в силу его незрелости, примитивности, неразвитости; во-вторых, потому что там вообще не было таких понятий, как «гражданин», «гражданство».

Не могло быть, строго говоря, гражданским и рабовладельческое общество, поскольку оно не признавало значительную часть своих членов в качестве свободных и равноправных. Рабы были не субъектами, а объектами притязаний со стороны себе подобных. То же самое можно сказать о феодальной системе с его крепостничеством. Но это внешняя, формальная сторона вопроса.

По существу же термин «гражданское общество» приобрел в научной литературе свое особое содержание и в современной трактовке выражает определенный тип (состояние, характер) общества, его социально-экономическую, политическую и правовую природу, степень зрелости, развитости. Иначе говоря, под этим понятием понимается общество, отвечающее ряду выработанных историческим опытом критериев. Это более высокая ступень в развитии социальной общности.

За эпитетом «гражданское», несмотря на его условность, стоит обширное и богатое содержание. Смысл данного феномена многогранен и неоднозначен, толкуется учеными по-разному. Однако ясно, что не всякое общество, состоящее из граждан, является гражданским, подобно тому, как не любое государство, где действует право, можно назвать правовым. Но сегодняшний Казахстан провозгласил эту цель.

Понятие гражданского общества, будучи давно известным, оказалось, тем не менее, для нашей науки относительно новым и неразработанным. Сама эта идея весьма слабо распространена в широких массах, в общественном сознании. Гораздо больше утвердилась идея правового государства. Гражданское общество не нашло четкого отражения в новой российской Конституции, которая даже не содержит этого термина, хотя отдельные элементы гражданского общества в ней все же закреплены (частная собственность, рыночная экономика, права человека, политический плюрализм, свобода слова, многопартийность и др.).

Представления о гражданском обществе прошли длительную эволюцию, поэтому, думается, будет полезным краткий ретроспективный взгляд на проблему, ее зарождение и развитие, так как подобный исторический экскурс может помочь лучшему уяснению темы.

Гражданское общество – это совокупность нравственных, религиозных, национальных, социально-экономических, семейных отношений и институтов, с помощью которых удовлетворяются интересы индивидов и их групп.

Гражданское общество является основой для правового государства. Без гражданского общества не будет правового государства.

Понятие «гражданское общество» было сформулировано такими великими мыслителями прошлого, как Аристотель, Цицерон, Г. Гроций, Т. Гоббс, Д. Локк, Гегель, К. Маркс и др.

Основной идеей в гражданском обществе является идея главенства человека в обществе, идея самостоятельности человека, способности его самому осуществлять свою деятельность, опираясь, прежде всего, на нравственные принципы, уважая право. Причем государство не должно вмешиваться в жизнь гражданского общества, и только в случае нарушения права допустимо вмешательство государства. Большую роль в нем играют общественные объединения.

Общественным сознанием правовое государство воспринимается как такой тип государства, власть которого основана на праве, им ограничивается и через него реализуется. Но такое представление, хотя и верное по сути, недостаточно для адекватного понимания феномена правового государства, представляющего собой сложную, многофакторную систему.

В идее правового государства можно выделить два главных аспекта:

- 1) свободу человека, наиболее полное обеспечение его прав;
- 2) ограничение правом государственной власти.

В философском смысле свобода может быть определена как способность человека действовать в соответствии со своими интересами, опираясь на познание объективной необходимости. В правовом государстве в отношении человека создаются условия для его юридической свободы, реализуется механизм правового стимулирования, в основе которого лежит принцип «не запрещенное законом дозволено».

Государство – важный, но не единственный источник социального развития. Государство возникло под влиянием целого ряда факторов. Причем их роль неодинакова у разных народов. Надо особо подчеркнуть, что их перечень не исчерпывается исключительно факторами экономическими. Все это свидетельствует о сложности процесса возникновения государственности». Здесь активно участвует само общество, которое находится в диалектической взаимосвязи с государством. Это проявляется в том, что чем сильнее гражданское общество, тем менее заметна роль государства. И, наоборот, неразвитое гражданское общество приводит к чрезмерному усилению государства. В то же время, они не могут существовать отдельно, а дополняют друг друга. В Концепции развития гражданского общества в Республике Казахстан на 2006-2011 годы зафиксировано: «Гражданское общество – общество, где главным действующим лицом и субъектом происходящих в нем процессов и отношений выступает человек со всей системой его потребностей, интересов и ценностей. Это понятие также обозначает всю совокупность существующих независимо от государства и его органов общественных отношений: политических, экономических, культурных, национальных, религиозных, семейных и других, отображает многообразие частных интересов. Общество становится гражданским лишь на определенной стадии демократического развития и формируется по мере экономического, политического развития страны, роста благосостояния, культуры и самосознания народа».

Дальнейшее развитие современного общества невозможно себе представить без прочного правового порядка, устойчивой системы правовых отношений, воплощающих в жизнь основные правовые идеалы равенства, свободы и справедливости, верховенства закона, всеобщности права и ответственности, обеспеченности прав и свобод человека и гражданина, отраженных в нашей Конституции.

Культурологические аспекты познания правовых явлений дают возможность определить особенности системы законодательства, ее преемственность в пространственно-временных пределах, взаимосвязь с иными явлениями культуры в правовой реальности.

Правовая система – это институциональное понятие, возникновение которого в юридической науке связано не только с явлениями правовой реальности, но и определенным качественным состоянием самой науки, развитием ее методологии и понятийного аппарата. Поэтому основное значение в генезисе данного понятия придается дифференциации и интеграции юридического знания как предпосылки и условия появления и развития теории правовой системы, о значении в этой структуре общей теории государства и права.

Гносеологическая ценность понятия правовой системы видится не в решении споров о понятии права, а в том, что оно позволяет решить ряд методологических вопросов, установить механизмы воздействия права на общественные отношения и механизмы ее самоорганизации.

Правовая система относится к числу таких научных понятий, появление которого невозможно объяснить исключительно факторами социальной действительности, интеграционными процессами, происходящими в правовой жизни общества, наличием правовой действительности системного качества. Ведь история становления и развития правовых систем мира насчитывает не десятки, а уже тысячи лет. Важнейшие предпосылки формирования этого понятия необходимо, прежде всего, искать в области юридического знания: его качеств, методологии исследования, процессах, в нем происходящих.

К методологическим основам разработки понятия систем следует отнести, во-первых, широкое применение системно-целостного подхода к правовым явлениям; во-вторых, утверждение социологического подхода к праву; в-третьих, развитие сравнительного правоведения; в-четвертых, становление и укрепление в юридической науке движения за многоаспектное видение права, имеющее своим результатом многовариантность подходов к нему.

Появление категории «правовая система» в качестве самостоятельного юридического понятия стало возможным вследствие комплексного подхода к исследованию правовых явлений, использованию формально-юридического, сравнительно-правового, социологического методов в их единстве.

Несмотря на наличие во многих странах специализированных конституционных судов, одной из основных функций которых становится официальное толкование Конституции, суды общей юрисдикции, как правило, также не лишаются права толковать Основной Закон. Это право вытекает из содержания конституций этих стран, в которых установлено прямое действие конституционных норм.

Конституция Казахстана также имеет высшую юридическую силу и прямое действие на всей территории Республики (п.2 с.4). Но наши суды этим правом пользуются либо весьма редко, либо вовсе не пользуются – сказываются и советские правовые традиции, и отсутствие опыта, и недостаточность юридической практики. В правовых системах континентальных стран Европы, когда нормы закона в силу многих причин формулируются законодателем недостаточно полно и точно, когда всестороннее представление о содержании законодательных норм у многих судей отсутствует, главным фактором применения закона становится судебная практика. В этих странах судьи обладают значительной независимостью по отношению к закону, так как большое значение придается различиям между правом и законом, а также право безусловно ставится выше политики и по традиции, и по реальному соблюдению принципа разделения властей, и вследствие действительной независимости судей в отличие от нашей традиции «телефонного права».

В заключение отметим, что создание правового государства требует и определенных условий или предпосылок. Это наличие развитого гражданского общества (высокая его правовая культура, утверждение приоритета общечеловеческих ценностей, соблюдение и развитие демократических традиций народа); эффективная рыночная система экономики; соответствие внутригосударственного законодательства общепризнанным принципам и нормам международного права; высокая роль суда как независимого органа защиты права и его охраны от нарушений; формирование прогрессивного законодательства и др.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Азаров Н.И. Теория государства и права: Конспекты лекций и методические указания. – М., 2008. – 417 с.
- [2] Венгеров А.Б. Теория государства и права. – М., 2010. – 543 с.
- [3] Черданцев А.Ф. Теория государства и права: Учебник. – М.: Юрайт, 2012. – 609 с.
- [4] Четвернин В.А. Понятия права и государства. Введение в курс теории права и государства. – М., 1997. – 372 с.
- [5] Малиновский В.А. Глава государства суверенного Казахстана. – Алматы, 1999. – 711 с.

#### REFERENCES

- [1] Azarov N.I. Theory of state and law: Abstracts of lectures and methodical instructions. M., 2008. 417 p. (in Rus.).
- [2] Vengerov A.B. Theory of state and law. M., 2010. 543 p. (in Rus.).
- [3] Cherdantsev A.F. Theory of state and law: Textbook. M.: Jurait, 2012. 609 p. (in Rus.).
- [4] Chetvernin V.A. Concepts of the right and state: Introduction to the Course of Theory of lawe and state. M., 1997. 372 p. (in Rus.).
- [5] Malinovskiy V.A. Head of the State of Sovereign Kazakhstan. Almaty, 1999. 711 p. (in Rus.).

### З. К. Аюпова<sup>1</sup>, Д. Ө. Құсайынов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан

<sup>2</sup>Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан

#### ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДА ҚҰҚЫҚТЫҚ МЕМЛЕКЕТТІҢ ҚАЛЫПТАСУ МӘСЕЛЕСІНЕ

**Аннотация.** Белгілі болғандай құқықтық мемлекеттің негізгі принципі биліктің үш тармаққа бөліну теориясы болып табылады: заң шығарушы, атқарушы (үкімет) және сот. Шын мәнінде, билікті бөлу принципінің негізгі талабы саяси бостандықты бекіту, заң үстемдігін қамтамасыз етіп, белгілі бір әлеуметтік топтың, мекеменің немесе жеке тұлғаның билікті асыра пайдалануын жою мақсатында мемлекеттік билік 3-тармаққа бөлудің өмірлік маңызы бар: заң шығарушы (халықпен таңдалған және заң шығару арқылы қоғамның даму стратегиясын құрастыру), атқарушы (билік органымен тағайындалатын және осы заңдардың іске асуын қадағалап, жедел-шаруашылық қызметімен айналысу) және сот (бұзылған құқықтарды қалыпқа келтіруге кепілдік беру). Осы биліктің әрбірі жеке болып, бір-бірінің істеріне араласпау керек және өз қызметтерін ерекше жүйе «тоқтату және қарсы салмақ» принципі көмегімен жүзеге асыру керек.

**Түін сөздер:** құқықтық мемлекет, өкімет билігінің бөлінуі, «тоқтату және қарсы салмақ» принципі, азаматтар құқықтары, демократия, азаматтық қоғам, билік, саяси партиялар, заң, конституция.

#### Сведения об авторах:

Ayupova Z.K. – doctor of juridical sciences, professor, chair of law Kazakh national agrarian university, Almaty, Kazakhstan,

Kussainov D.U. – doctor of philosophy sciences, professor, interuniversity chair of politology and socio-philosophy disciplines

**K. Sh. Syzdykova, Zh. T. Shynybekov**

Kainar university, Almaty, Kazakhstan

## **INTEGRATION AS STRATEGIC FACTOR OF ORGANIZATION'S MANAGEMENT**

**Abstract.** In the context of difficult economic conditions in today's realities, active integration processes of both exogenous (external) and endogenous (internal) elements are observed, which are caused by the desire of organization not only to maintain its position in the market, but also to survive in an aggressive competitive environment. This tendency is particularly enhanced by the influence of negative factors in the macroenvironment, especially the escalation of political events and the practice of economic sanctions.

This article retraces events of «Ford Motor» corporation history and analyzes the company's experience on integration of human resources, as human capital is the prevailing factor in the development of post-industrial society. Although this article considers the topicality of use of endogenous element (of staff and managers) as the effective tool of the company's long-term development.

**Keywords:** management, ideal staff integration, corporate management.

**К. Ш. Сыздыкова, Ж. Т. Шыныбеков**

Университет «Кайнар», Алматы, Казахстан

## **ИНТЕГРАЦИЯ КАК СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ФАКТОР МЕНЕДЖМЕНТА ОРГАНИЗАЦИИ**

**Аннотация.** На фоне сложных экономических конъюнктур в современных реалиях наблюдаются активные интеграционные процессы как экзогенных (внешнего), так и эндогенных (внутреннего) элементов, что обусловлено стремлением организации не только сохранить свои позиции на рынке, но и выжить в агрессивной конкурентной среде. Эта тенденция особенно усиливается влиянием негативных факторов в макросреде, преимущественно эскалацией политических событий и практикой применения экономических санкций.

В данной статье, реанимируя события из истории корпорации «Ford Motor», был осуществлен анализ ее опыта, относительно интеграции человеческого ресурса, так как в развитии постиндустриального общества преобладающим фактором является человеческий капитал, а также была рассмотрена актуальность использования эндогенного элемента (сотрудников и менеджеров) в качестве эффективного инструмента развития организации в долгосрочной перспективе.

**Ключевые слова:** менеджмент, интеграция сотрудников, корпоративный менеджмент, кадровая политика.

В эпоху постиндустриального развития общества и глобализаций интеграционные тенденции становятся все более актуальными, которые представляют собой огромный потенциал, придающий импульс для развития не только отдельным компаниям, но и целым государствам.

Вопросы интеграции в менеджменте получили обоснование в методологии Ицхака Адизеса, который говорил: «Менеджмент – это правильная реакция на изменения, происходящие и на рынке, и внутри компании». Зачастую проблемы многих организаций вызваны изменениями, не только по причине внешних факторов, но и внутренними дезинтеграциями [1].

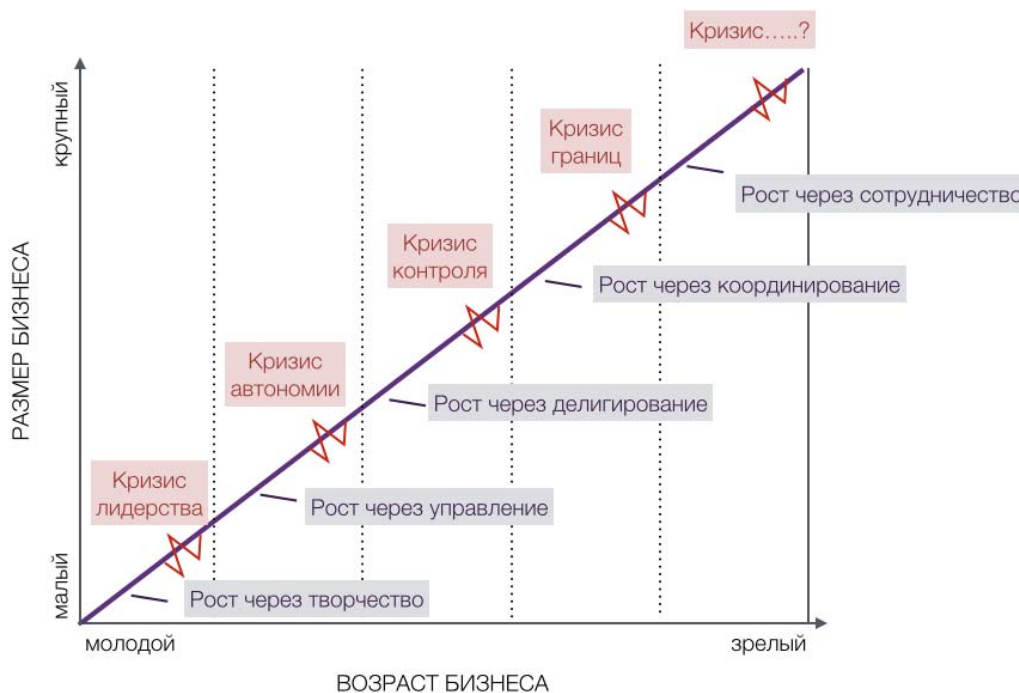
Следует отметить, что интеграционный процесс, как один из органически взаимосвязанных компонентов менеджмента, имеет довольно сложный и полиэдрический характер. Поэтому в фокус нашего внимания входят не все аспекты интеграции, а лишь генеральный – человеческий ресурс и,

учитывая вышесказанное утверждение И. Адизеса, со стороны менеджеров необходимы более эффективные методы управления изменениями, основанные на обеспечении корпоративного единства.

Анализ опыта компании «Ford» показал разные подходы к вопросу интеграции в компании. Так, в 20-е годы прошлого столетия, доля компании «Ford» на автомобильном рынке составляла две трети части. Спустя 15 лет произошло ее редуцирование до 20%. Катализатором подобной экономической стагнации компании были тотальная централизация власти, информации и прочих инструментов в руках одного человека – Генри Форда. Отсутствие управленческого плюрализма создало атмосферу демотивации эндогенного элемента – менеджеров и отток наиболее компетентных из них.

Менеджеры компании не были в состоянии исполнять свои непосредственные управленческие обязанности и преобразовались в «помощников» Г. Форда. Следствием профанации явились радикальные меры «службы внутреннего контроля» президента, которые практиковались регулярно: в случае фиксации фактов отступления от «жестко установленного регламента», сотрудники быстро превращались в «*persona non grata*», вплоть до увольнения [2]. Данная тенденция была потенциальной угрозой для компании, однако, в силу субъективных причин владельца компании – игнорировалась.

Согласно модели «жизненного цикла» организации Ларри Грейнера, организации характерны 5 последовательных этапов роста: по средствам творчества, управления, делегирования, координирования и сотрудничества.



Каждый этап роста компании обусловлен 2-мя фазами развития: эволюционным и революционным. В период эволюционного развития наблюдается постепенное увеличение продаж и прибыли компании, без особых флуктуаций. Период революционного развития компании сопровождается эндогенными конфликтами, являющиеся следствием диссонанса в задачах и стиле управления компанией. В этом случае продажи и прибыль могут иметь свойство кратковременного снижения, однако после подобной неустойчивости, вновь обретают рост в динамике. В задачу руководства в период революционного развития организации вменяются оперативный подбор и внедрение новых инструментов управления [3], чего на то время не наблюдалась в «Ford Motor».

Вследствие произошедших изменений в 1927 году в автомобильной промышленности Америки значительную часть рынка сумел захватить его главный конкурент – «General Motors» (44%). Последующие 20 лет «Ford Motor» переживала огромные финансовые трудности [4].

Серьезный импульс в развитии компания получила при правлении Генри Форда II, который на начальном этапе в противоположность своему предшественнику широко пользовался известными инструментами «научного менеджмента». В частности тактика его правления включала:

- восстановление функции менеджмента в классическом ее проявлении;
- набор компетентных менеджеров;
- внедрение эффективной системы управления;
- реорганизация компании [5].

Реформа была претворена в жизнь и это решение, вывело компанию из долгой рецессии, и начал наблюдаться посткризисное развитие [6].

**Экстраполируя вышеописанные две разные методы руководства**, можно сделать вывод, что дисфункция менеджмента, отсутствие системы делегирования полномочий и ответственности, а также мотивации и идейной целостности в деятельности менеджеров и других сотрудников компании, может вызвать негативный эффект и стать причиной экономического спада или банкротства.

Отсюда следует, что высшему руководству целесообразно проводить постоянную профилактику от проявлений симптомов волюнтаризма с целью недопущения повтора сценариев, схожих с компанией «Ford Motor», прежде всего, способом самоконтроля и самоорганизации, а также поощрением меритократии.

Исследование разнообразия стилей управления показало, что интеграционный фактор наиболее ярко выражен в Японском стиле, что обусловлено культурой японского народа, которая была рационально использована путем перенесения в практическую плоскость бизнеса. Так, основатель корпорации «Sony» Акио Морита отмечал, что «самая важная миссия для японского менеджера состоит в том, чтобы развить здоровые отношения с его служащими, чтобы создать семейное чувство в пределах корпорации, чувство, что служащие и менеджеры разделяют одну и ту же судьбу».

Следует также обратить внимание на то, что методология РАЕI-функции И.Адизеса, подразумевающая «взаимодополняющую команду», сегодня широко вошла в практику современного менеджмента но, как утверждает автор, в такой команде возможен конфликт, конструктивное разрешение которого, возможно при наличии четырех критериев: «правильные люди, правильный процесс, правильная структура и единые взгляды и ценности» [7].

На этом фоне интеграция менеджеров в эффективную команду и сотрудников организации выступает лишь частью комплексных мер.

При этом необходимо понимать, что генерирование интеграции одними популистическими методами не дает позитивного результата. Она должна, учитывать интересы сторон (в плане материального стимулирования, перспективы карьерного роста, социальной поддержки персонала, обучения, профессионального развития и т.д.) и сопровождаться такими архиважными условиями, как доверие и уважение. Прежде всего, эти условия базируются на честном и открытом диалоге, толерантности к различным мнениям.

Резюмируя вышесказанное, необходимо отметить, что интеграция выступает, своего рода, закономерностью жизнедеятельности организации в долгосрочной перспективе. Следовательно, использование потенциала интеграционного метода должно быть приоритетным в интересах руководителей и менеджеров различных уровней, желающих обеспечить прибыльность и дальнейшее развитие компании, в том числе и в кризисные периоды.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ицхак Адизес. Интеграция: Выжить и стать сильнее в кризисные времена / Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2009.
- [2] Питер Друкер. «Практика менеджмента» (стр. 118-120)
- [3] Greiner L. Evolution and Revolution as Organizations Grow. Harvard Business Review. July-August 1972. (<http://powerbranding.ru/biznes-analiz/olc-models/greiner-theory/>)
- [4] [https://ru.wikipedia.org/wiki/General\\_Motors](https://ru.wikipedia.org/wiki/General_Motors)
- [5] Питер Друкер. Практика менеджмента (стр. 120-121)
- [6] Ли Якокка, Уильям Новак. Карьера менеджера (стр. 65)
- [7] Ицхак Адизес. Идеальный руководитель: почему им нельзя стать и что из этого следует (стр. 144)



## REFERENCES

- [1] Ichak Adizes. Integracija: Vyzhit' i stat' sil'nee v krizisnye vremena / Per. s angl. M.: Al'pina Biznes Buks, 2009.
- [2] Piter Druker. «Praktika menedzhmenta», p. 118-120
- [3] Greiner L. Evolution and Revolution as Organizations Grow. Harvard Business Review. July-August 1972. (<http://powerbranding.ru/biznes-analiz/olc-models/greiner-theory/>)
- [4] [https://ru.wikipedia.org/wiki/General\\_Motors](https://ru.wikipedia.org/wiki/General_Motors)
- [5] Piter Druker. Praktika menedzhmenta, p. 120-121
- [6] Li Jakokka, Uil'jam Novak. Kar'era menedzhera, p. 65
- [7] Ichak Adizes Ideal'nyj rukovoditel': pochemu im nel'zja stat' i chto iz jetogo sleduet, p.144

**К. Ш. Сыздыкова, Ж. Т. Шыныбеков**

«Қайнар» университеті, Алматы, Қазақстан

### ИНТЕГРАЦИЯ – ҰЙЫМ МЕНЕДЖМЕНТІНІҢ СТРАТЕГИЯЛЫҚ ФАКТОРЫ РЕТІНДЕ

**Аннотация.** Қазіргі таңда, қиын экономикалық жағдайлар аясында экзогендік (сыртқы) және эндогендік (ішкі) элементтердің белсенді интеграциялану процестері байқалуда. Аталған жағдай ұйымдардың нарықтағы өз жайғасымын сақтау ғана емес, бәсекелестіктің басқыншы ортасында да өміршеңдігін арттырумен шартталған. Бұл үрдіс әсіресе макроортадағы жағымсыз факторлардың, көбінесе саяси оқиғаларды ушықтыру мен экономикалық ықпалшараларды қолдану әсерінен күшейе түсуде.

Бұл мақалада «Ford Motor» корпорациясының тарихында орын алған оқиғаларды келтіре отырып, адами ресурсты интергациялауға қатысты тәжірибесі талданды. Себебі, қоғамның постиндустриалдық кезеңдегі дамуында адами капитал басымды фактор болып табылады. Сондай – ақ, ұйымның ұзақ мерзім аралығында дамуы үшін эндогендік элементті (қызметкерлер мен менеджерлерді) тиімді құрал ретінде пайдалану өзектілігі қарастырылады.

**Түйін сөздер:** менеджмент, ұжымды интергациялау, корпоративтік мәдениет, кадрлық саясат.

**Сведения об авторах:**

Сыздыкова К. Ш. – доктор экономических наук, доцент, университет «Қайнар», Алматы, Казахстан

Шыныбеков Ж.Т. – магистрант кафедры «Экономики и бизнеса», университет «Қайнар», Алматы, Казахстан

**U. B. Baytukayev**

Euroasian technological university, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: umirbek.baytkaev@mail.ru

## **TRUE VALUES, THE PURPOSES AND REGULATIONS OF QUALITY OF EDUCATION IN INTRA-UNIVERSITY SYSTEM OF QUALITIES**

**Abstract.** In article are considered a tendency of the description of everything that becomes in education from a quality line item. For this purpose in quality of sources of information reports for work, reports on introspection, reports, articles, performances were used. The greatest success in continuous development of scientific and educational process in higher education institution will provide creation of the management system on the basis of quality conforming to requirements of the International standard.

**Keywords:** education, quality, value, purpose, standard, condition, regulation, system.

УДК.377.12

**У. Б. Байтукаев**

Евразийский технологический университет, Алматы, Казахстан

## **ИСТИННЫЕ ЦЕННОСТИ, ЦЕЛИ И НОРМЫ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ ВО ВНУТРИУНИВЕРСИТЕТСКОЙ СИСТЕМЕ КАЧЕСТВ**

**Аннотация.** В статье рассмотрены тенденция описания всего, что делается в образовании с позиции качества. Для этой цели в качестве источников информации использовались отчеты о работе, отчеты по самоанализу, доклады, статьи, выступления. Наибольший успех в деле непрерывного развития научно-образовательного процесса в вузе обеспечит создание системы управления на основе качества, соответствующей требованиям Международного стандарта.

**Ключевые слова:** образование, качество, ценность, цель, стандарт, условие, норма, система.

**Введение.** Анализ материалов, представленных ранее по качеству образования показывает, что огромное количество преподавателей высшей школы ведут кропотливую и разнообразную работу, направленную на совершенствование системы образования, как в своем образовательном учреждении, так и образовательном пространстве Казахстана в целом.

Тенденция описания всего, что делается в образовании, в терминах качества, с позиций качества (его повышения), является всеобщей. Термины «низкое качество», «высокое качество» широко используются в литературе по проблеме образования. Однако, как показывает обзор материалов, каждый под словом «качество» понимает свое. С одной стороны, это не очень хорошо и удобно, а с другой – вполне понятно.

Если понимать под качеством «соответствие норме», то нормы могут оказаться разными (для индивида, образовательного учреждения, образовательного пространства большого города, малого населенного пункта, региона, страны, наконец). Конечно же, есть общие для всех нормы [1].

**Материалы и методы.** Если согласиться, что позиции в образовании, по которым отслеживается качество общеизвестно, то можно говорить не о качестве, а о качествах (преподавания,

исследования, управления, информационно-образовательной среды и т.д.), о качестве участников образовательного процесса (студентах, преподавателях, администрации и т.д.), а также о качестве условий, процесса и результата. И все это будет «качество образования». Для того, чтобы углубить понимание этого вопроса, необходимо обсудить представленную схему.

### К понятию качества образования



Говорим ли мы о качестве условий, процесса или результата, имеет смысл одновременно говорить и о качестве ценностей, целей и норм.

Ценность – важность, значение. Ценностью может являться и явление, и предмет, и свойство. Ценность жизни, самого образования, достоинства, равных прав, например. Ценность заявляется, провозглашается, сознается, принимается.

Цель – то, к чему стремится человек, образовательное учреждение, образование в целом. Применительно к целям используются термины: иметь, ставить, формировать, достигать. Цель формируется так, чтобы ее достижение можно было проверить.

Норма – нечто узаконенное, установленное, обсужденное и принятое, часто прописанное (на основе ценностей и целей). Про норму говорят: выполнять, соответствовать, нарушать, вводить. Нормы обычно принимаются государством, образовательным учреждением, профессиональным (или другим) сообществом.

Понятие нормы не является абсолютным и зафиксированным навсегда. Происходит постоянная работа по определению и изменению качества нормы, освобождению понятию от субъективных суждений. Норма качества, если иметь в виду конечный результат, включает несколько компонентов: региональный, компонент образовательного учреждения и «личную норму» самого обучающегося. Качество образования с точки зрения личности, общества и государства может быть различным. Нормы в образовании не должны быть завершенными, чтобы не возникали проблемы при оценке «соответствия норме», имела место «академическая порядочность» при оценке на всех уровнях. Средние нормы могут быть установлены на основе первичного мониторинга, затем обсуждены, прописаны и утверждены в образовательном учреждении. Недопустима фальсификация качества измерителей и процедур оценки с целью достижения «соответствия норме» любой ценой.

В обсуждаемых докладах по качеству образования сделана попытка определить качество образования (условий, процесса и результата) как соответствие заявленным ценностям, целям и нормам, сформулированным образовательным учреждением.

Для этой цели в качестве источников информации использовались отчеты о работе, отчеты по самоанализу, доклады, статьи, выступления, интервью.

Используемая информация изначально не была построена так, чтобы сразу можно было усмотреть ценности, цели и тем более - нормы. Об этих вещах можно было догадываться, используя отчеты о том, что сделано в образовательном учреждении по качеству и каков опыт работы в этом направлении. Поэтому ценности, цели и нормы в докладах на первом этапе были сформированы ответственными за подготовку докладов и уже потому нуждаются в тщательном обсуждении, анализе, уточнении, дополнении и коррекции. [2]

### **Результаты и их обсуждение**

Установление норм, формулирование целей и объявление ценностей (особенно – норм) происходило на основе и по результатам мониторинга качества по отдельным позициям, так как заранее численные значения норм прописать невозможно (иначе они не будут привязаны к реальности).

Имеет смысл говорить о формировании ценностей, целей и норм на всех уровнях: студента, учащегося, преподавателя, образовательного учреждения, муниципалитета и региона. Зафиксированные нормы качества образования не исключают, а наоборот стимулируют формулирование ценностей и целей каждой личностью.

Заявление ценностей образовательного учреждения – очень ответственная процедура. Общеизвестно, что неверно сформулированные цели способны исказить систему. Например, если показателем качества провозглашается факт образования новых кафедр, открытие новых специальностей (что является положительным моментом на начальном этапе развития), то очевидно, следует рост числа кафедр, уход от интеграции.

Если провозгласить необходимость снижения среднего возраста преподавателей и рассматривать это как ценность и цель, то это может в некоторых случаях привести к снижению качества преподавания. И это тоже необходимо прогнозировать.

Можно провозгласить, что вузы берут и обучают всех независимо от начальной подготовки, используя плату за обучение контрактных студентов для поддержания функционирования и развития вузов, но без снижения качества образования это будет сложно реализовать.

Знакомство с записанными в докладах по качеству ценностями и нормами качества, приведенными результатами мониторинга образовательного процесса – необходимо условие построение системы качества образования.

Некоторые ценности и нормы, сформулированные авторами:

- все преподаватели университета занимаются научными исследованиями;
- каждый студент университета имеет возможность заниматься научными исследованиями под руководством преподавателя;
- приоритетным направлением исследований являются в области качества образования;
- одним из показателей качества деятельности преподавателя является программа его дисциплины и комплекс учебно-методических материалов;
- студенты в своем большинстве понимают и принимают преподавателей, имеют желание продолжать работать с ними;
- студенты учатся с интересом, понимают, зачем изучают дисциплину, на занятиях активны;
- преподаватели в ответе за эмоциональную атмосферу на занятиях;
- система ректорских итоговых проверок подготовки студентов по основным дисциплинам является обязательной;
- все материалы для итогового контроля проходят внутреннюю и внешнюю независимую экспертизу;
- отличных оценок за выполненные студентами контрольные задания, как правило, не бывает больше 10% (в противном случае нужно корректировать задания или изменять процедуру контроля);
- все студенты выполняют абсолютно правильно не менее 50% предлагаемых им для контроля заданий;
- существуют система и критерии оценки качества управления, эффективности управления;

– существуют система учета и анализа мнения всех членов академического сообщества о качестве системы управления (анонимное анкетирование).

Для повышения конкурентоспособности необходимо, чтобы идея качества стала национальной идеей. Ядром политики качества в Казахстане должна стать политика качества образования. XXI век в Казахстане должен стать веком образованности, веком всеобщего высшего образования.

Рыночные отношения в РК оказывают непосредственное влияние на систему образования. Их особенности состоят в ликвидации государственного распределения выпускников; избытке специалистов в традиционных для Казахстана областях экономики и производства, недостатку специалистов, способных работать при рыночных отношениях; изменяющемся динамическом спросе на специалистов со стороны потребителей; предоставлении вузом большей самостоятельности; возникновении образовательных учреждений негосударственных форм собственности и др.

В новых условиях остро встает вопрос о конкурентоспособности выпускников, которая определяет, во-первых, востребованностью данных специалистов на рынке труда, во-вторых, готовностью выпускников работать в условиях рыночных отношений, в третьих, имиджем вуза, зависящим, прежде всего, от качества образования.

Отсюда вытекает основная задача вузов- непрерывное изучение рынка специальностей, гибкое отслеживание изменяющейся ситуации путем открытия новых направлений подготовки и специальностей при ограничении старых, введение дополнительных образовательных услуг, совершенствование образовательных программ, учебных планов, рабочих программ курсов.

Вуз – организация многофункциональная. Основные виды его деятельности – научно-исследовательская, образовательная, административно-управленческая, финансовая, информационная, производственная, хозяйственная, социальная. Следовательно, вузу необходима система управления на основе качества для продукции по всем видам деятельности. Категориями продукции вуза являются:

- выпускники вуза и кадры высшей квалификации (кандидаты и доктора наук);
- учебно-методическая, научная, информационная литература;
- научно-исследовательская продукция (результаты научно-исследовательских работ), производственная продукция;
- образовательные, консультационные и информационные услуги;
- слушатели центров дополнительного образования (повышение квалификации, дополнительное и ускоренное обучение);
- выпускники структур довузовской подготовки;
- слушатели подготовительных курсов.

Каждый вид деятельности вуза рассматривается как процесс, состоящий из отдельных процедур и имеющий вход и выход. Основной целью внедрения или оптимизации уже действующей системой качества является улучшение организационных процессов, четкое определение ответственности качественной, бесперебойной повседневной работы и, как следствие, снижение затрат и времени производства продукции и услуг.

Если руководители и сотрудники в ходе обсуждения и последующей регламентации установят порядок своего взаимодействия и определят информацию входа-выхода по процессам и процедурам, то будет реализован весь потенциал улучшения процесса, и система станет более эффективной. Анализ процессов проводится путем определения параметров на входе и выходе. Результаты определения параметров процесса должны быть документированы. Документация процессам составляет «каркас» системы качества [3].

**Заключение и выводы.** В системе качества в основном используются те документы, по которым работает вуз. Это документы правительства, министерства образования или приказы администрации образовательного учреждения. Поэтому при документировании процедур системы качества на эти документы делается ссылка.

К основным документам системы качества относятся следующие.

1. Руководство по качеству (закон университета).
2. Документация по качеству.
3. Внутренние проверки системы.

Руководство по качеству является основным документом, описывающим систему качества. Она содержит:

- политику и цели образовательной организации в области качества, ответственность руководства;
- задачи, вытекающие из целей и планирование качества;
- организационную структуру предприятия, ответственность и полномочия руководителей всех уровней;
- перечень документируемых процедур;
- описание элементов системы качества;
- документ регистрации данных о качестве.

Процедура системы качества – это составляющие части процесса. Они определяют, как группа ответственных лиц (или одно лицо) в одном или разных подразделениях будет обеспечивать выполнение конкретного элемента системы качества. Возможно, что один элемент системы качества может выполняться несколькими процедурами.

Требования к процедурам должны быть описаны в общеобразовательных стандартах, технических условиях (ТУ) и рабочих инструкциях.

Разработка системы качества в вузе состоит из 5 этапов.

На первом этапе определяются подразделения, участвующие в разработке системы качества, на втором – проводится анализ соответствия существующей системы элементам МС ИСО-9001.

На третьем этапе издается приказ руководителя о разработке системы качества. Для этого назначается ответственный представитель руководства (проректор), а также создается Отдел управления качеством, сертификацией, метрологией стандартизацией.

Назначается главный специалист по вопросам качества, и создаются совещательные советы по качеству, как на высшем уровне, так и в подразделениях.

На четвертом этапе проводится обучение персонала по трем уровням – для высшего руководства, среднего и высшего звена, а также подготовка аудиторов для внутреннего аудита качества. Составляются и утверждаются основные документы: руководство по качеству, стандарт, технические условия, рабочие инструкции, документация по качеству, план внутреннего аудита системы качества.

На пятом этапе внедрения системы проводится внутренний аудит системы качества подразделений силами собственных аудиторов, результате, которого составляются план корректирующих мероприятий.

После устранения несоответствий (обнаруженных недостатков) проводится внутренняя проверка системы качества предприятия и корректирующие мероприятия. На этом этапе система качества готова к сертификации.

При обнаружении несоответствий проводятся корректирующие мероприятия и повторный внешний аудит.

Таким образом, рассмотрены основополагающие задачи создания системы качества университета. Выполнены первые этапы: разработка и обсуждение в коллективе концепция качества образования, сформированы ценности, цели, нормы и некоторые критерии качества, проведено само обследование всех основных направлений деятельности, подготовки и опубликованы ежегодный доклад по качеству образования, проведение анализа качества основных процессов вуза.

Успех зависит от участия каждого члена академического сообщества, каждого сотрудника в деле обеспечения качества труда на своих рабочих местах. Но наиболее велика роль руководства вуза, которое должно поставить перед коллективом цель и путем управления качеством добиваться достижения этой цели. Всеобщее управление качеством (TQM) предполагает непрерывное улучшение качества. А это даже в наших трудных условиях позволит повысить не только качество жизни всего коллектива, но и качество жизни выпускников университета.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Вербицкий А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. – М.: Высшая школа, 2009. – 210 с.
- [2] Филатов О.К. Информатизация технологий обучения в высшей школе. – М.: Высшая школа, 2001. – 284 с.
- [3] Кларин М.В. Педагогическая технология в учебном процессе: Анализ зарубежного опыта. – М.: Знание, 2005. – 80 с.

## REFERENCES

- [1] Verbitsky A. A. Active learning in higher school: contextual approach. M.: Higher school, 2009. 210 p.  
[2] Filatov O.K. Information technology training in higher education. M.: Higher school, 2001. 284 p.  
[3] Klarin M.V. Pedagogical technology in academic process: a review of international experience. M.: Knowledge, 2005. 80 p.

**У. Б. Байтукаев**

Еуразия технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан

**УНИВЕРСИТЕТ АРАЛЫҚ САПА ЖҮЙЕСІНІҢ ШЫНАЙЫ ҚҰНДЫЛЫҚТАРЫ,  
МАҚСАТТАРЫ МЕН БІЛІМНІҢ САПАЛЫҚ НОРМАСЫ**

**Аннотация.** Мақалада сапалы білім беруге бағытталған барлық бағыттар қарастырылған. Ақпарат көздерінің сапалы қолдану мақсатында атқарылған жұмыстардың есебі, өзіндік талдаулар, баяндамалар, мақалалар, айтылған сөздер салынды. Жоғарғы оқу орындағы үздіксіз ғылыми білім беру удерісін сапалы дамыту үшін, Халықаралық талаптарға сай басқару жүйесін қуру қажет.

**Түйін сөздер:** білім беру, сапа, құндылық, мақсат, стандарт, жағдай, қалып, жүйе.

### **V заседание Совета по сотрудничеству в области фундаментальной науки государств – участников СНГ, посвященное 25-летию Содружества Независимых Государств**

**21 февраля 2017 года** в г. Алматы в НАН РК состоялось V заседание Совета по сотрудничеству в области фундаментальной науки государств – участников СНГ, посвященное 25-летию Содружества Независимых Государств. В работе заседания Совета приняли участие президенты академий наук, некоторые министры образования – представители Российской Федерации, Республики Беларусь, Армении, Кыргызской Республики, Республики Таджикистан, Украины и Республики Казахстан.

Согласно п.2.1 Положению о Совете по сотрудничеству в области фундаментальной науки государств – участников Содружества Независимых государств основными направлениями деятельности Совета являются:

- подготовка предложений по формированию и реализации межгосударственных программ и проектов в области фундаментальной науки;
- подготовка предложений по совершенствованию нормативной правовой базы сотрудничества в области фундаментальной науки;
- содействие установлению прямых контактов и укреплению сотрудничества между организациями государств – участников Соглашения, проводящими фундаментальные научные исследования;
- взаимодействие в рамках своей компетенции с органами СНГ, Исполнительным комитетом СНГ, органами государственной власти государств – участников Соглашения, а также с организациями государств – участников Соглашения, проводящими фундаментальные научные исследования;
- сотрудничество с рабочими аппаратами международных организаций по вопросам фундаментальной науки.

В соответствии с этим на заседании был рассмотрен широкий круг вопросов:

**1. О Председателе Совета.**

*Информация заместителя Председателя Исполнительного комитета – Исполнительного секретаря СНГ К. А. Жусупбекова.*

**2. О выполнении решений IV заседания Совета по сотрудничеству в области фундаментальной науки государств – участников СНГ и об участии Совета в мероприятиях, посвященных 25-летию Содружества Независимых Государств.**

*Докладчик: заместитель секретаря Совета, ученый секретарь Координационного совета Российской академии наук по взаимодействию со странами СНГ Е. П. Лукашев.*

*Информация Исполнительного комитета СНГ.*

**3. О 70-летней деятельности Национальной академии наук Республики Казахстан.**

*Докладчик: член Совета, Президент Национальной академии наук Республики Казахстан М. Ж. Журинов.*



4. О состоянии дел по работе над проектом Соглашения о координации межгосударственных отношений в области фундаментальных исследований государств – участников Содружества Независимых Государств.

*Информация заместителя Председателя Исполнительного комитета – Исполнительного секретаря СНГ К. А. Жусупбекова.*

5. О деятельности Рабочей группы по подготовке Перечня перспективных научных проектов, соответствующих приоритетным направлениям фундаментальных исследований государств – участников СНГ.

**Докладчик: Председатель Рабочей группы по подготовке предложений по приоритетным фундаментальным исследованиям, академик-секретарь Отделения физики, математики и информатики Национальной академии наук Беларуси В. А. Орлович.**

6. О повышении ответственности органов отраслевого сотрудничества СНГ при внесении предложений о разработке международно-правовых документов.

*Информация заместителя Председателя Исполнительного комитета – Исполнительного секретаря СНГ К. А. Жусупбекова.*

7. О придании одному из учреждений государств – участников СНГ статуса базовой организации в области фундаментальной науки.

*Информация ректора Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», руководителя базовой организации государств – участников СНГ по образованию в области лесного хозяйства и лесной промышленности И. В. Войтова.*

Заслушан обмен мнениями членов Совета.

В соответствии с пунктом 4.2 Положения о Совете по сотрудничеству в области фундаментальной науки государств – участников Содружества Независимых Государств председательство в Совете осуществляется поочередно каждым государством – участником СНГ в лице его представителя в порядке русского алфавита названий государств – участников СНГ, как правило, в течение одного года. Вопрос о председательстве решается на заседании Совета.

В 2016 году председательство в Совете осуществляла Российская Федерация.

Исполнительный комитет СНГ признал целесообразным рассмотреть на заседании Совета вопрос о делегировании председательства в Совете на очередной срок Республике Казахстан в лице ее представителя, члена Совета, Президента Национальной академии наук Республики Казахстан М. Ж. Журинова.

## **Торжественная сессия Общего собрания Национальной академии наук Республики Казахстан, посвященная 70-летию юбилею НАН РК**

**22 февраля 2017 года** в здании Казахского государственного академического театра оперы и балета имени Абая состоялась торжественная сессия Общего собрания Национальной академии наук Республики Казахстан, посвященная 70-летию юбилею НАН РК с участием Президента Республики Казахстан, академика НАН РК Н.А. Назарбаева.

В работе сессии приняли участие академики, члены-корреспонденты, почетные члены НАН РК, ректоры вузов, директора НИИ, видные общественные и культурные деятели страны, зарубежные гости – делегации во главе с президентами академий наук Российской Федерации Фортовым В. Е., Грузии Квеситадзе Г. И., Молдовы Дука Г. Г., Татарстана Салаховым М. Х.; а также Килин С.Я. - заместитель Председателя Президиума НАН Беларуси; Кошечко В.Г.- Вице-президент НАН Украины, Закиров Б. С.– директор Института общей и неорганической химии АН Узбекистана, Садыгов А. – начальник Управления науки и образования аппарата Президиума НАН Азербайджана; Илолов М. И. - академик АН Республики Таджикистан; Йонг Сук Чи – Председатель правления и руководитель стратегического развития Elsevier и др.



Заслушан доклад президента НАН РК М. Журинова «О роли Национальной академии наук Республики Казахстан в развитии науки, культуры и экономики Казахстана».

На сессии с Приветственной речью выступил Президент Республики Казахстан, академик НАН РК Н.А. Назарбаев.





На сессии были вручены Золотые медали НАН РК «Ғасыр ғуламасы, академик Н. Ә. Назарбаев – ҚР ҰҒА алтын медалі» академикам НАН РК Айтбаеву О., президенту Российской академии наук Фортову В.Е., Председателю правления и руководителю стратегического развития Elsevier Йонг Сук Чи.

На сессии выступили Министр образования и науки РК Е.К. Сагадиев, руководители делегаций академий наук зарубежных стран и отечественных научных организаций. НАН РК, а также президенту НАН РК были вручены высшие награды академий наук Молдовы, Украины, Татарстана, Сибирского отделения РАН, Азербайджана.

После окончания работы сессии был дан праздничный концерт.



**Доклад**  
**президента НАН РК М. Журинова**  
**«О роли Национальной академии наук Республики Казахстан**  
**в развитии науки, культуры и экономики Казахстана»**



**Құрметті Президент мырза!**

Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының 70 жылдық мерекесіне арналған салтанатты сессиясын ашық деп жариялауға рұқсат етіңіз! (Гимн).

**Аса құрметті Нұрсұлтан Әбішұлы! Мәртебелі қонақтар мен әріптестер!** Ғылымның асау толқынымен алысып, оның биік шыңдарын бағындырған Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясының мүшелерінің атынан Сізге бүгінгі жиынымызға қатысуға қымбат уақытыңызды бөліп, арнайы ат басын бұрып келгеніңіз үшін шексіз алғысымызды білдіреміз.

Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының күнсәулелі Алматыда өткізіліп отырған Мерекелік сессиясына дүниенің төрт тарапындағы елдерден атағы әлемге жайылған айтулы академиктердің бүгінгі жиынымызға қатысып отырғандарын зор қуанышпен атап өткіміз келеді.

Олар – Москвадан келген академик Фортвов Владимир Евгеньевич, Ресей ғылым академиясының президенті; Америкадан келген профессор Йонг Сук Чи, Elsevier Scopus халықаралық базасының Басқарма Төрағасы (АҚШ); академик Эркебаев Абдығаны Эркебаевич, туысқан Қырғыз Республикасының ҰҒА президенті; академик Дука Георгий Григорьевич, Молдова ҒА президенті; академик Рахими Фарход Кодирович, Тәжікстан ҒА президенті; академик Квеситадзе Георгий Иванович, Грузия ҰҒА президенті; академик Салахов Мьякзюм Халимулович, Татарстан Республикасы ҒА президенті; академик Асеев Александр Леонидович, Ресей ғылым академиясы Сібір бөлімшесінің төрағасы және АҚШ, Әзірбайжан, Украина, Түрікменстаннан келген академиктер мен ірі ғалымдар.

ҚР Ұлттық ғылым академиясы арқылы Қазақстанды өркендеген ғылыми-техникалық салалары бар республика ретінде сонау Кеңестер одағы тұсында да, қазіргі кезде де бүкіл әлем мойындап, құрметтейді.

Жақында ғана атап өткен Тәуелсіздігіміздің 25 жылдығын атап өткенімізде мақтанышпен қортындыладық. Қазақстан Тәуелсіздігінің 25 жылдығы белесінде тағы бір маңызды тарихи оқиға болды. Еліміз Біріккен Ұлттар Ұйымының Қауіпсіздік Кеңесінің 2017-2018 жылдардағы құрамына

енді. Бұл тарихи жеңіс. Еліміздің оған сайлануы – Елбасымыздың халықаралық аренадағы беделі мен еңбегінің пассионарлық тұлға ретінде мойындалуы деген сөз. Қазіргі кезде Астана процесі деген айдармен Сириядағы жағдайға байланысты нәтижелі келіссөздер жүріп жатыр.

Ал Нұрсұлтан Әбішұлының антиядролық күресі бүкіл адамзатты «атом өлімінен» құтқаруға апарды. Елбасының бұл игі қызметі бейбітшілік үшін берілетін Нобель сыйлығына толығымен лайықты.

Қазіргі уақытта Ұлттық ғылым академиясы Республикалық қоғамдық бірлестік бола отырып, кеңестік модельден бас тартып, тәуелсіз Батыс-Еуропалық моделінің сұлбесі бойынша дамуда. Сонымен қатар республикамыздың игілігі жолында жұмыс істейтін негізгі ғылыми-техникалық потенциалы, мен бас ғылыми орталық ретіндегі мәртебесін сақтап қалды.

Аға ұрпақтың өнегелі істерін жаңа серпінмен жалғастыра алатын, сөйтіп елімізді әлемдегі жетекші 30 елдің қатарына қосуға қабілеті мен дарын-таланттары жететін жастардың отандық ғылымның қатарын толықтыратынына сеніміміз зор.

Құрметті Нұрсұлтан Әбішұлы, саяси билікті бөлісу жөніндегі Үндеуіңіз бен мен кезекті жылдық Жолдауыңыз бүгінгі қазақ қоғамын дүр сілкіндіріп, жігерлендірді. Өзіңіздің қолыңыздағы саяси билікті Парламент және Үкіметпен бөлісу бұл – шынайы демократия жолына біртіндеп көшу деген сөз.

Сіздің кезекті Жолдауыңыздың бағыты – «Қазақстанның Үшінші жаңғыруы: жаһандық бәсекеге қабілеттілік».

Сіз көрсеткен бес институционалдық реформа оның ішіндегі технологиялық модернизация жасау – ғылыми сүйелдемеу арқылы ғана жүзеге асырылады.

#### **Уважаемые коллеги!**

Около 70 лет назад состоялось торжественное открытие Академии наук Казахской ССР, ставшей на многие десятилетия главным штабом науки, координирующим все научно-исследовательские работы в республике.

Свой юбилей Национальная академия наук отмечает на новом этапе социально-экономической модернизации Казахстана. Члены НАН РК в числе первых обсудили на своих собраниях Обращение о Конституционной реформе и Послании народу Казахстана о третьей модернизации экономики и социальной сферы всецело поддерживают проводимый первым Президентом Республики Казахстан, Лидером нации курс новых преобразований. Выдвинутая в них идея об ускоренном технологическом перевооружении и срочном налаживании научного сопровождения производств всех отраслей промышленности является своевременной, ибо любое передовое производство без этого через 5 лет станет заурядным и отсталым. Наши ученые приложат все силы для развития фундаментальных и прикладных исследований, соответствующих мировому уровню и активному внедрению завершённых работ в производство с тем, чтобы Казахстан вошел в число 30-ти наиболее развитых стран мира в ближайшее десятилетие. Для справки скажу, что сегодня Казахстан занимает 42-ю строчку рейтинга глобальной конкурентоспособности из 140 стран мира (по данным Всемирного экономического форума 2015-2016 гг.).

Зарождение науки началось у нас с изучения истории казахского народа, его территории и культуры. Начало этому было положено трудами Абу Наср аль-Фараби, Х.А. Яссауи, Хайдара Дулати, Бируни и позднее, в XVIII в., трудами видных российских и европейских ученых: И.К. Кириллова, В.Н. Татищева, Г.Ф. Миллера, Б.С. Палласа и др.

Одним из первых современных ученых-казахов, труды которого существенно обогатили мировую востоковедческую историографию, был Чокан Валиханов. Его исследования по истории, этнографии и литературе казахов успешно продолжили М.С. Бабаджанов, Т.А. Сейдалин, Б. Даулбаев, М.Ч. Таукин, С.А. Джантюрин, А.Н. Букейханов, А. Байтурсынов и др.

В 1932 г. Президиум АН СССР вынес решение об организации Казахстанской базы академии в г. Алматы, которая в 1938 г. была реорганизована в Казахский филиал АН СССР, а в 1946 г. была создана самостоятельная Академия наук КазССР. Первым президентом Академии наук был избран академик АН КазССР и АН СССР Сатпаев Каныш Иммантаевич – видный общественный и государственный деятель, ученый с мировым именем, основатель казахстанской школы геологии, лауреат Ленинской и Государственной премий. Следующими президентами были выдающиеся ученые

академики: Кунаев Д.А., Чокин Ш.Ч., Есенов Ш.Е., Кунаев А.М., Айтхожин М.А., Султангазин У.М., Сагадиев К.А., Школьник В.С., Айтхожина Н.А. и Даукеев С.Ж.

В настоящее время НАН РК объединяет 237 постоянных членов (135 – академиков и 102 – членов-корреспондентов), 14 иностранных и 88 почетных членов НАН РК. Это ученые, научные достижения которых признаны на международном уровне.

Казахстанская наука всегда шла в авангардной группе, и как в свое время отметил президент АН СССР, академик Александров, она занимала почетное третье место после России и Украины.

Благодаря научным разработкам ученых Академии Наук КазССР совместно с учеными Москвы, Ленинграда и других были открыты новые месторождения нефти и газа, богатейших руд алюминия, меди, хрома, урана, цинка, свинца, золота и других благородных металлов. Учеными НАН РК были разработаны лучшие в мире технологии производства высокочистой катодной меди, цинка, магния, титана, алюминия, хрома, фосфора и его соединений.

В условиях работы в новом статусе академии, который, по мнению авторов этой реформы, лучше соответствует законам рыночной экономики, НАН РК в своей деятельности не занимается административными вопросами, стала больше опираться на ведущие вузы, в которых работает преобладающее большинство ученых страны, а также на бывшие академические НИИ, как и прежде.

НАН РК принимает участие в определении приоритетных направлений развития науки республики, готовит для представления Главе государства ежегодный Национальный доклад по науке, пропагандирует достижения науки путем выпуска 8 академических научных журналов, участвует в проведении международных конференций, выставок и конкурсов на государственные премии в области науки и техники, оказывает содействие в развитии международного научного сотрудничества и инновационной деятельности, участвует в проведении научной экспертизы по фундаментальным и прикладным исследованиям.

С 2004 году все шесть профильных отделений базируются в крупных национальных университетах: КазНУ им. аль-Фараби, который в международном рейтинге QS занимает 236 место, а его ректор, академик Мутанов Г.М. недавно награжден золотой медалью ISESCO; КазНИТУ им. К.И. Сатпаева – это первый и пока единственный университет, получивший статус исследовательского университета, ректор – член-корреспондент Бейсембетов И.К.; КазНПУ им. Абая (ректор – академик Пралиев С.Ж.) и Национальном аграрном университете (ректор – академик Есполов Т.И.).

В целях содействия развитию науки, кроме 6 профильных отделений в 10 областных центрах республики организованы представительства - филиалы НАН РК.

В соответствии с Уставом нашей Академии, которая развивается по схеме независимой западно-европейской модели, Академия отныне может принимать, так называемых, коллективных членов, т.е. научные организации и вузы. Уже приняты в состав НАН РК около 40 коллективных членов – это академические институты, национальные и крупные региональные университеты республики. С главными академиями многих стран ближнего и дальнего зарубежья заключены договоры о сотрудничестве, которые способствуют развитию международных связей и открывают путь отечественным ученым для участия в конкурсах международных научных фондов МНТЦ, НАТО, ИНТАС и др.

НАН РК входит во все крупные международные Ассоциации национальных академий наук, а в одном из них – в Союзе национальных академий наук Тюркского мира – является председателем.

Достижение членов НАН РК в науке ежегодно отражаются в Национальном докладе по науке, который издается НАН РК. Многие члены нашей центральной, классической Академии удостоиваются крупных международных премий и Государственной премии в области науки и образования РК. Все Госпремии республики в последние годы решением Государственной комиссии РК присваивались в основном членам НАН РК за работы, выполненные в академических институтах.

Хочу отметить лишь последние достижения отечественных ученых, удостоившихся международных и государственных премий, это ученые-математики академики Т.Ш. Кальменов и М.О. Утельбаев, физики – академики Т.А. Кожамкулов, Т.С. Рамазанов за работы в области теоретической физики, академик С.Н. Харин – за исследования в области электрических контактов получил международную премию Рагнара Холма (США), академик М.М. Молдабеков, члены-корреспонденты Л.М. Чечин, Ж.Ш. Жантаев, Т.А. Мусабаев – за разработки в области космической

технологии, академик А.А. Жарменов и С.Т. Шалгимбаев – за разработки по интенсификации и облагораживанию процессов и продуктов в металлургии, член-корреспондент С.К. Акшулаков в области нейрохирургии, академик А.С. Бейсенова и член-корреспондент А.Р. Медеу за цикл работ в области атласного картографирования и др.

Учеными института Топлива, катализа и электрохимии имени Д.В. Сокольского разработаны высокоэффективные катализаторы обеспечивающие глубокую переработку нефти до 95% и получению бензина соответствующего стандарта «Евро-5». Новые исследования в области металлургии, получены 217 особо чистых металлов, их сплавов и нанопорошков. Учеными КазНИТУ им. К.И. Сатпаева (ректор – член-корреспондент И.К. Бейсембетов) создан электрический автобус. В области сельского хозяйства созданы новые органические удобрения и стимуляторы роста корневой системы с получением высокоурожайных и засухоустойчивых сортов пшеницы и других сельхозкультур. Оригинальные научные достижения имеются в области биологии, генетики и гуманитарных наук. Наши ученые ежегодно выигрывают на конкурсной основе солидные гранты международных фондов МНТЦ, ИНТАС, НАТО и др. Центральный офис МНТЦ окончательно переехал из Москвы в Астану. По стратегическому индустриально-инновационному плану развития экономики Казахстана объем финансирования науки к 2020 году должен возрасти в несколько раз и составить 2,0 % от ВВП и тем самым приблизиться к уровню западно-европейских стран.

С 1946 г. НАН РК издает 8 высокорейтинговых академических журналов, которые распространяются в Национальные библиотеки 73 стран мира. Некоторые из них входят в международную базу Scopus-Elsevir.

От имени всех членов НАН РК еще раз хочу выразить нашу благодарность лично Вам, Нурсултан Абишевич, за недавний прием и поддержку в дальнейшем укреплении нашей Академии.

Недавно я был принят Президентом РК Н.А. Назарбаевым. По нашей просьбе Нурсултан Абишевич еще больше укрепил позицию НАН РК. Министерство образования и науки РК под руководством нового Министра Е.К. Сагадиева, который успешно решает сложные вопросы реформы образования и науки, поддерживает НАН РК и приступило к исполнению Ваших поручений, направленных на улучшения деятельности НАН РК. А ученые НАН РК поддерживают новые благие начинания министерства, оказывают консалтинговые услуги, поддержку реформы сферы образования и науки по Вашей, Нурсултан Абишевич, идее, изложенной в Послании народу Казахстана, а также в прежних выступлениях.

Сөз соңында осындай жоғары денгейде Академияның мерекелік салтанатты Жиналысын дайындауда көрсеткен көмектері үшін Президент әкімшілігіне, Білім және ғылым министріне, Мәдениет және спорт министріне, Алматы қаласының Әкіміне шексіз ризашылығымызды білдіреміз.

Отанымыздың ғылымы қарқынмен дамып, болашағы жарқын, босағасы берік болсын; Қазақстанымыз біртуар тұлға, «Ғасыр ғұламасы» алтын медалінің иегері Тұңғыш Президентіміз – Елбасы, академик Нұрсұлтан Назарбаевтың кеменгерлік басшылығымен күн сайын жаңарып, гүлдене берсін! Рахмет.

*Президиум НАН РК*



## Юбилейные даты

---



### **К 80-летию академика НАН РК М. Х. САЯТОВА**

10 февраля 2017 года исполняется 80 лет известному ученому-вирусологу, академику НАН РК, доктору биологических наук, профессору Саятову Марату Хусаиновичу.

М. Х. Саятов родился 10 февраля 1937 г. в с. Держинске (ныне с. Токжайлау) Алакольского района Алматинской области в семье служащего. В 1960 г. он окончил санитарно-гигиенический факультет Казахского государственного медицинского института и поступил в аспирантуру при Институте микробиологии и вирусологии АН КазССР, где под руководством академика АН КазССР и члена-корреспондента АМН СССР Х. Ж. Жуматова выполнил кандидатскую диссертацию, посвященную изучению вопросов гуморального иммунитета при гриппе. С 1963 г., работая в этом же институте, последовательно прошел стадии научного роста от младшего научного сотрудника до руководителя лаборатории общей вирусологии (1973–1996) и экологии вирусов (1996–2006). С января 2007 г. по настоящее время является главным научным сотрудником института. Основные направления научных исследований: экология и эволюция орто- и парамиксовирусов, иммунология и иммунодиагностика вирусных инфекций.

Наиболее крупные достижения: разработал методологические подходы к изучению природы и биологических свойств гуморальных факторов специфического и неспецифического иммунитета при гриппе; организовал широкомасштабные полевые и экспериментальные исследования диких птиц на территории Республики Казахстан; выделил более 150 изолятов вирусов гриппа А, многие из которых были депонированы в Национальной коллекции вирусов и зарегистрированы в международной базе данных Gene Bank; обосновал возможность интродукции эпидемического вируса гриппа А (H1N1) в популяции диких птиц и млекопитающих животных; установил гетерогенность популяции казахстанских изолятов вируса гриппа птиц и их филогенетические взаимосвязи с вирусами, циркулировавшими в различных регионах мира. М. Х. Саятовым с сотрудниками впервые в Центрально-Азиатском регионе в птицеводческих хозяйствах выделены парамиксовирусы

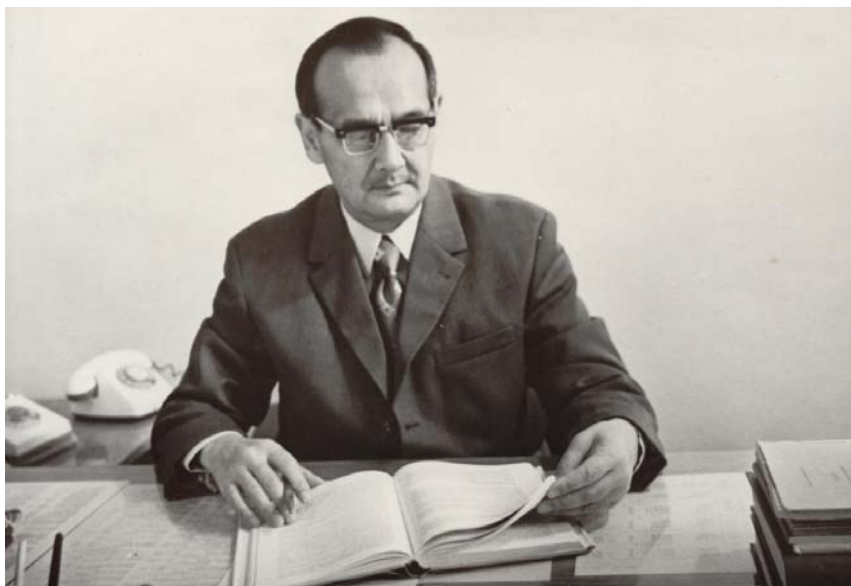
птиц серотипа 1 (ПМВ-1, вирус болезни Ньюкасла-ВБН), принадлежащие к разным патотипам; установлены состав и направление изменчивости антигенных эпитопов внутренних (М, NP) и поверхностных (HN, F) белков 26 казахстанских штаммов ВБН. В 1987–2014 гг. при мониторинговых исследованиях популяций диких и домашних птиц в РК впервые изолированы штаммы ПМВ-2, ПМВ-4, ПМВ-6, ПМВ-8 и молекулярно-генетическим методом идентифицированы новые, ранее неизвестные для науки ПМВ птиц серотипов 13 и 14.

М. Х. Саятовым с учениками разработаны новые способы приготовления антительных эритроцитарных иммунореагентов для диагностики гриппа, инфекционной бурсальной болезни и ПМВ инфекций птиц, а также высокоспецифичные и высокочувствительные тест-системы для дифференциальной диагностики вирусов гриппа А и болезни Ньюкасла, вирусов гриппа А и ринопневмонии лошадей в полимеразной цепной реакции.

М. Х. Саятов ведет большую научно-организационную работу. Он был председателем экспертного совета по биологическим наукам ВАК РК, членом высшего научно-технического совета МН-АН РК, председателем секции биологических наук ВНТС, членом Президиума НАН РК, являлся членом редакционного совета международного журнала «Вопросы вирусологии» (Москва) и редколлегии журналов «Биотехнология. Теория и практика», «Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская», «Поиск». В настоящее время состоит в редколлегии журнала «Микробиология және вирусология» ИМиВ КН МОН РК. М.Х. Саятов автор более 40 изобретений, патентов и предпатентов СССР и РК, 440 научных работ, 2 монографий, соавтор первого русско-казахского словаря по вирусологии, иммунологии, генетике и молекулярной биологии (1993). Подготовил 4 докторов и 18 кандидатов биологических наук. В 1997 и 2006 гг. удостоен Государственной стипендии для ученых и специалистов, внесших выдающийся вклад в развитие науки и техники Казахстана. Награжден медалями «За трудовое отличие», «Ерен еңбегі үшін», «Ветеран труда», «70 лет победы в Великой Отечественной войне», «Енбек ардагері», знаками «Изобретатель СССР» и «За заслуги в развитии науки Казахстана».

**Березин В.Э.,**  
*доктор биологических наук, профессор,  
заслуженный деятель Казахстана,  
член-корреспондент НАН РК*

**ЕРЖАНОВУ Жакану Сулейменовичу,  
выдающемуся ученому, основателю научной школы по геомеханике,  
Заслуженному деятелю науки Казахстана, академику НАН РК и НИА РК,  
доктору технических наук, профессору –  
95 лет**



Жакан Сулейменович Ержанов родился 10 февраля 1922 г. в Баянаульском районе Павлодарской области в семье учителя. В 1944 г. окончил маркшейдерское отделение Казахского политехнического института, затем аспирантуру Казахского филиала АН СССР, специализируясь в области механики. В 1949 г., защитив кандидатскую диссертацию, перешел на научно-педагогическую работу в Казахский государственный университет. В 1951–1960 гг. доцент Днепропетровского горного института. В 1960 г. академиком К. И. Сатпаевым приглашен в АН КазССР заведовать лабораторией Сектора математики и механики. Ж. С. Ержанов – один из организаторов Института математики и механики, заместитель директора, руководитель его отдела в составе нескольких лабораторий (1965–1968).

С 1968 по 1976 гг. главный ученый секретарь Президиума АН КазССР, 1976–1986 гг. – академик-секретарь Отделения наук о Земле и первый директор организованного им Института сейсмологии; в 1987–1991 гг. заведует лабораторией Института математики и механики; в 1991–1999 гг. – Института механики и машиноведения, а с 2000 г. заведует отделом механики Института механики и машиноведения имени академика У. А. Джолдасбекова МОН РК. В 1971–1985 гг. руководил совместными исследованиями по механике АН КазССР и институтов ГДР в Лейпциге и Потсдаме. В 1963 г. Ж. С. Ержанов защитил докторскую диссертацию в Сибирском отделении АН СССР, с 1969 г. – профессор, с 1970 г. – академик НАН РК. В 1971 г. ему присвоено звание Заслуженного деятеля науки Казахстана, в 1993 г. избран академиком Инженерной академии (НИА) РК.

Ж. С. Ержанов внес выдающийся вклад в проведение фундаментальных исследований по механике, создал новые направления в современной механике Земли, что способствовало открытию и развитию казахстанской школы геомеханики мирового уровня. Они включают теорию ползучести горных пород, широко используемую в практике горного и строительного дела; методы расчета прочности и деформативности подземных конструкций; постановку и решение комплекса статических и динамических задач, включая расшифровку сейсмических предвестников; математические теории складкообразования в земной коре и формирования нефтеносных солянокупольных структур.

Им получены основополагающие результаты по механике тектонического развития Земли и построены движущие механизмы послегерцинских движений. Развита комплекс работ по общей теории вращения Земли; вариант этой теории принят в качестве стандарта редуцированных вычислений международными организациями – Астрономическим союзом, Бюро времени, Службой движения полюсов, Геодезическим и геофизическим союзом.

Ж. С. Ержанов – создатель оригинальной научной школы механики, воспитал плеяду учеников, многие из которых получили известность. Он автор более 350 индивидуальных и коллективных работ, включая 40 монографий, треть которых опубликована в зарубежных изданиях. Для творческой деятельности Ж. С. Ержанова была характерна забота о научных кадрах, им подготовлено более 100 кандидатов и около 50 докторов наук.

Научно-организационная работа Ж. С. Ержанова хорошо сочеталась с общественной. Он был членом Генеральной Ассамблеи Международного союза по теоретической и прикладной механике (IUTAM), председателем Национального комитета Республики Казахстан по теоретической и прикладной механике, членом Российского Национального комитета по теоретической и прикладной механике, председателем докторского диссертационного совета, руководителем научного семинара по механике ИММаш, членом Редакционного совета международного журнала «Прикладная механика» (издается в Киеве и Нью-Йорке), членом редколлегий других изданий.

Заслуги Ж. С. Ержанова в развитии науки и подготовке научных кадров отмечены орденом Трудового Красного Знамени, орденом «Знак Почета», медалями СССР и ГДР, Почетной Грамотой Верховного Совета Республики Казахстан, Государственной премией Республики Казахстан, Дипломом Почета и медалями ВДНХ СССР.

## МАЗМҰНЫ

## Ғылыми мақалалар

<i>Садомский В.В., Крупа Е.Г., Аминова И.М.</i> Солтүстік каспий акваториясындағы гидробионттардың сейсмоакустикалық әсерін эксперименттік зерттеулер.....	5
<i>Генбач А.А., Джаманкулова Н.О.</i> Жылу энергетикалық қондырғалардың капиллярлық-кеуектік жаңа класты салқындату жүйелеріндегі жылуассалмасуды зерттеу.....	14
<i>Абиддаева Р.А., Дауылбай А.Д., Рысбаева Г.С., Абубакирова А.А., Оспанова А.А.</i> Мысықтардың эндопаразиттермен ауруының олардың түсі мен тектік ерекшелігіне тәуелділігі.....	20
<i>Махметова Н.М., Солоненко В.Г., Бекжанова С.Е.</i> Станцияның типтік бөлігіндегі қатпарламасының кернеулі-деформациялық күйінің экспериментальды есептеуі.....	24
<i>Абдысагин Р.-Б.Т.</i> Заманауи музыка уақыттың жаңғырығы.....	29
<i>Генбач А.А., Джаманкулова Н.О.</i> Жеке бу көпіршіктері астындағы капиллярлық-кеуектік құрылымның шектік күйі.....	34
<i>Серғалиев А.С.</i> Ұңғыма қабырғасындағы үйкелісті қарастыра отырып бұрғылау қарнағының қозғалысының сызықты емес моделі.....	42
<i>Мальшиев В.П., Зубрина Ю.С., Макашева А.М.</i> Жинақталатын қатар және бітпейтін реттілік сияқты Больцманнның бөлуі.....	49
<i>Закарина Н.А., Акурпекова А.К.</i> Бағаналы цирконий Таган монтмориллонитіне енгізілген Pt-катализаторында пентан-гексан фракцияларын изомерлеу.....	59
<i>Машеков С.А., Мауленова М.Р.</i> Фольгаға арналған дайындамаларды өңдеу әдістері.....	69
<i>Аминова И.М.</i> 70–90 жж. Жайық өзен сағасының зообентос бойынша зерттеулер (шолу).....	80
<i>Садомский В.В., Крупа Е.Г., Аминова И.М.</i> Солтүстік каспий акваториясындағы гидробионттардың сейсмоакустикалық әсерін эксперименттік зерттеулер.....	86
<i>Аминова И.М., Садомский В.В.</i> Каспий теңізінің жағалауына іргелес Жайық өзен сағасының зообентос аквалды экожүйесі.....	96
<i>Салихов Т.Қ.</i> Зеренді ауылдық округінің геоэкожүйелеріндегі топырақ жамылғысының құнарлылығының қазіргі кездегі жағдайы.....	102
<i>Тұрабаев Ф.Қ.</i> Мақтаны өндірудің бәсекеге қабілеттілігін арттырудың факторларын талдау.....	109
<i>Шәмшіев Е.</i> Еуразиялық интеграциясының геосаясатты аспектілері: жаңа қауіптер мен келешегі.....	123
<i>Дінмұхаммед Әметбек, Ғалым Жүсіпбек.</i> Толерантты және плюралисттік қоғам қалыптастыруда матуриді түсінігіндегі «иман мен ақыл арасындағы байланыстың» рөлі.....	129
<i>Абикенова Ш.К., Айткенова Г.Т.</i> Кәсіпорындағы жазатайым оқиғалардың алдын алу шарасының бірі – жұмыскерлердің қауіпсіз еңбекке уәждемесін арттыру.....	135
<i>Нысанбаева А.М.</i> ЕО мемлекеттеріндегі көші-кон дағдарыстың кейбір аспектілеріне эксперттердің көзқарастары бойынша.....	141
<i>Онласынов Е.З., Кыдырова Ж.Ш., Шадиева А.А.</i> Оңтүстік Қазақстан облысында кәсіпкерлікті қолдаудың инфрақұрылымын қалыптастыру ерекшеліктері.....	146
<i>Базарбаев Қ.Қ.</i> Ұлт-азаттық қозғалыстағы саяси ағымдар және түркістан мұхтарыаты.....	152
<i>Худайбергенов Нурбол.</i> Б. Нұржекеұлының «Әй, дүние-ай» романындағы жалпы адамзаттық құндылықтар.....	160
<i>Баешов А.Б., Сатиева М.М., Баешова А.К., Абдувалиева У.А., Журинов М.Ж.</i> Анодты импульсті токпен поляризацияланған молибден электродының еруі.....	166
<i>Конурбаев А.Е., Баешов А.Б., Ибрагимова Г.Н., Маханбетов А.Б., Абдувалиева У.А.</i> Құрамында алюминий мен темір бар аралас коагулянттарының түзілу процесіне әртүрлі параметрлердің әсері.....	173
<i>Достай Ж.Д., Турсунов Э.А., Қурбаниязов А.К., Нурғалиева Г.Ж.</i> 2011–2013 жж. Балқаш көлінің батиметриялық өлшеу жұмыстарының нәтижелері бойынша морфометриялық сипаттамалары.....	179
<i>Дузбаева Н.А., Алтай К.А., Құспанова Б.К., Насиров Р.</i> Мұнай және оның өнімдерінің сыртқы ортаға тигізетін әсері.....	183
<i>Машеков С.А., Дуя Генрук, Абсадыков Б.Н., Тусупкалиева Э.А., Машекова А.С.</i> Алюминий қорытпаларынан жасалған нанокұрылымды шыбықтар құрылымының өзгеруін және тозуын зерттеу.....	192
<i>Оспанова А.А., Абиддаева Р.А., Анарбекова А.І., Махан А.Ж., Дауылбай А.Д.</i> Әртүрлі факторлардың эмбриогенез процесіне әсері.....	203
<i>Ракишева Д.С., Мирғалиқызы Т., Муканова Б.Г.</i> Жер беті бедерін RBF әдісі арқылы аппроимациялау.....	210
<i>Татенов А.М., Байтурғанова В.К.</i> Төменгі арналардан қабаттардың екінші рет мұнай беруін виртуалды-интерактивті зерттеу.....	216
<i>Шадхин Ю.И., Тойгожинова Ж.Ж.</i> MATLAB бағдарламасының көмегімен жиілікті түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыштың тұйықталған бейсызықты жүйесінің беріліс функциясын анықтау.....	220
<i>Бейсембаев А.А., Исақожаева І.Н.</i> Құрғақ құрылыстық қоспалардың автоматтандырылған қаптау және сақтау желілерінің басқару жүйесін жасау.....	225
<i>Ибраев А.Х., Мүсілімов Қ.Б.</i> Болотовтың роторлы турбинасы (ВРТБ) негізінде жел энергетикалық кешенін автоматтандыру.....	230

<i>Лялин В.Е., Краснов А.Н., Калиев Е.И., Сагындиқова А.Ж.</i> Магистральдық құбырлар арқылы тасымалдау қауіпсіздігін арттыру мақсатында Табиғи газды өңдеу әдістері.....	235
<i>Қабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Омашова Г.Ш., Тоқжигитова А.А., Абдикерова Ж.Р.</i> Айнымалы ток тізбегіндегі индуктивті катушканың реактивті кедергісінің ток жиілігіне тәуелдігін зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты ұйымдастыру.....	242
<i>Махметова Н.М., Солоненко В.Г., Бекжанова С.Е.</i> Станцияның типтік бөлігіндегі қатпарламасының кернеулі-деформациялық күйінің экспериментальды есептеуі.....	249
<i>Үмбетқұлова А.Б.</i> Бұрғылау қарнағының көлбеу-көлденең тербелісін модельдеу және талдау.....	255
<i>Азатбек Т.А., Байтеңізев Д.Т.</i> Еңбек нарығындағы өзін-өзі жұмыспен қамту түрі ретінде фрилансты дамытудың шетелдік тәжірибесі.....	266
<i>Аюпова З.К., Құсайынов Д.Ө.</i> Қазақстан Республикасында құқықтық мемлекеттің қалыптасу мәселесіне..	276
<i>Сыздықова К.Ш., Шыныбеков Ж.Т.</i> Интеграция – ұйым менеджментінің стратегиялық факторы ретінде.....	282
<i>Байтукаев У.Б.</i> Университет аралық сапа жүйесінің шынайы құндылықтары, мақсаттары мен білімнің сапалық нормасы.....	286

### Хроника

Тәуелсіз Мемлекеттер Достастығының 25 жылдығына арналған ТМД-ға қатысушы мемлекеттер арасындағы іргелі ғылым саласындағы ынтымақтастығы бойынша Кеңестің V отырысы.....	292
Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының 70-жылдық мерейтойына арналған Жалпы жиналысының салтанатты сессиясы.....	294
ҚР ҰҒА президенті М. Жұрыновтың «Қазақстанның ғылымы, мәдениеті және экономикасының дамуындағы Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының рөлі» тақырыбындағы баяндамасы.....	297

### Мерейтойлар

ҚР ҰҒА академигі М. Х. Саятовтың 80 жылдығына.....	301
ҚР ҰҒА академигі Ж. С. Ержановтың 95 жылдығына.....	303

## СОДЕРЖАНИЕ

## Научные статьи

<i>Садомский В.В., Крупа Е.Г., Аминова И.М.</i> Экспериментальные исследования сейсмоакустического воздействия на гидробионтов Северного Каспия.....	5
<i>Генбач А.А., Джаманкулова Н.О.</i> Исследование теплообмена в капиллярно-пористых системах охлаждения нового класса тепловых энергоустановок.....	14
<i>Абильдаева Р.А., Дауылбай А.Д., Рысбаева Г.С., Абубакирова А.А., Оспанова А.А.</i> Эндопаразитарная болезнь кошек и его зависимость от цвета и родов особенности.....	20
<i>Махметова Н.М., Солоненко В.Г., Бекжанова С.Е.</i> Расчет свободных колебаний анизотропного массива с трехмерным подземным сооружением.....	24
<i>Абдысагин Р.-Б.Т.</i> Современная музыка как эхо времени.....	29
<i>Генбач А.А., Джаманкулова Н.О.</i> Предельное состояние капиллярно-пористой структуры под индивидуальным паровым пузырем.....	34
<i>Сергалиев А.С.</i> Нелинейная модель движения буровой штанги с учетом влияния сил трения о стенки скважины.....	42
<i>Мальшиев В.П., Зубрина Ю.С., Макашева А.М.</i> Распределение Больцмана как бесконечная последовательность и сходящийся ряд.....	49
<i>Закарин Н.А., Акурпекова А.К.</i> Изомеризация пентан-гексановой фракции на Pt-катализаторе, нанесенном на пилларированном цирконием Таганском монтмориллоните.....	59
<i>Машеков С.А., Мауленова М.Р.</i> Способы производства заготовки для фольги.....	69
<i>Аминова И.М.</i> Зообентос дельты и низовой реки Урал по исследованиям 70–90-х годов (обзор).....	80
<i>Садомский В.В., Крупа Е.Г., Аминова И.М.</i> Экспериментальные исследования сейсмоакустического воздействия на гидробионтов Северного Каспия.....	86
<i>Аминова И.М., Садомский В.В.</i> Зообентос аквальных экосистем дельты реки Урал с прилегающим побережьем Каспийского моря.....	96
<i>Салихов Т.К.</i> Современное состояние плодородия почвенного покрова геоэкосистем Зерендинского сельского округа.....	102
<i>Турабаев Г.К.</i> Анализ факторов повышения конкурентоспособности производителей хлопка.....	109
<i>Шамишев Е.</i> Геополитические аспекты евразийской интеграции: новые вызовы и перспективы.....	123
<i>Динмухаммед Аметбек, Галым Жусупбек.</i> Роль матуридистского понимания о синтезе веры и разума в формировании толерантного и плюралистического общества.....	129
<i>Абикенова Ш.К., Айткенова Г.Т.</i> Одной из мер профилактики несчастных случаев на предприятии – повышение мотивации работников к безопасному труду.....	135
<i>Нысанбаева А.М.</i> Некоторые аспекты миграционного кризиса в странах Европейского Союза глазами экспертов.....	141
<i>Онласынов Е.З., Кыдырова Ж.Ш., Шадиева А.А.</i> Особенности формирования инфраструктуры поддержки предпринимательства в Южно-Казахстанской области.....	146
<i>Базарбаев К.К.</i> Туркестанский мухтариат и политические течения народно-освободительного движения.....	152
<i>Худайбергенов Н.Д.</i> Общечеловеческие ценности в романе «Ай, дуние-ай» Бексултана Нуржекеулы.....	160
<i>Баешов А.Б., Сапиева М.М., Баешова А.К., Абдувалиева У.А., Журинов М.Ж.</i> Растворение молибденового электрода при поляризации анодным импульсным током.....	166
<i>Конурбаев А.Е., Баешов А.Б., Ибрагимов Г.Н., Маханбетов А.Б., Абдувалиева У.А.</i> Влияние различных параметров на процесс образования смешанных алюминий- и железосодержащих коагулянтов.....	173
<i>Достай Ж.Д., Турсунов Э.А., Курбаниязов А.К., Нурғалиева Г.Ж.</i> Морфометрические характеристики оз. Балкаш по результатам батиметрической съемки в 2011–2013 гг. ....	179
<i>Дузбаева Н.А., Алтай К.А., Куспанова Б.К., Насиров Р.</i> Воздействие на окружающую среду нефти и нефтепродуктов.....	183
<i>Машеков С.А., Дуја Ненгук, Абсадыков Б.Н., Тусупкалиева Э.А., Машекова А.С.</i> Исследование эволюции структуры и износостойкости наноструктурных прутков из алюминиевых сплавов.....	192
<i>Оспанова А.А., Абилдаева Р.А., Махан А.Ж., Анарбекова А.И., Дауылбай А.Д.</i> Влияние различных факторов на процесс эмбриогенеза.....	203
<i>Ракишева Д.С., Мирғалиқызы Т., Муканова Б.Г.</i> Аппроксимация поверхности рельефа дневной поверхности методом RBF.....	210
<i>Татенов А.М., Байтурганова В.К.</i> Виртуально-интерактивные исследования вторичной нефтеотдачи пластов в низкопроницаемых каналах.....	216
<i>Шадохин Ю.И., Тойгожинова Ж.Ж.</i> Определение передаточной функции замкнутой нелинейной системы преобразователь частоты – асинхронный двигатель с помощью MATLAB.....	220
<i>Бейсембаев А.А., Исақожаева І.Н.</i> Разработка системы управления автоматизированной линии расфасовки и хранения сухих строительных смесей.....	225
<i>Ибраев А.Х., Муслимов К.Б.</i> Автоматизация ветроэнергетического комплекса на основе роторной турбины Болотова (ВРТБ).....	230

<i>Лялин В.Е., Краснов А.Н., Калиев Е.И., Сагындиқова А.Ж.</i> Методы физического воздействия на природный газ с целью повышения безопасности транспортировки по магистральным газопроводам.....	235
<i>Кабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Омашова Г.Ш., Токжигитова А.А., Абдикерова Ж.Р.</i> Организация выполнения компьютерной лабораторной работы по исследованию зависимости реактивного сопротивления катушки индуктивности от частоты переменного тока.....	242
<i>Махметова Н.М., Солоненко В.Г., Бекжанова С.Е.</i> Расчет свободных колебаний анизотропного массива с трехмерным подземным сооружением.....	249
<i>Умбетқұлова А.Б.</i> Моделирование нелинейных продольно-поперечных колебаний буровой колонны и их анализ.....	255
<i>Азатбек Т.А., Байтенизов Д.Т.</i> Зарубежный опыт развития фриланса как формы самозанятости на рынке труда.....	266
<i>Аюпова З.К., Кусаинов Д.У.</i> К проблеме становления правового государства в Республике Казахстан..	276
<i>Сыздықова К.Ш., Шыныбеков Ж.Т.</i> Интеграция как стратегический фактор менеджмента организации.....	282
<i>Байтукаев У.Б.</i> Истинные ценности, цели и нормы качества образования во внутриуниверситетской системе качеств.....	286

### **Хроника**

V заседание Совета по сотрудничеству в области фундаментальной науки государств – участников СНГ, посвященное 25-летию Содружества Независимых Государств.....	292
Торжественная сессия Общего собрания Национальной академии наук Республики Казахстан, посвященная 70-летию юбилею НАН РК.....	294
Доклад президента НАН РК М. Журинова «О роли Национальной академии наук Республики Казахстан в развитии науки, культуры и экономики Казахстана».....	297

### **Юбилейные даты**

К 80-летию академика НАН РК М. Х. Саятова.....	301
К 95-летию академика НАН РК Ж. С. Ержанова.....	303



## CONTENTS

## Scientific articles

<i>Sadomskiy V.V., E.G. Krupa, Aminova I.M.</i> Experimental surveys of seismic-acoustic impact on the North Caspian aquatic organisms.....	5
<i>Genbach A.A., Jamankulova N.O.</i> Study of heat and mass transfer in capillary-porous cooling systems of a new class of energy thermal installations.....	14
<i>Abildaeva R.A., Dauilbai A.D., Rysbayeva G.S., Abubakirova A.A., Ospanova A.A.</i> Endoparasitic disease of cats and its dependence on color and genera features.....	20
<i>Mahmetova N.M., Solonenko V.G., Bekzhanova S.T.</i> The calculation of free oscillations of an anisotropic three-dimensional array of underground structures.....	24
<i>Abdyssagin R.-B.T.</i> Contemporary music as an echo of time.....	29
<i>Genbach A.A., Jamankulova N.O.</i> The limiting condition of capillary-porous structure under the single steam bubble.....	34
<i>Sergaliyev A.S.</i> Nonlinear model of the drillstring taking into account influence of borehole friction.....	42
<i>Malyshev V.P., Zubrina Y.S., Makasheva A.M.</i> Boltzmann distribution how an infinity sequence and the convergent row.....	49
<i>Zakarina N.A., Akurpekova A.K.</i> Isomerization of pentane-hexane fraction on the Pt-catalyst supported on Zr pillared Tagan montmorillonite.....	59
<i>Mashekov S.A., Maulenova M.R.</i> Methods of production of preform for foil.....	69
<i>Aminova I.</i> Zoobenthos of the Ural River estuary and lower reaches based on the 70–90s studies (survey).....	80
<i>Sadomskiy V.V., E.G. Krupa, Aminova I.M.</i> Experimental surveys of seismic-acoustic impact on the North Caspian aquatic organisms.....	86
<i>Aminova I., Sadomskiy V.</i> Zoobenthos of aquatic eco-systems of the Ural river estuary with the Caspian Sea adjacent coastal area.....	96
<i>Salikhov T.K.</i> The current state of soil fertility of geocosystems of Zerenda rural district.....	102
<i>Turabaev G.K.</i> Analysis of increase factors of competitiveness of cotton producers.....	109
<i>Shamishev Y.</i> Geopolitical aspects of the Eurasian integration: a new challenges and prospects.....	123
<i>Dinmukhammed Ametbek, Galym Zhussipbek.</i> The role of the maturidite understanding of relationship between faith and reason to form tolerant and pluralistic society.....	129
<i>Abikenova Sh.K., Aitkenova G.T.</i> One of the measures for prevention of accidents in the enterprise – increase motivation of employees to work safety.....	135
<i>Nyissanbayeva A.</i> Aspects of migration crisis in the EU through the point of view of experts.....	141
<i>Onlasyrov E.Z., Kydyrova Zh.Sh., Shadieva A.A.</i> Features of formation of infrastructure of support of business in South Kazakhstan region.....	146
<i>Bazarbayev K.K.</i> Political trends of turkestan mukhtariat at the people's liberation movement.....	152
<i>Khudaibergenov N.Zh.</i> Human values in the Beksultan Nurzhekeuly's novel «Ai, dunie-ay».....	160
<i>Bayeshov A.B., Sapieva M.M., Bayeshova A.K., Abduvaliyeva U.A., Zhurinov M.Zh.</i> Dissolution of electrodes of molybdenum during polarization by anodic impulse current.....	166
<i>Konurbayev A.E., Bayeshov A.B., Ibragimova G.N., Makhanbetov A.B., Abduvaliyeva U.A.</i> Influence of various parameters on the formation of mixed aluminum and iron containing coagulants.....	173
<i>Dostay Zh.D., Tursunov E.A., Kurbaniyazov A.K., Nurgaliyeva G.Zh.</i> Morphometric characteristics of the lake Balkash by results of batimetrichesky shooting in 2011–2013.....	179
<i>Duzbayeva N.A., Altay K.A., Kusanova B.K., Nasirov R.</i> Environmental impact of oil and its products.....	183
<i>Mashekov S.A., Dya Henryk, Absadykov B.N., Tussupkaliyeva E.A., Mashekova A.S.</i> The study of the evolution of the structure and wear resistance of nanostructured bars of aluminium alloys.....	192
<i>Ospanova A.A., Abildaeva R.A., Makhan A.Zh., Anarbekova A.I., Dauilbai A.D.</i> Influence of various factors on the process of embryogenesis.....	203
<i>Rakisheva D.S., Mirgaliyzy T., Mukanova B.G.</i> The method of radial basic functions for approximation of ground surface relief.....	210
<i>Tatenov A.M., Bayturganova V.K.</i> Virtual-interactive study of secondary oil recovery in low-permeability channels.....	216
<i>Shadkhin Y.I., Toigozhinova Zh.Zh.</i> Identification of transfer function of closed nonlinear frequency converter system-induction motor by using MATLAB.....	220
<i>Beisembaev A.A., Isakozhaeva I.N.</i> Development of management system of automated packaging lines and storage dry mixes.....	225
<i>Ibraev A.Kh., Musilimov K.B.</i> Automation wind power complex on the basis of rotor turbine Bolotov (WRTB).....	230
<i>Lyalin V.E., Krasnov A.N., Kaliyev Y.I., Sagyndikova A.J.</i> Methods of physical impact on natural gas in order to improve the safety of its transportation through main pipelines.....	235
<i>Kabylbekov K.A., Saidahmetov P.A., Omashova G.Sh., Tokzhigitova A.A., Abdikerova Zh.R.</i> The organization of performance of computer laboratory operation on examination of dependence jet сопротивления inductance coils from frequency of the alternating current.....	242
<i>Mahmetova N.M., Solonenko V.G., Bekzhanova S.T.</i> The calculation of free oscillations of an anisotropic three-dimensional array of underground structures.....	249

<i>Umbetkulova A.B.</i> Modeling of drill string nonlinear longitudinal-transverse vibrations and their analysis.....	255
<i>Azatbek T.A., Baitenizov D.T.</i> Foreign experience of freelancing as a form of self-employment in the labour market.....	266
<i>Ayupova Z.K., Kussainov D.U.</i> To the problem of formation of law-abiding state in the Republic of Kazakhstan..	276
<i>Syzdykova K.Sh., Shynybekov Zh.T.</i> Integration as strategic factor of organization's management.....	282
<i>Baytukayev U.B.</i> True values, the purposes and regulations of quality of education in intra-university system of qualities.....	286

#### Chronicle

The V Meeting of Council on cooperation in the field of fundamental science of participant states of CIS, dedicated to the 25 anniversary of the Commonwealth of Independent States.....	292
Solemn session of the General meeting of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan, dedicated to the 70th anniversary of NAS RK.....	294
The report of M Zhurinov, the president of NAS RK, «On the role of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan in the development of science, culture and economy of Kazakhstan».....	297

#### Anniversary

To the 80th anniversary of academician of NAS RK M. Kh. Sayatov.....	301
To the 95th anniversary of academician of NAS RK Zh. S. Erzhanov.....	303

---

---

### **Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

**ISSN 2518-1467 (Online), ISSN 1991-3494 (Print)**

<http://www.bulletin-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т. М. Апендиев*  
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 24.02.2017.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
12,4 п.л. Тираж 2000. Заказ 1.