

ISSN 2518-1483 (Online),  
ISSN 2224-5227 (Print)

2017 • 5

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

## БАЯНДАМАЛАРЫ

---

## ДОКЛАДЫ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## REPORTS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ЖУРНАЛ 1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1944 г.  
PUBLISHED SINCE 1944



Бас редакторы  
х.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Редакция алқасы:

**Адекенов С.М.** проф., академик (Қазақстан) (бас ред. орынбасары)  
**Величкин В.И.** проф., корр.-мүшесі (Ресей)  
**Вольдемар Вуйцик** проф. (Польша)  
**Гончарук В.В.** проф., академик (Украина)  
**Гордиенко А.И.** проф., академик (Белорус)  
**Дука Г.** проф., академик (Молдова)  
**Илолов М.И.** проф., академик (Тәжікстан),  
**Леска Богуслава** проф. (Польша),  
**Локшин В.Н.** проф. чл.-корр. (Қазақстан)  
**Нараев В.Н.** проф. (Ресей)  
**Неклюдов И.М.** проф., академик (Украина)  
**Нур Изура Удзир** проф. (Малайзия)  
**Перни Стефано** проф. (Ұлыбритания)  
**Потапов В.А.** проф. (Украина)  
**Прокопович Полина** проф. (Ұлыбритания)  
**Омбаев А.М.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Өтелбаев М.О.** проф., академик (Қазақстан)  
**Садыбеков М.А.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Сатаев М.И.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Северский И.В.** проф., академик (Қазақстан)  
**Сикорски Марек** проф. (Польша)  
**Рамазанов Т.С.** проф., академик (Қазақстан)  
**Такибаев Н.Ж.** проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары  
**Харин С.Н.** проф., академик (Қазақстан)  
**Чечин Л.М.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Харун Парлар** проф. (Германия)  
**Энджун Гао** проф. (Қытай)  
**Эркебаев А.Э.** проф., академик (Қырғыстан)

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»

ISSN 2518-1483 (Online),

ISSN 2224-5227 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.)  
Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде 01.06.2006 ж.  
берілген №5540-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,  
[http://nauka-nanrk.kz\\_reports-science.kz](http://nauka-nanrk.kz_reports-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:

**Адекенов С.М.** проф., академик (Казахстан) (зам. гл. ред.)  
**Величкин В.И.** проф., чл.-корр. (Россия)  
**Вольдемар Вуйцик** проф. (Польша)  
**Гончарук В.В.** проф., академик (Украина)  
**Гордиенко А.И.** проф., академик (Беларусь)  
**Дука Г.** проф., академик (Молдова)  
**Илолов М.И.** проф., академик (Таджикистан),  
**Леска Богуслава** проф. (Польша),  
**Локшин В.Н.** проф. чл.-корр. (Казахстан)  
**Нараев В.Н.** проф. (Россия)  
**Неклюдов И.М.** проф., академик (Украина)  
**Нур Изура Удзир** проф. (Малайзия)  
**Перни Стефано** проф. (Великобритания)  
**Потапов В.А.** проф. (Украина)  
**Прокопович Полина** проф. (Великобритания)  
**Омбаев А.М.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Отелбаев М.О.** проф., академик (Казахстан)  
**Садьбеков М.А.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Сатаев М.И.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Северский И.В.** проф., академик (Казахстан)  
**Сикорски Марек** проф., (Польша)  
**Рамазанов Т.С.** проф., академик (Казахстан)  
**Такибаев Н.Ж.** проф., академик (Казахстан), зам. гл. ред.  
**Харин С.Н.** проф., академик (Казахстан)  
**Чечин Л.М.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Харун Парлар** проф. (Германия)  
**Энджун Гао** проф. (Китай)  
**Эркебаев А.Э.** проф., академик (Кыргызстан)

Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан»

ISSN 2518-1483 (Online),

ISSN 2224-5227 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «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 №5540-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г.Алматы, ул.Шевченко, 28, ком.218-220, тел. 272-13-19, 272-13-18

<http://nauka-nanrk.kz> [reports-science.kz](http://reports-science.kz)

---

©Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017 г.

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 :****Adekenov S.M.** prof., academician (Kazakhstan) (deputy editor in chief)**Velichkin V.I.** prof., corr. member (Russia)**Voitsik Valdemar** prof. (Poland)**Goncharuk V.V.** prof., academician (Ukraine)**Gordiyenko A.I.** prof., academician (Belarus)**Duka G.** prof., academician (Moldova)**Ilolov M.I.** prof., academician (Tadjikistan),**Leska Boguslava** prof. (Poland),**Lokshin V.N.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Narayev V.N.** prof. (Russia)**Nekludov I.M.** prof., academician (Ukraine)**Nur Izura Udzir** prof. (Malaysia)**Perni Stephano** prof. (Great Britain)**Potapov V.A.** prof. (Ukraine)**Prokopovich Polina** prof. (Great Britain)**Ombayev A.M.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Otelbayv M.O.** prof., academician (Kazakhstan)**Sadybekov M.A.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Satayev M.I.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Severskyi I.V.** prof., academician (Kazakhstan)**Sikorski Marek** prof., (Poland)**Ramazanov T.S.** prof., academician (Kazakhstan)**Takibayev N.Zh.** prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief**Kharin S.N.** prof., academician (Kazakhstan)**Chechin L.M.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Kharun Parlar** prof. (Germany)**Endzhun Gao** prof. (China)**Erkebayev A.Ye.** prof., academician (Kyrgyzstan)**Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.****ISSN 2224-5227****ISSN 2518-1483 (Online),****ISSN 2224-5227 (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 5540-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> / [reports-science.kz](http://reports-science.kz)

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

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

**B. Zhussupov<sup>a</sup>, S. Hermosilla<sup>b</sup>, A. Terlikbayeva<sup>a</sup>,  
A. Aifah<sup>b</sup>, Z. Zhumadilov<sup>c</sup>, T. Abildayev<sup>d</sup>, T. Muminov<sup>e</sup>, R. Issayeva<sup>c</sup>**

<sup>a</sup>Columbia University Global Health Research Center of Central Asia;  
102 Luganskogo Street, Almaty 050051, Kazakhstan;

<sup>b</sup>Columbia University in the City of New York; 722 West 168<sup>th</sup> Street, Room 507, Box 13, New York, NY 10032,  
United States of America;

<sup>c</sup>Center for Life Sciences Nazarbayev University; 5 KabanbayBatyr Street, Astana 010000, Kazakhstan;

<sup>d</sup>National Center for Tuberculosis in Kazakhstan; 5 Bekhodjin Street, Almaty 050059, Kazakhstan;

<sup>e</sup>Kazakhstan Association of TB Specialists;

**Corresponding Author:** BaurzhanZhussupov, 102 Luganskogo Street, Almaty 050051, Kazakhstan;  
baurzhan.zhussupov@gmail.com; tel: +7(727) 2646930; fax: ext. 112

## TIME-SERIES ANALYSIS ON NEW TB CASES IN KAZAKHSTAN

### Author contributions:

Zhussupov had full access to all of the data in the study and takes responsibility for the integrity of the data and the accuracy of the data analysis. Study concept and design: Zhussupov, Hermosilla, Muminov, Aifah, Terlikbayeva. Acquisition of data, critical review of intellectual content and final approval of the version to be published: Zhumadilov, Abildayev, Issayeva. Analysis and interpretation of data: Zhussupov, Hermosilla, Aifah, Tinglin. Drafting of the manuscript: Zhussupov, Hermosilla, Aifah, Terlikbayeva. Statistical analysis: Zhussupov, Hermosilla. Obtained funding: Terlikbayeva, Zhumadilov, Abildayev, Issayeva, Muminov.

**Abstract. Objectives.** To evaluate a predictive national time series model for tuberculosis (TB) incidence constructed as the sum of the regional models in comparison with a model based only on national data.

**Key words:** Tuberculosis, ARIMA, incidence forecasting.

### Study Design

We conducted a comparison of TB forecasting models based on Kazakh national health surveillance data from 2007 to 2013.

### Methods

The autoregressive integrated moving average (ARIMA) models were constructed with the data on the monthly number of newly reported TB cases from 2007 to 2012 for all administrative regions and at the national level. The first national model was built based on national data only. The second national model was the sum of the regional models. Data from 2013 were used to test the performance of the models.

### Results

Seasonal ARIMA(0,1,1)(1,0,1)<sub>12</sub> model demonstrated best fit to the national TB notification rates. Regional ARIMA models varied from region to region. Mean absolute percentage error (MAPE) of the sum of regional models was 7.3, whereas the model based only on national data had MAPE equaling 10.7.

### Conclusions

The sum of the regional models is more accurate than the model based on national data only. The national ARIMA model and the regional models correctly reflect Kazakhstan's downward trend in notification of new TB cases. Improving forecasting models at a national level will help stem the multidrug-resistant tuberculosis epidemic.

### Introduction

In 2012, there were 8.6 million new cases of tuberculosis (TB) and 1.3 million deaths from the disease registered worldwide, continuing a decade-long decline in the global trajectory of the disease.<sup>1</sup> Although

the TB incidence rate in Kazakhstan is also experiencing a downward trend, now at 73.5 per 100,000 in 2013 compared to 165 per 100,000 in 2002, Kazakhstan continues to have high incidence rate of active TB and has one of the world's highest proportions of multi-drug resistance TB (MDR-TB) among new and previously treated TB cases. The estimated proportion of new TB-cases that were MDR-TB was sixth highest in 2012 globally and Kazakhstan is considered as a high MDR-TB burden country.<sup>1,2</sup>

The registration of new TB cases provides a good estimate of the actual TB incidence rate,<sup>3</sup> which varies by season in many countries.<sup>4-7</sup> The timely prognosis of the disease is crucial in terms of planning and evaluating the subsequent public health response.

One of the well-established methods of predicting incidence, including seasonal incidence, is the Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) model.<sup>8,9</sup> ARIMA uses national data to identify the optimal model for TB incidence, and then estimates its parameters to predict future cases of the disease. In addition to direct national estimation, another way to build a national model is through the summing of the constructed regional models. After the model is created, the final step is to assess its performance by comparing it against real data.<sup>8,9</sup>

ARIMA models create point estimates and error terms. The errors of an ARIMA model must be stationary and normally distributed:

$$Y(t) = \hat{Y}(t) + \varepsilon(t),$$

where  $Y(t)$  is the actual value of the series at time  $t$ ;  $\hat{Y}(t)$  is an estimate for the time  $t$ , and  $\varepsilon(t)$  is a normally distributed stationary error. Therefore, after summing independent ARIMA models, we also have a model in the same form.

Kazakhstan is an ideal location to test this hypothesis because the current TB system is consistent and doesn't fluctuate by region. The Kazakh National TB Center coordinates all TB activities including TB surveillance and TB case notification at the national level. Regional TB dispensaries work under the supervision of regional health departments and the National TB Center. TB treatment is free for all patients with legal residence, provided by local TB dispensaries, and funded by local or central government budgets. All TB cases, new and relapsed, are continually recorded in the National TB register.

Kazakhstan has 16 administrative regions, which consist of 14 oblasts and two cities-Almaty and Astana. In geographically large countries as Kazakhstan, regions differ in terms of geography, climate, population density, and level of economic development. Taking into account such heterogeneity we expect that regional ARIMA models predicting TB incidence rates may also vary from region to region, possibly leading to inconsistencies with the national optimal ARIMA model.

We hypothesize that the national model predicting TB incidence constructed as the sum of the regional models shows a better fit than the model that is based only on national data. To examine this hypothesis, we constructed three forecasting models after analyzing the seasonality of TB in Kazakhstan. The first forecasting model is a simple application of national monthly incidence of the previous year. This approach is intuitive and widely used as a prediction method in public health when other more sophisticated forecasting methods are not available. The second model is a model of the seasonal ARIMA model based on national data, and the third model is an aggregated national model comprised of multiple regional ARIMA models. To construct these models, we used new cases of TB occurring on a monthly basis from 2007 to 2012 and then tested their performance on National TB registry data from 2013.

## **Materials and Methods**

### *Study design*

We evaluated TB forecasting models based on Kazakh national health surveillance data from 2007 to 2013. Data on the monthly number of newly reported TB cases at the regional and national level were obtained from the National Center for Tuberculosis. To construct the ARIMA model, we used the data over six years from 2007 to 2012. Data from 2013 were used to test the performance of the models.

### *Determination of seasonality*

To determine the seasonality of TB notification rates, we identified whether monthly rates differ from each other. To estimate the difference we used the analysis of variance of 12 groups of incidence rates, made up by the twelve months in a calendar year.

### Model identification

A seasonal ARIMA model can be represented by  $ARIMA(p, d, q)(p_{12}, d_{12}, q_{12})$ . The main purpose of model identification is to determine  $p, d, q, p_{12}, d_{12}, q_{12}$  values, where  $p$  and  $p_{12}$  define the number of autoregressive and seasonal autoregressive terms;  $d$  and  $d_{12}$  are number of required differences, nonseasonal and seasonal;  $q$  and  $q_{12}$ , the number of nonseasonal and seasonal moving average parameters. The optimal model should produce estimations which provide the best fit to the actual data with the lowest number of parameters and allows stationarizing a time series. Selection of optimal ARIMA models was based on the minimization of Akaike's information criterion with a correction for finite sample sizes (AICc). Models were estimated in R using the package *forecast*.<sup>10</sup>

### Diagnostic testing for residuals

We checked the adequacy of fitted models to the data by auto-correlation functions (autocorrelation and partial autocorrelation functions) of residuals to ensure the presence of small correlations. Histograms and Q-Q plots of errors were constructed to be sure that errors have normal distribution.

### Forecasting

We conducted forecasting using the prediction equation of a known ARIMA model for 12 months of 2013. The 'forecast' function from the R package *forecast* uses existing time series data in an ARIMA model equation to forecast results. Performance of forecasting was evaluated by three measures: mean absolute deviation (MAD), root-mean-square error (RMSE) and mean absolute percentage error (MAPE).<sup>8</sup>

## Results

### Seasonality

Figure 1 presents data on newly registered TB cases by month from January 2007 to December 2012. The data demonstrate monthly variation. Figure 2 compares the average values by month for 6 years, the peak of case registration is in April (1778 cases) with minimums in September (1091 cases) and December (986 cases). Analysis of variance results indicate significant differences in the incidence of monthly TB cases:  $F_{11,60} = 5.752$  ( $p < 0.001$ ), which necessitates the use of seasonal (monthly) ARIMA model -  $SARIMA_{12}$ .

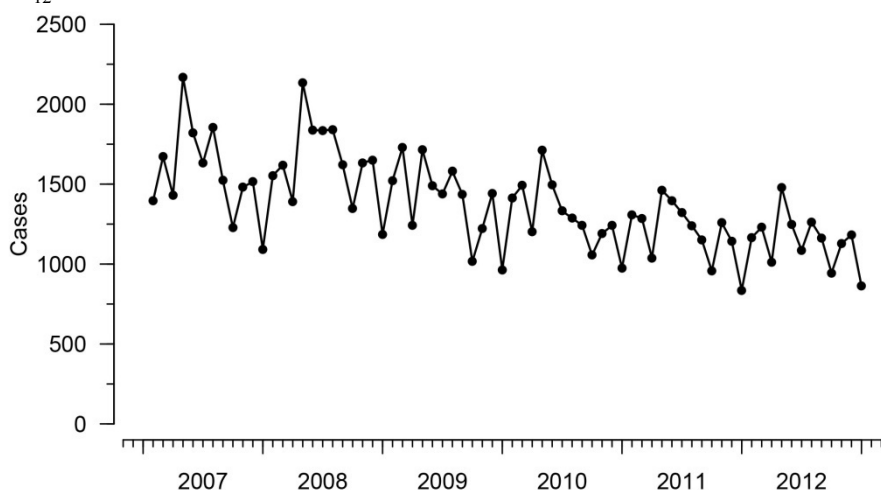


Figure 1 - Number of new TB registered cases in Kazakhstan, per month (2007-2012)  
(provided in the separate file)

### Models

The first model, repetition of monthly incidence from previous year, can be recorded as  $SARIMA(0,0,0)(0,1,0)_{12}$  model. The second model constructed based on the national TB notification data is a  $SARIMA(0,1,1)(1,0,1)_{12}$  model. To build the third model, summing of regional models, we identified optimal models for each region (Table 1). All models were checked for errors and showed low autocorrelation values (range:  $-0.312 - 0.283$ ) and partial autocorrelation values (range:  $-0.318 - 0.261$ ) without patterning, thus fulfilling the requirements for modeling.<sup>11</sup>

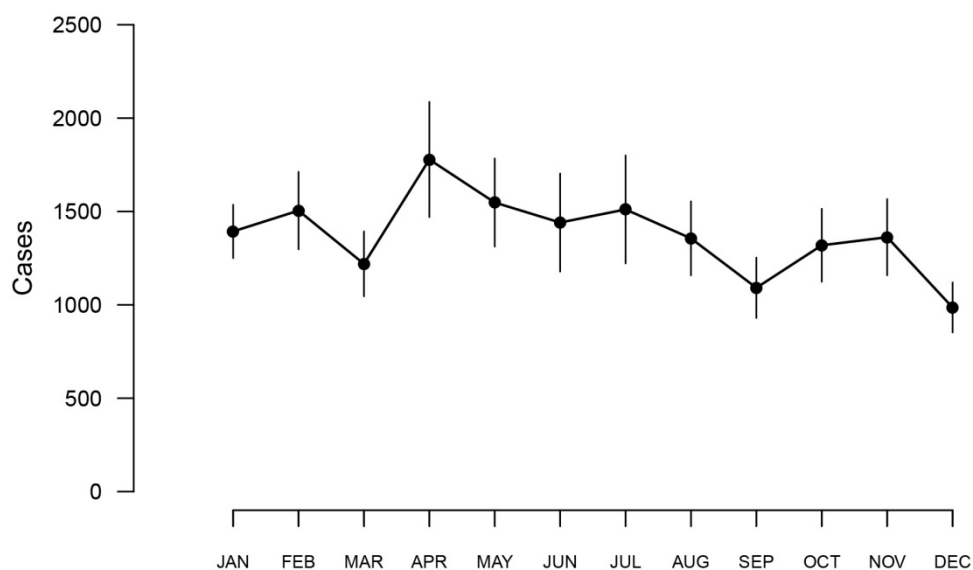


Figure 2 - Monthly mean number of new TB registered cases in Kazakhstan in 2007-2012  
 Notes. Error bars represent one standard deviation above and below the mean. (provided in the separate file)

Table 1 - Optimal ARIMA models

Region	Optimal ARIMA model	ACF*	PACF*
Akmola	SARIMA(2,1,0)(2,0,0) <sub>12</sub>	0.283	-0.283
Aktobe	SARIMA(2,1,1)(1,0,1) <sub>12</sub>	-0.156	-0.160
Almaty	SARIMA(2,0,2)(1,0,1) <sub>12</sub>	0.184	0.178
Atyrau	SARIMA(1,1,1)(1,0,0) <sub>12</sub>	-0.261	-0.210
West-Kazakhstan	SARIMA(2,1,0)(0,0,1) <sub>12</sub>	-0.160	-0.174
Zhambyl	SARIMA(1,1,1)(2,0,0) <sub>12</sub>	0.266	0.251
Karaganda	SARIMA(0,0,0)(0,1,1) <sub>12</sub>	0.238	0.261
Kostanay	SARIMA(2,1,0)(1,0,0) <sub>12</sub>	-0.235	-0.261
Kyzylorda	ARIMA(4,1,2)	-0.205	-0.186
Mangystau	SARIMA(1,1,1)(1,0,0) <sub>12</sub>	-0.181	-0.187
South-Kazakhstan	SARIMA(2,1,1)(2,0,0) <sub>12</sub>	-0.199	-0.223
Pavlodar	SARIMA(1,1,1)(1,0,0) <sub>12</sub>	-0.271	-0.318
North-Kazakhstan	SARIMA(0,1,1)(1,0,1) <sub>12</sub>	-0.280	-0.262
East-Kazakhstan	SARIMA(0,1,1)(2,0,0) <sub>12</sub>	-0.312	-0.313
City of Astana	SARIMA(0,1,1)(1,1,1) <sub>12</sub>	-0.266	-0.273
City of Almaty	SARIMA(1,0,0)(2,0,1) <sub>12</sub>	-0.183	-0.197
Republic of Kazakhstan	SARIMA(0,1,1)(1,0,1) <sub>12</sub>	-0.197	-0.214

Notes. ARIMA = autoregressive integrated moving average; SARIMA = seasonal autoregressive integrated moving average; ACF = autocorrelation function PACF = partial autocorrelation function

\*Residual ACF and PACF values having maximum absolute values.



*Performance of forecasting*

The predicted and actual values of new registered cases are presented in Table 2. Based on a comparison of percentage errors, Model 1 has the best prediction in June (5.0% error) and the worst in November (22.6% error). Model 2 has the best prediction in September (3.7 error) and the worst in November (17.3% error). Model 3 has the best prediction in July (-1.3% error) and the worst in November (13.2% error). Models consistently overestimated the cases (as compared to actual 2013 case registry) except for July in Model 3. Table 3 shows the model performance assessment estimates. Model 3, the forecasting model built as the sum of regional models, showed the best performance (MAD = 70.3, RMSE = 80, MAPE = 7.3) in the comparison of forecasted and actual values (Table 3).

Table 2 - Predicted and actual number of new TB cases notified by month in 2013

	Model 1		Model 2		Model 3		New TB cases registered
	Predicted cases	PE*	Predicted cases	PE*	Predicted cases	PE*	
January	1166	10.5	1183	12.1	1132	7.3	1055
February	1230	7.2	1239	8.0	1168	1.8	1147
March	1012	10.7	998	9.2	957	4.7	914
April	1480	13.8	1453	11.8	1317	1.3	1300
May	1247	10.3	1270	12.3	1189	5.1	1131
June	1086	5.0	1149	11.1	1139	10.2	1034
July	1262	8.8	1221	5.3	1145	-1.3	1160
August	1163	19.8	1123	15.7	1090	12.3	971
September	944	7.8	908	3.7	946	8.0	876
October	1128	17.5	1111	15.7	1068	11.3	960
November	1182	22.6**	1131	17.3**	1091	13.2**	964
December	863	12.2	820	6.6	852	10.8	769
Year total	13,763	11.2	13,606	10.1	13,094	6.5	12,281
Model to observed difference	1,482		1,325		813		

Notes. ARIMA = autoregressive integrated moving average; SARIMA = seasonal autoregressive integrated moving average

Model 1 = Previous year data SARIMA (0,0,0)(0,1,0)<sub>12</sub>.

Model 2 = National SARIMA model (0,1,1)(1,0,1)<sub>12</sub>.

Model 3 = Sum of regional ARIMA models predictions.

\*PE = percentage error

\*\* largest PE

Table 3 - Forecasting measure error on number of new TB registered cases in Kazakhstan (2013, per month)

	Model 1	Model 2	Model 3
MAD	123.5	110.4	70.3
RMSE	133.5	118.7	80
MAPE	12.2	10.7	7.3

Notes. MAD = mean absolute deviation; RMSE = root-mean-square error; MAPE = mean absolute percentage error.

Model 1 = Previous year data SARIMA (0,0,0)(0,1,0)<sub>12</sub>.

Model 2 = National SARIMA model (0,1,1)(1,0,1)<sub>12</sub>.

Model 3 = Sum of regional ARIMA models predictions.

## Discussion

The national ARIMA model and the regional models correctly reflect Kazakhstan's downward trend in TB incidence and showed a better fit compared to the prediction based on historical data. The sum of the regional models is more accurate than the national model in this high MDR-TB burden country. This is expected because more data points were used for the regional models than were used for the national model only.

The national (model 2) and sum of regional models (model 3) predicted greater incidence in 2013 than was recorded in 2013 (2013 recorded - 12,281 cases, model 2 predicted 13,606 cases, model 3 predicted 13,094 cases). This divergence in the two models from the actual observed data may be due to new intensive efforts to combat tuberculosis in the country. One of the six target indicators of the State Program of Health Care Development "Salamatty Kazakhstan" for 2011-2015 was decreasing incidence of tuberculosis.<sup>12</sup>

A limitation of this study was that we used the TB case notification rate and not the actual incidence. However, we believe that there have been no significant change in the identification of cases, the quality of diagnosis, or the reporting of case, and trends in notification is largely reflects trends in incidence. In 2012 the case notification rate was 111 per 100,000 population while the WHO reported the incident rate as 137 per 100,000 population.<sup>1</sup>

The approach of summing the regional models is valid only if incidence rates are sufficiently high, i.e. the disease is not rare. In such cases we may achieve the underlying distributional assumptions of residuals. If the disease is rare, our prediction can include negative values for cases, which are meaningless, and ARIMA models may be inappropriate. In this situation other approaches should be considered.<sup>13</sup>

Despite the fact that univariate time series analysis doesn't account covariates including demographical, economical, behavioral, epidemiological, health system variables and isn't considered as a commonly used approach to justify TB control measures,<sup>14</sup> it can be used as a practical tool in public health practice. First, it's very important to plan drug procurement properly. Issues with drug stock-outs have occurred in many countries<sup>15,16</sup> with implications such as delaying treatment or choosing alternative treatment regime.<sup>17,18</sup> Treatment interruptions, including those due to drug stock-outs, are associated with poor outcomes.<sup>19,20</sup> Second, mismatch between the predicted and actual numbers can be applied as a flag to revise, reinforce or keep up current TB control activities.

The forecasting approach to predict number of new cases using ARIMA models is being implemented in everyday practice of TB system in Kazakhstan for both drug-susceptible and MDR-TB new cases and should be considered for adoption in other high burden areas.

## Acknowledgements

The authors thank the National Center for Tuberculosis in Kazakhstan for kindly providing access to the patient population for this study. The authors also thank the Center for Life Sciences of Nazarbayev University for assisting us in securing study funding. The Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan financially supported this study.

## Ethical Approval

This protocol was reviewed and approved by the Columbia University Institutional Review Board.

**Funding Source:** Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan

**Conflict of Interest:** None to declare.

## REFERENCES

- [1] World Health Organization. Global tuberculosis report 2013.
- [2] Schluger NW, El-Bassel N, Hermosilla S, Terlikbayeva A, Darisheva M, Aifah A, et al. Tuberculosis, drug use and HIV infection in Central Asia: an urgent need for attention. *Drug Alcohol Depend.* 2013 Nov;132(Suppl 1):S32-6.
- [3] World Health Organization: TB impact measurement. Policy and recommendations for how to assess the epidemiological burden of TB and the impact of TB control. *Stop TB policy paper*; no. 2. World Health Organization Document 2009, 1-58, WHO/HTM/TB/2009.416.
- [4] Mabaera B, Naranbat N, Katamba A, Laticevschi D, Lauritsen JM, Rieder HL. Seasonal variation among tuberculosis suspects in four countries. *Int Health.* 2009 Sep;1(1):53-60.
- [5] Nagayama N, Ohmori M. Seasonality in various forms of tuberculosis. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2006 Oct;10(10):1117-22. PubMed PMID: 17044204.
- [6] Kumar V, Singh A, Adhikary M, Daral S, Khokhar A, Singh S. Seasonality of tuberculosis in Delhi, India: a time series analysis. *Tuberc Res Treat.* 2014;2014:514093.
- [7] Willis MD, Winston CA, Heilig CM, Cain KP, Walter ND, Mac Kenzie WR. Seasonality of tuberculosis in the United States, 1993-2008. *Clin Infect Dis.* 2012 Jun;54(11):1553-60.

- [8] Permanasari AE, Rambli DR, Dominic PD. Performance of univariate forecasting on seasonal diseases: the case of tuberculosis. *AdvExp Med Biol.* 2011;696:171-9.
- [9] Moosazadeh M, Nasehi M, Bahrampour A, Khanjani N, Sharafi S, Ahmadi S. Forecasting tuberculosis incidence in Iran using box-jenkins models. *Iran Red Crescent Med J.* 2014 May;16(5):e11779.
- [10] Hyndman R.J. and Khandakar Y. (2008) Automatic time series forecasting: The forecast package for R, *Journal of Statistical Software*, 26(3).
- [11] Box GEP and Pierce DA. Distribution of Residual Autocorrelations in Autoregressive-Integrated Moving Average Time Series Models *Journal of the American Statistical Association* Vol. 65, No. 332 (Dec., 1970), pp. 1509-1526
- [12] «Salamatty Kazakhstan» National Healthcare Development Program. <http://primeminister.kz/program/about/index/21> (accessed September 12, 2014).
- [13] Quddus MA. Time series count data models: an empirical application to traffic accidents. *Accid Anal Prev.* 2008 Sep;40(5):1732-41.
- [14] Dowdy DW, Houben R, Cohen T, Pai M, Cobelens F, Vassall A, et al. Impact and cost-effectiveness of current and future tuberculosis diagnostics: the contribution of modelling. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2014 Sep;18(9):1012–1018
- [15] D'Ambrosio L, Dara M, Tadolini M, Centis R, Sotgiu G, van der Werf MJ, et al; European national programme representatives. Tuberculosis elimination: theory and practice in Europe. *EurRespir J.* 2014 May;43(5):1410-20.
- [16] Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Interruptions in supplies of second-line antituberculosis drugs--United States, 2005-2012. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2013 Jan 18;62(2):23-6.
- [17] Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Impact of a shortage of first-line antituberculosis medication on tuberculosis control - United States, 2012-2013. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2013 May 24;62(20):398-400.
- [18] Pettit AC, Cummins J, Kaltenbach LA, Sterling TR, Warkentin JV. Non-adherence and drug-related interruptions are risk factors for delays in completion of treatment for tuberculosis. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2013 Apr;17(4):486-92.
- [19] Podewils LJ, Gler MT, Quelapio MI, Chen MP. Patterns of treatment interruption among patients with multidrug-resistant TB (MDR TB) and association with interim and final treatment outcomes. *PLoS One.* 2013 Jul 29;8(7):e70064.
- [20] Jakubowiak W, Bogorodskaya E, Borisov S, Danilova I, Kourbatova E. Treatment interruptions and duration associated with default among new patients with tuberculosis in six regions of Russia. *Int J Infect Dis.* 2009 May;13(3):362-8.

**Б. Жусупов, S. Hermosilla<sup>b</sup>, А. Терликбаева, А. Aifah<sup>b</sup>,  
З. Жумадилов, Т. Абильдаев, Т. Муминов, Р. Исаева**

Колумбийский университет, Центр Изучения Глобального Здоровья  
в Центральной Азии; ул. Луганского, 102, Алматы, 050051, Казахстан;  
Колумбийский университет в Нью-Йорке; 722 Запад,  
168-я улица № 507, бокс 13, Нью-Йорк 10032, Соединенные Штаты Америки;  
Центр наук о жизни «Университета Назарбаева»; ул. Кабанбай батыра, 5, Астана, 010000, Казахстан;  
Национальный центр проблем туберкулеза в Казахстане; ул. Бекхожина, 5, Алматы 050059, Казахстан;  
Казахстанская ассоциация специалистов по туберкулезу;

#### **АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ПО НОВЫМ СЛУЧАЯМ ТУБЕРКУЛЕЗА В КАЗАХСТАНЕ**

**Аннотация.** Оценить прогнозируемую национальную модель временных рядов по заболеваемости туберкулезом (ТБ), построенную как сумму региональных моделей по сравнению с моделью, основанной только на национальных данных.

**Ключевые слова:** туберкулез, АРИМА, прогнозирование заболеваемости.

**Б. Жусупов, S. Hermosilla<sup>b</sup>, А. Терликбаева, А. Aifah<sup>b</sup>,  
З. Жумадилов, Т. Абильдаев, Т. Муминов, Р. Исаева**

Колумбия университеті, Орталық Азиядағы ғаламдық денсаулық сақтау оқыту орталығы, Луганск к-сі, 102,  
Алматы, 050051, Қазақстан;  
Нью-Йорктегі Колумбия университеті, Нью-Йорк, 10032. Америка Құрама Штаты;  
Назарбаев Университетінің «Өмір туралы ғылымдар орталығы», Кабанбай батыр, 5. Астана қ.,  
010000, Қазақстан;  
Қазақстан туберкулез проблемаларының ұлттық орталығы, Бекхожин, 5. Алматы қ., 050059, Қазақстан;  
Туберкулез бойынша Қазақстан мамандар қауымдастығы

#### **ҚАЗАҚСТАНДА ТУБЕРКУЛЕЗДІҢ ЖАҢА ЖАҒДАЙЛАРЫ БОЙЫНША УАҚЫТТЫҚ ТІЗБЕКТІ ТАЛДАУ**

**Аннотация.** Ұлттық мәліметтерге сүйенген үлгімен салыстыра отырып, өңірлік үлгі жиынтығы ретінде түзілген туберкулезбен науқастанудың уақыттық тізбегін болжамды ұлттық моделін бағалау.

**Тірек сөздер:** туберкулез, ауыруды болжау.

**E.G. Buturlakina, I.A. Kvasov**

EKSTU named after D.Serikbaev, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan;  
University "Dubna", Russia  
[teg1983@mail.ru](mailto:teg1983@mail.ru); [kvasov05@mail.ru](mailto:kvasov05@mail.ru)

## **MULTI-AGENT BASED DISTRIBUTED INFORMATION SYSTEM OF INVESTMENT DECISIONS SUPPORT**

**Abstract.** Decision making in unstable economic condition is a challenge and requires new approaches and methods of information proceeding. The information system described in the paper aims to provide new tools of decision-making to small and middle business. These tools are based on the analysis of information from open Internet sources. Multi-agent based architecture is the most appropriate for such a kind of information systems. Multi-agent system paradigm includes a huge variety of approaches and technologies some of which are analyzed in the paper.

**Key words:** multi agent information system, investment analysis, decision making.

### **1. Introduction**

A multi-agent system (MAS) is a system formed by several interacting intellectual agents [1]. In 1975 the actor concept was described [2], which is considered to be the first attempt of creation of MAS-based decision support systems.

The paradigm of multi-agent architecture arose in the late 1990s, when the MASs were separated into an independent class, combining research in the field of distributed artificial intelligence [3-5]. In 1999 the modern concept, taking into account types of agents' tasks and the peculiarities of the environment where agents operate, has been defined and the first software framework for DSS has been described [6]. Besides, in the same year the term "multi-agent decision support" was introduced [7].

Today, MAS has received significant development and is used in such areas as Knowledge Mining [8], Natural Language Processing (NLP) [9], Natural systems modeling [10] and others. As a basic of DSS, MAS has been implemented in transportation management [11] and medicine [12].

Architecture is an essential component of MAS and should be consistent with its objectives. The architecture defines the principles of interaction and the structure of agents, the direction of information flows, the format of messages, etc. So at the first stage of the MAS development it is necessary to carefully evaluate all the advantages and disadvantages of various architectural solutions [13].

Under the intelligent agent in this case, we mean a program that independently performs the task specified by the user, for long periods of time. In our case, these are intelligent tracking agents that perform database monitoring and ensure the actualization of data and mathematical models.

### **2. Related work**

The comparative analysis of multi-agent architectures has been done for choosing a platform for developing a distributed information system of investment decisions support.

To date, a large number of different multi-agent architectures have been developed; among them the following groups can be distinguished: flat and hierarchical architectures, architectures with a management center and distributed, closed and open operating in an environment with high and low uncertainty, etc. In general, the flexibility and stability of a multi-agent system are mutually exclusive concepts. That is, to achieve the greatest flexibility of the system, to allow the dynamic addition of new agents, it is necessary to complicate the mechanisms of interaction, which naturally leads to a decrease in the reliability and stability of the system.

Among all the variety of architectures designed to implement the multi-agent approach, we will

consider only those that are recommended for decision support systems.

### 2.1 IMAP

IMAP architecture (Architecture for Intelligent Multi-Agents Paradigm) has been designed to create MAS that operates within a corporate network [14]. It consists of the following agents: Contractor's Agent-Interface, Client Agent-Agent, Agent-Coordinator, Agent-Report, Database Agent. These agents form three modules: Interface module, Processing module and Data module. The interface module interacts with users and other MAS agents. Users can not directly access the Processing Module and the Data Module if they do not have system administrator rights. This architecture is designed to operate in a closed environment without uncertainties. It does not have the ability to interact with the Internet.

### 2.1 A OCD

The abbreviation of the name stands for "Agent-Based Open Connectivity for Decision support systems" [15].

The peculiarity of this architecture is the presence of a unique component of the system - the Matrix, external agents can be connected dynamically, this does not require changing the structure of the system. In this architecture, the DSS is divided into subsystems, each of which is represented by at least one agent. The matrix is the central controlling element, which ensures the interaction of agents. The structure of the Matrix is standardized and does not depend on the development tools used. External agents are recognized by the Matrix after connecting to the system.

The A OCD architecture is a hybrid of centralized and decentralized MAS topologies. A similar hybrid topology is represented by Nelson Minar [16]. In this topology, agents are partially interconnected. In A OCD, each agent can connect directly to another agent, however, it is often not feasible to maintain such a connection, therefore, in A OCD, such connections are established upon request, and after its execution cease to exist. The agent interaction language is based on the FIPA model [17], but it has its own peculiarities. This architecture is called "hybrid" because it has a single processing center, but at the same time, agents are connected. However, in fact, agents are not able to interact independently and transmit information directly to the user. Consequently, if the interaction center - the Matrix fails, the system will be completely inoperative.

### 2.2 RETSINA

RETSINA (Reusable Task Structure based Intelligent Network Agents) [18] is a multi-agent infrastructure designed to gather information from various Internet resources and support decision-making. RETSINA includes a distributed MAS architecture, agent interaction protocols, and a set of agent creation software.

The infrastructure consists of 3 types of agents. Interface-Agents interact with the user, receiving tasks and sending the result of work. Agents-Executors provide execution of tasks by drawing up a plan for solving the problem and its execution. Informant agents provide intelligent access to heterogeneous information on the Internet. Tasks that cannot be executed by a single agent are performed by an agent team that is generated on the basis of a request.

In an open MAS, agents should be able to find each other. In such systems, distributed on the Internet, where agents can be dynamically connected and disconnected, broadcast-based communication is used. In RETSINA, it is implemented with the help of special Agents-Mediators.

Thus, the RETSINA infrastructure allows the creation of flexible, dynamic MAS with a flat organization operating in an open environment. It provides code reuse, stability and asynchronous agents. However, it requires code redundancy. This is an unavoidable price for the ability to adapt to a changing external and internal environment.

## 3. Information system of investment decisions support

### 3.1 The aim and services

The information system is aimed to suggest new investment analysis tools for small and middle business enterprises. Today investment analysis doesn't allow to take into account great amount of information about internal and external environment. Thus the objectives of the IS are as following: find the information resources, develop the methods of the information proceeding and provide them to the final users, investors and decision makers.

The first method has been developed based on the analysis of the unique database containing the information about investment projects implemented in Kazakhstan. The database is an Excel table with the following columns: “Sum”, “Start Date”, “Finish Date”, “Economic branch”, “Region” and “Problems arisen” (Figure 1).

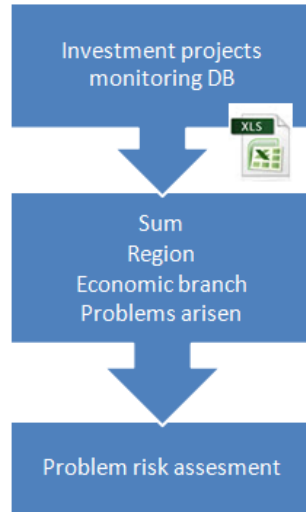


Figure 1 – Data source for the method of risk assesment

Despite the fact that DB contains limited number of projects we succeeded to create the mathematical models of high quality for risk assessment. This is described in details in the previous publication [19].

Another method has been developed based on the analysis of official statistical data of the Republic of Kazakhstan and the Russian Federation. The aim of the method was to create a tool for comparative assessment of the regions. Statistical data are stored in different formats and actualized in different periods of time, so the main goal was to define corresponding statistical indexes and harmonize their updates (Figure 2).

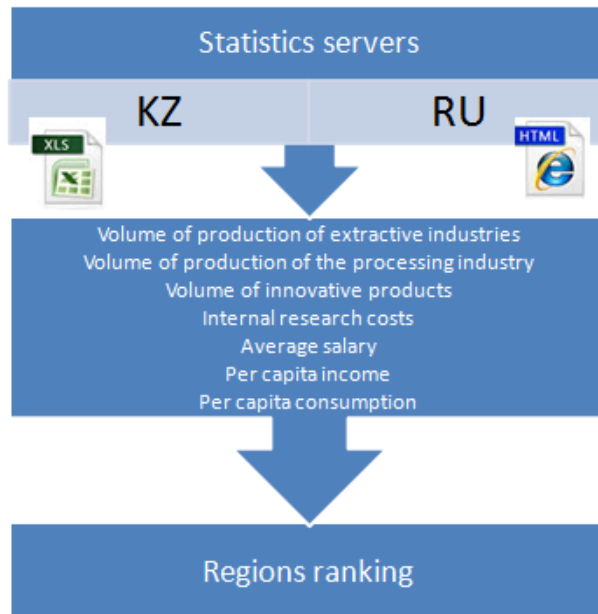


Figure 2 – Data sources for the method of regions ranking

As a result new tools of investment analysis allowing to take into account internal and external factors have been created.

3.2 The architecture and the potential for its expansion

First of all, it is necessary to determine the environment of IS functioning, since the complexity of the architecture and communication protocols depend on this. Besides the important question is whether it is necessary to implement the possibility of dynamic connection of agents.

The operating environment of the planned IS is supposed to be open, because it monitors Internet resources such as statistical servers and monitoring databases. However, the level of uncertainty in this environment is low. Basically, a change in the environment can occur due to the termination of access or change of information resources location. However, this is not the reason for creating special agents to search new sources, because, firstly, such situations arise infrequently, and secondly, access to information sources due to the specifics of their updates occurs no more than once a year. Therefore, in the abnormal situation it is enough for agents to inform the expert about it, and let finding new sources to service specialists. They are only able to assess whether new information resources correspond to the needs of the system, as well as ensure the correspondence of data format.

Taking all this facts into account, it is possible to create an architecture based on IMAP architecture, adding a module for Internet interaction.

Since there is no need for centralized data processing, it is proposed to use a flat architecture without a single processing center, besides the proposed architecture has 2 types of interfaces (Figure 3): the Client for final users and the Expert for service specialists. These specialists must be able to evaluate the predictive accuracy of risk assessment models retrained and check whether the updated ranking contains gross inconsistencies caused by possible data transfer and processing errors.

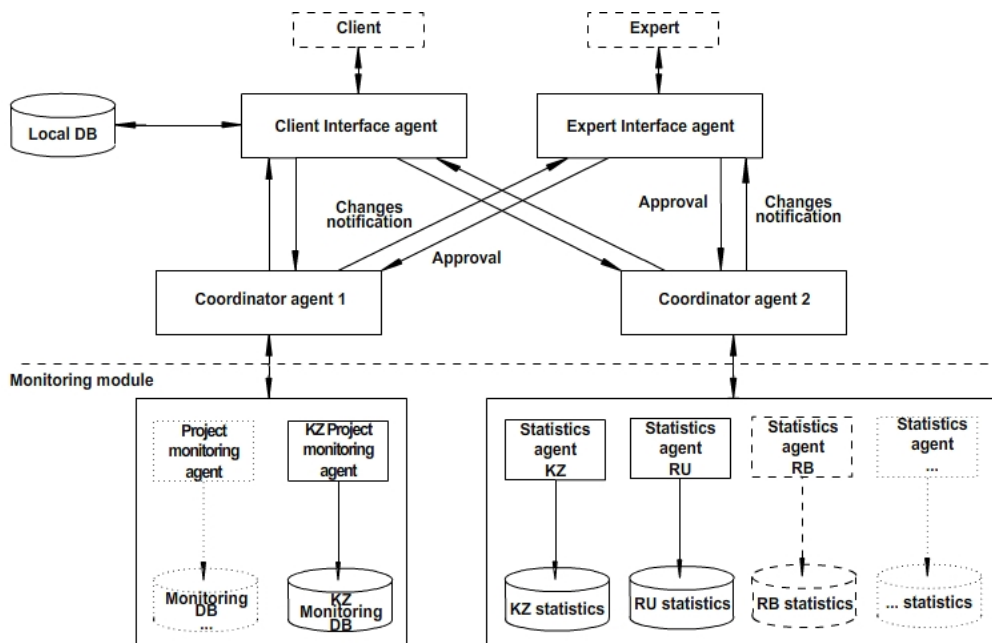


Figure 3 - Multi-agent architecture of IS

The IS architecture is not open, because it does not allow a dynamic connection of new agents without restarting the system. However, the addition of new agents is inevitable. The Monitoring module that provides IS interaction with Internet resources is highlighted in Figure 3. The Monitoring module consists of two groups of agents. However, this division is nominal and corresponds to the types of monitored information sources. Accordingly, Statistics Agents monitor the changes in the statistical information available on the official websites of the Statistics Agencies of the Eurasian Economic Union participants. Project Monitoring Agents track changes in the investment projects monitoring databases. Today the following information sources are identified: official statistics servers of the Republic of Kazakhstan and the Russian Federation and the database, monitoring the implementation of investment projects in the Republic of Kazakhstan. However, new monitoring agents can be created in order to

calculate ranking of the other countries' regions. These countries are other participants of the Eurasian Economic Union. According to EAEU legislation businessmen can operate in every country of the Union without limitations, so it is important to have an opportunity to compare conditions in regions of different countries. Dotted lines in figure 3 mark potential monitoring agents for statistics servers as well as databases monitoring the implementation of investment projects in other countries, although today such database exists only in the Republic of Kazakhstan. It is clear that such geopolitical and organizational changes do not occur often. Therefore restarts of IS, necessary to add new agents, cannot impair its performance substantially, while providing the ability to dynamically add agents lead to unnecessary complication of the architecture.

The next level is composed of two Coordinator Agents. They process the information obtained from the monitoring agents, i.e. calculate the regional ranking and retrain risk assessment models. At this level, it is also possible to add new agents that implement some new functions. New Coordinator Agents may use the information obtained from existing monitoring agents, since the interaction occurs through broadcasting.

The Interface level is presented by two types of agents: Client Interface and Expert Interface. The possibility of adding new agents at this level is low. Interface Agents provide the users with access to the IS services. In addition, the Client Agent interface provides a connection to the local database, which stores information about registered users, projects analyzed, etc.

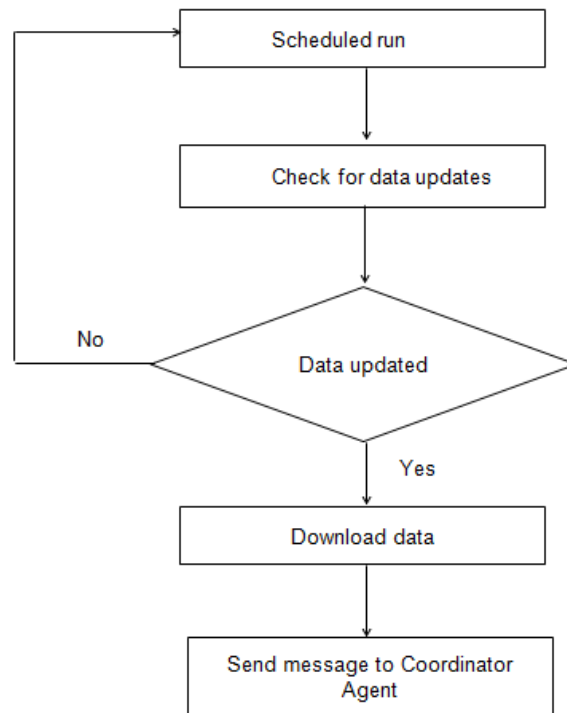


Figure 4 - General algorithm of Monitoring Agent

Figure 4 shows a flowchart of monitoring agent's actions. Setting a schedule is made depending on the frequency of changes in the observed data. It is known that the statistical information is updated once a year and the new statistics become available in a few months after the beginning of the year, thus the agent should be run in April or May, setting a weekly expectant interval if new data is still not available until you can get the updated information. On the other hand the frequency of updating the database of investment projects monitoring is unknown. Therefore it is enough to run agent once a month.

Coordinator agents collect data from corresponding monitoring agents and then produce the programmed calculations (Figure 5). They need to make sure that all the required data are updated, because the regions ranking, for example, obviously is not relevant if the statistics in Kazakhstan are taken in the current year and in Russia in the past year.



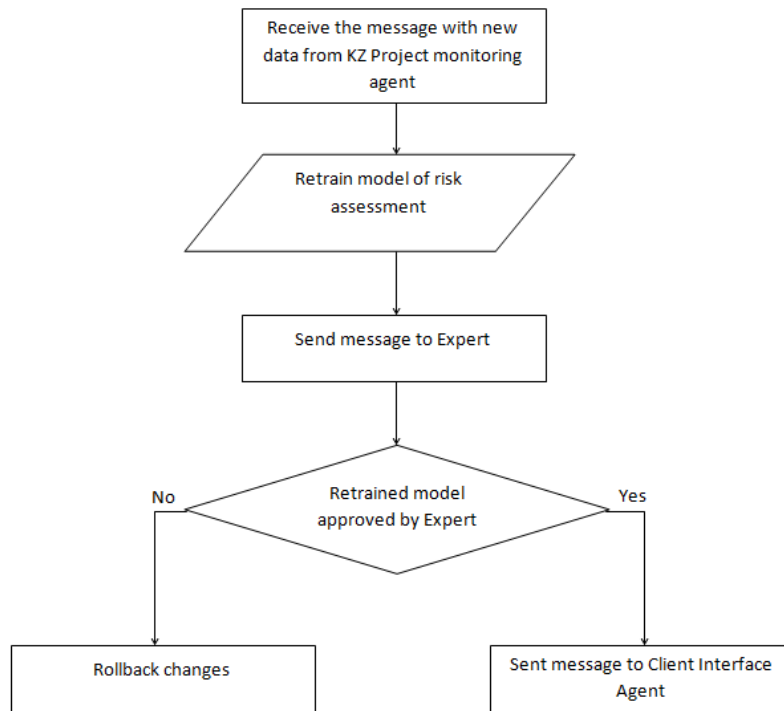


Figure 5 - General Algorithm of Coordinator Agent

The calculation results are transferred to the Expert Interface Agent. If the Expert approves updating retrained models and new ranking become available to the final IS users. Otherwise the new data is blocked pending resolution of problems from IS Administrators and Client Interface Agent continues to work with the old data.

### 3.3 The software used

A mechanism of interaction of software components has been developed to implement the proposed architecture. The scheme is presented in Figure 6.

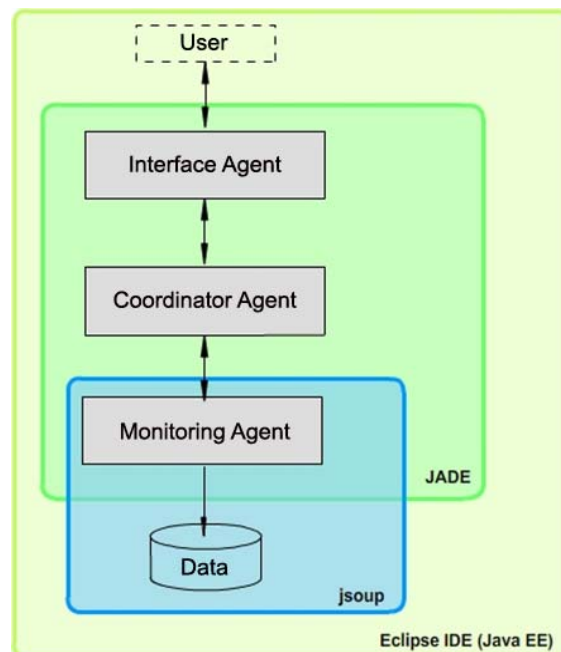


Figure 6 - Scheme software interaction

Below is a short description of the software technologies and applications used.

As the development environment IDE Eclipse has been chosen. Eclipse is an integrated development environment with open source software. The main language of Eclipse software is the Java, however, a variety of plug-ins allow to use other programming languages: Ada, ABAP, C, C ++, COBOL, Fortran, Haskell, JavaScript, Lasso, Natural, Perl, PHP, Prolog, Python, R, Ruby, Scala, Clojure, Groovy, Scheme, Erlang.

For the organization of agent-based interaction JADE technology is used. JADE is a software suite for the development of multi-agent applications, based on the FIPA specifications [20]. FIPA specification defines the language of agents' interaction, the key agents required to manage the system, ontology interoperability and transport layer protocols.

Jsoup is a Java library designed to work with HTML. It provides a convenient API functions to retrieve and manipulate web page data. Jsoup is based on HTML5 specification and performs parsing, using the same document object model that modern browsers.

#### 4. Conclusion and future work

There are a number of MAS architectural solutions designed for the implementation of decision support systems. Developing MAS architecture we must take into account the environment, since the increase of adaptability and openness leads to a complication of communication agents.

IMAP based architecture satisfying the requirements of the information system, operating in an open environment, but does not allow a dynamic connection of new agents.

The software communication scheme of the IS is based on the IDE Eclipse, using JADE platform of agents' interaction and Jsoup library for working with HTML.

One of the future work directions has been mentioned above and supposes searching for new sources of information and developing of new investment analysis methods on their basis. Besides regions of other EAEU participants should be added to the regions ranking.

Other important objective is dissemination of the information for the potential users' awareness about possibilities and advantages of the IS.

#### REFERENCES

- [1] Haynes T., Sen S. Learning cases to resolve conflicts and improve group behavior // *International Journal of Human-Computer Studies (IJHCS)*. **1997**. P. 286-291.
- [2] Kraus S., Wilkenfeld J., Zlotkin G. Multiagent negotiation under time constraints // *Artificial Intelligence*. **1995**. Vol.75, №2. P. 297-345.
- [3] Rosenschein J.S., Zlotkin G. *Rules of Encounter: Designing Conventions for Automated Negotiation Among Computers*. Boston: MIT Press, **1994**. 238 p.
- [4] Hewitt C., Bishop P., and Steiger T. A Universal Modular Actor Formalism for Artificial Intelligence // *Proceedings of the Fourth International Joint Conference on Artificial Intelligence*. **1975**. P. 235-245.
- [5] Shehory O., Kraus S. A kernel-oriented model for coalition formation in general environments: Implementation and results // *Proc. of AAAI96*. Portland, Oregon, **1996**. P. 134-140.
- [6] Matsatsinis N.F., Moratis P. An intelligent software agent framework for DSS Development. *ESIT*. **1999**.
- [7] Cuenca J., Ossowski S. *Distributed Models for Decision Support // Multiagent Systems-A modern Approach to Distributed Artificial Intelligence*. - The MIT Press, **1999**. P. 459-504.
- [8] Jusoh S., Hejab M. Agent-based Knowledge Mining Architecture // *International Conference on Computer Engineering and Applications IPCSIT*. Singapore, **2011**. P. 526-530.
- [9] Aref M. A multi-agent system for natural language understanding // *International Conference on Integration of Knowledge Intensive Multi-Agent Systems*. Boston, USA, **2003**. P. 36-40.
- [10] Zhang W., Zhang L. A multiagent data warehousing (MADWH) and multiagent data mining (MADM) approach to brain modeling and neurofuzzy control // *Inf. Sci. Inf. Comput. Sci.* **2003**. Vol.167, №1-4. P. 109-127.
- [11] Ossowski S., Fernandez A., Serrano J.M., Perez-de-la-Cruz J.L., Belmonte M.V., Hernandez J.Z., Garcia-Serrano A.M., Maseda J.M. Designing Multiagent Decision Support System-The Case of Transportation Management // *Proceedings of the Third International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems*. **2004**. Vol. 3, New York,
- [12] Colloci, Sybord C. A multi-agent approach to involve multiple knowledge models and the case base reasoning approach in decision support systems // *System Theory, Proceedings of the 35th Southeastern Symposium*. **2003**. P. 247 – 251.
- [13] Wooldridge M. *An Introduction to MultiAgent Systems* // John Wiley & Sons Ltd, **2002**. 423 p.
- [14] Mohamad N.M., Mohamad R. New Architecture for Intelligent Multi-Agents Paradigm in Decision Support System // In book: *Decision Support Systems*. Croatia: INTECH, **2010**. P. 25-34.
- [15] Zhang H. L., Clement H., Leung C., Raikundalia G. K. AOCD: A Multi-agent Based Open Architecture for Decision Support Systems // *Proceedings of the 2005 International Conference on Computational Intelligence for Modelling, Control and*

Automation, and International Conference on Intelligent Agents, Web Technologies and Internet Commerce (CIMCA-IAWTIC'05). 2005. P. 112-118.

[16] Minar N. Distributed System Topologies // [http://www.openp2p.com/pub/a/p2p/2002/01/08/p2p\\_topologies\\_pt2.html](http://www.openp2p.com/pub/a/p2p/2002/01/08/p2p_topologies_pt2.html). 2002.

[17] Foundation for Intelligent Physical Agents, "FIPA ACL Message Structure Specification". Geneva, Switzerland, 2002.

[18] Sycara K., Decker K., Pannu A., Williamson M., Zeng D. Distributed intelligent agents // IEEE Expert – Intelligent Systems and Their Applications. 1996. Vol.11, №6. P. 36-45.

[19] Buturlakina Y. A new tool of investment analysis for the decision support information system // proceedings of the 10th IADIS international conference information systems. 2017. P. 125-133.

[20] Bellifemine F., Poggi A., Rimassa G. JADE - AFIPA-compliant agent framework // Proceedings of the Practical Applications of Intelligent Agents. 1999. P. 236-239.

**Е.Г. Бутурлакина<sup>1</sup>, И.А. Квасов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Д.Серікбаев атындағы БҚМТУ, Өскемен, Қазақстан;

<sup>2</sup>«Дубна» университеті, Ресей.

### **ИНВЕСТИЦИЈАЛЫҚ ШЕШІМДЕРДІ ҚОЛДАУДЫҢ ТАРАЛҒАН КӨПАГЕНТТІ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІ**

**Аннотация.** Тұрақсыз экономикалық жағдайда инвестициялық шешімдерді қабылдау ақпаратты өңдеудің жана тәсілдемелері мен әдістерін ойластыруды талап етеді. Мақалада кіші және орта бизнес үшін инвестициялық талдаудың жана құралдарын беретін ақпараттық жүйе қарастырылған. Мұндай ақпараттық жүйелер үшін ең оңтайлысы көпагентті тәсілдеме болып табылады. Көпагентті жүйелер парадигмасы тәсілдемелер мен технологиялардың сан алуан түрлерін құрайды, солардың кейбіреулері мақалада қарастырылған.

**Түйін сөздер:** көпагентті ақпараттық жүйе, ақпараттық жүйе, инвестициялық талдау, шешімдер қабылдау.

**Е. Г. Бутурлакина<sup>1</sup>, И. А. Квасов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ВКГТУ им.Д.Серікбаева, Усть-Каменогорск, Қазақстан;

<sup>2</sup>Университет "Дубна", Россия.

### **РАСПРЕДЕЛЕННАЯ МНОГОАГЕНТНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ**

**Анотация.** Принятие инвестиционных решений в неустойчивой экономической ситуации требует разработки новых подходов и методов обработки информации. В статье рассмотрена информационная система, предоставляющая новые инструменты инвестиционного анализа для малого и среднего бизнеса. В основе данных инструментов лежит анализ информации из открытых источников в интернете. Многоагентный подход является наиболее предпочтительным для подобных информационных систем. Парадигма многоагентных систем включает большое разнообразие подходов и технологий, некоторые из которых проанализированы в статье.

**Ключевые слова:** многоагентная информационная система, инвестиционный анализ, принятие решений.

UDC621.928.37

**B.N. Azamatov<sup>1</sup>, K.A. Ozhikenov<sup>2</sup>, Zh. K. Azamatova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>East Kazakhstan State Technical University, named after D. Serikbaev, Ust'-Kamenogorsk, Kazakhstan;

<sup>2</sup>Kazakh national research technical university named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan

E-mail: [Azamatovy@mail.ru](mailto:Azamatovy@mail.ru), [kas\\_ozhiken@mail.ru](mailto:kas_ozhiken@mail.ru), [Zhanerkeaz@mail.ru](mailto:Zhanerkeaz@mail.ru)

## ACS OF THE SET OF HYDROCYCLONES WITH A VARIABLE GEOMETRY IN THE SYSTEM OF HAR TPP

**Abstract.** The paper deals with hydraulic ash removal (HAR) at TPP. A new design of hydrocyclones with variable geometry was proposed. In this paper, automation control system for hydrocyclones with variable geometry was proposed and practically implemented. The parameters of the proposed system operation were determined. Description of controls and process equipment is given. A general block diagram and mimic diagram of automated control system for hydrocyclones with variable geometry was constructed in GENIE SCADA-system. Developed ACS of the hydrocyclone allows to carry out pilot studies to assess the performance of the proposed design of the hydrocyclone with variable internal geometry. Development of ACS of the HAR process at TPP and boilers will provide undrained operation, elimination of periodic or continuous purging discharges into water bodies and optimization of the parameters ash waste transported to ash dumps.

**Keywords:** hydraulic ash removal, thermal power plants, ACS, variable geometry, hydrocyclone, ash dump, microprocessor.

**Introduction.** Relevance of the research. In connection with the aggravation of environmental issues it is of particular relevance to create effective centrifugal separators for separation of liquid heterogeneous systems for the process of wastewater and gas emission purification from the fine particles. Promising devices for the separation of liquid heterogeneous systems are hydrocyclones.

Intensive introduction of hydrocyclones in industry is due to the number of significant advantages [1] compared to devices that perform similar tasks, but operating on the other principles, such as clarifiers, thickeners, classifiers and others. In some cases, hydrocyclones are used in conjunction with this equipment, significantly increasing the reliability and overall separation efficiency.

Currently, there is essentially no research summarizing hydraulics and pumping units of hydrocyclones operating under different physical conditions.

Existing hydrocyclones are designed for separation of specific homogeneous suspension, that is, regardless of the incoming fluid separation size of particles does not change. This problem is acute in the use of hydrocyclones at TPP. Coal arriving at TPP often has a different quality, so when cleaning the boiler with water, resulting liquid has different composition characteristics every time. Installed hydrocyclones clean the income flow only from particles of a certain size, so each cleaning cycle requires the adjustment of the hydrocyclone parameters so the purified water has the characteristics of the standards.

Goal of the study. The aim of this work is to improve the effectiveness of the separation of ash condensations products due to changes in the geometry of the cyclone using a micro-processor control circuit.

**Research tasks statement.** The use of hydrocyclones and hydrocyclone units in various industrial processes, where technology often need to change the output parameters in time or, on the contrary, to keep them strictly at a certain level, regardless of the varying input parameters, set the task of designing and creating a way to control the operation of hydrocyclones automatically.

At present, this issue has received the greatest development in the mining and coal industries [2].

A large number of the methods of the control of hydrocyclone operation used in the production and

proposed in the literature does not allow to evaluate adequately each of them individually in relation to the conditions of their work.

Thus, to achieve the above mentioned goal it is necessary to solve the following tasks:

- to develop the design of hydrocyclone with variable in-ternal geometry;
- to develop the microprocessor-based ACS of hydrocyclone;
- to develop the hydrocyclone control units;
- to select the technological equipment;
- to develop the mimic diagram showing schematically the controlled process.

**Theory.** On this basis, the methods of control of hydrocyclone operation using generalizing principles are to be analyzed.

Control methods, which are currently most widely used, are assigned to the one of three groups, as using different prin-ciples, or combinations of them.

The first group includes the methods which use the princi-ple of changing the geometric dimensions of the elements of hydrocyclones structures; the second group of methods is those which use the principle of changing the pulp physical properties and (or) mechanical properties of the solid part of the slurry (the unit of the hydrocyclone or placed inside the device), the third group includes the methods which use the principle of pressure variation within the hydrocyclone, which occurs without changing the geometric dimensions of structural elements and physical properties of the feed slurry.

At present, the largest number of the methods to control the operation of hydrocyclones can be attributed to the first group [3]. This is apparently due to the positive sides of it such as simplicity in manufacturing and operation of the structural elements in its implementation; the possibility of regulating a number of devices or systems; a large adjustment range.

However, there are also disadvantages, the main of which are: the lack of smooth regulation; irrational use of energy costs; large and uneven wear of regulated units placed either in the zone of the greatest abrasion (sand nozzle) or in zones influencing substantially the flow pattern within the hydrocyclone (inlet and drain pipes), changing the geometric dimensions of which also leads to the rearrangement of the mode of the hydrocyclone, whereby the method has a low reliability, and fails to obtain stable technological parameters.

The second group of methods to control the operation of the hydrocyclones [4], and others have the following advantages: smooth regulation; constancy of the technological parameters over time; a large range of regulation and others.

However, the main drawback, such as the inability to control the input parameters of the pulp at some sites (e.g. in hydraulic engineering), as even in the closed technological schemes it is not always possible (if the system has a large volume) due to a large inertia, prevents wide use of the methods belonging to the second group and makes them impossible to use in hydraulic engineering.

Methods to control the operation of hydrocyclones of the third group [5] have the following advantages: energy efficiency; ease of implementation and operation; smooth operation; high reliability; the possibility of switching to manual or automatic adjustment and others. At the same time, these methods fit efficiently into the alluvium control technology in irrigation systems in mountain and piedmont areas. Based on this, it can be concluded that the methods referred to the third group are those to use in regulation of hydrocyclones in irrigation and drainage systems.

However, the ultimate choice of the method for controlling the operation of hydrocyclones using one or other principle or combination of them, must be done by comparing the feasibility when bound to a specific object. In the same time both the specific conditions of the proposed work of hydrocyclones and the methods to control them should be taken into account.

**Proposition and the results of implementation.** The problem to be solved in this work is to improve the effectiveness of the products separation of by changing the geometry of the cyclone using a microprocessor control circuit [6-8].

The technical result of the use of a new hydrocyclone with variable geometry [9, 10] is the automation of products separation process, reduction of the time of separation, extension of the service life of the hydrocyclone. Fig. 1 shows a typical hydrocyclone without changing the internal geometry, and Fig. 2 shows the proposed hydrocyclone with variable internal geometry.

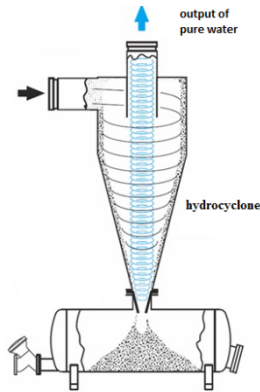


Figure 1 - A typical hydrocyclone

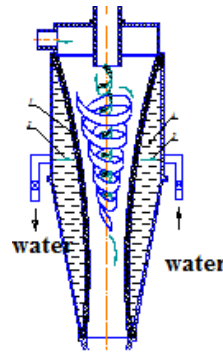


Figure 2 - The proposed hydrocyclone with variable internal geometry

**Development of ACS of hydrocyclone, control units and selection of process equipment.**

Automation scheme based on hydrocyclones geometry control has been developed to control the operation of the set of hydrocyclones in the overall scheme of technological process of HAR. Fig. 3 shows the functional diagram of the automation system to control the hydrocyclones.

The automation system is based on CPU188-5 IBM-PC compatible industrial controller of FASTWEL company. The controller software was developed in C++. The upper level is associated with the medium level by Modbus protocol. Modbus is a communication protocol, based on client-server architecture and developed by Modicon for the use in programmable logic controllers (PLC). It became de facto standard in the industry and is widely used for the connection of industrial electronic equipment. For data transition, it uses RS-485, RS-422, RS-232 serial lines and others, as well as TCP/IP network.

Devices from different manufacturers, that support the Modbus protocol, are easy to integrate into a single automation network. The market represented almost the entire range of necessary equipment, from simple input-output modules to inverters. All universal SCADA/HMI systems support this protocol.

Process parameters are controlled by sensors with standardized output signal. The signal from the sensors is fed to 5V32-01 "current-voltage" conversion module (manufactured by ANALOG DEVICES). Next, the signal is inserted in the memory of the controller by AMUX-32 input-output module where the signal is processed and transmitted to the computer in the developed upper level software, written in C#, where the process can be visualized.

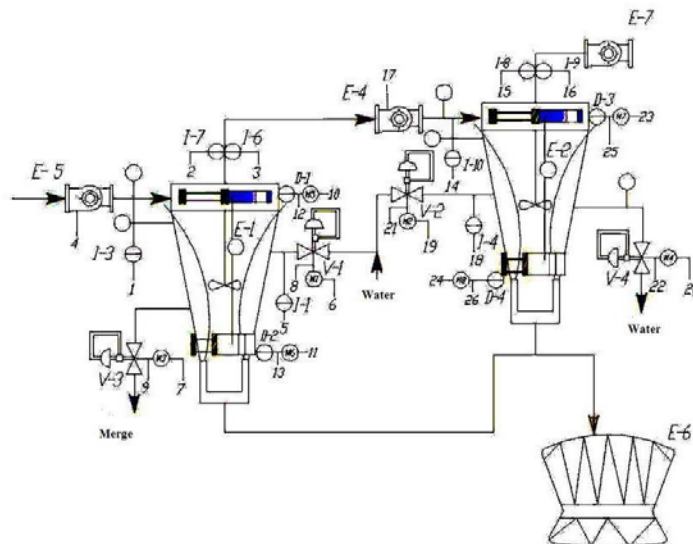


Figure 3 - Functional diagram of hydrocyclones automation control system

After processing, the signal from the controller is supplied to the output charge, and starts an actuator that controls the regulator.

Hydrocyclones automation control system loops are:

1. The unit for the monitoring of pressure of sulfur and slag supply to the cyclone E-1 is shown in Fig. 4.

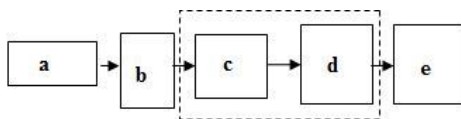


Figure 4 - The unit for the monitoring of pressure of sulfur and slag supply to the cyclone E-1

Symbols in the figure have the following meanings:

- a) pressure sensor I-3;
- b) "current-voltage" conversion module (5B32-01);
- c) analog signals input/output module (AMUX32C) - analog input;
- d) controller (CPU188-5);
- e) computer.

2. Circuit of the concentration I-7 and pressure I-6 control at the outlet of the hydrocyclone E-1 is shown in Fig. 5.

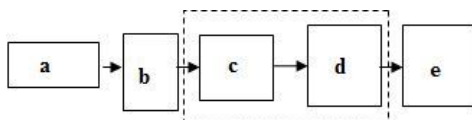


Figure 5 - Circuit of the concentration I-7 and pressure I-6 control at the outlet of the hydrocyclone E-1

Symbols in the figure have the following meanings:

- a) concentration I-7 and I-6 pressure sensor;
- b) "current-voltage" conversion module (PSA-01);
- c) analog signals input/output module (AIMUX-32) - analog input;
- d) controller (CPU188-5);
- e) computer.

3. Minimization of concentration I-7 and pressure I-6 of slag and ash at the outlet of hydrocyclone E-1. Minimization is due to the following control systems.

3.1 Control of the pressurized feeding of slag and ash to the hydrocyclone (controlled by I-3, pressure changes due to changes in E-5 pump rotation speed).

The block diagram is shown in Fig. 6.

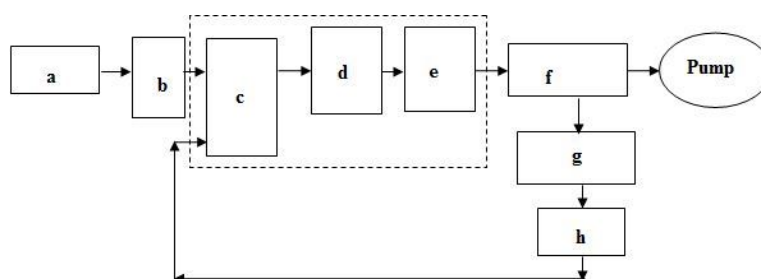


Figure 6 - The block diagram of the control of the pressurized feeding of slag and ash to the hydrocyclone

Symbols in Fig. 6 have the following meanings:

- a) pressure sensor I-6, concentration sensor I-7 (see paragraph 2) and pressure sensor I-3;
- b) "current-voltage" conversion module (PSA-01);
- c) analog signals input/output module (AMUX32C) - analog input;
- d) controller (CPU188-5);
- e) analog signals input/output module (AIMUX-32) - analog output;
- f) MICROMASTER 420 frequency converter;

g) "current-voltage" conversion module (PSA-01);

h) E-5 pump rotation speed; the degree of V-1 and V-3 regulators opening and closing (indicators).

3.2 Changes in the hydrocyclone geometry by changing the pressure in a sealed rubber insert (controlled by I-1 sensor), regulated by water supply (V-1 valve) and drain (V-3 valve).

The block diagram is shown in Fig. 7.

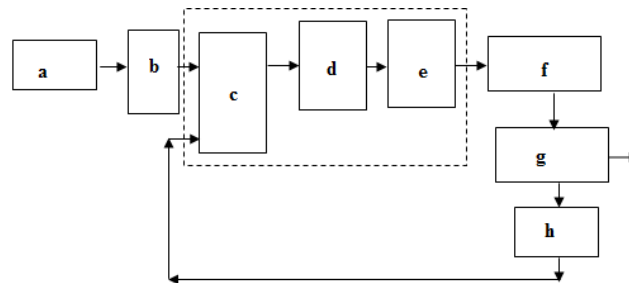


Figure 7 -The block diagram of the modification of the hydrocyclone geometry by changing the pressure in the sealed rubber insert

Symbols in Fig. 7 have the following meanings:

a) pressure sensor I-6, concentration sensor I-7 and pressure sensor I-1;

b) "current-voltage" conversion module (PSA-01);

c) analog signals input/output module (AMUX32C) - analog input;

d) controller (CPU188-5);

e) discrete signals input/output module (TBI-24 0/C) - discrete output;

f) PCLD-8115 relay outputs module;

g) The opening/closing degree of regulator V-1 and V-3;

h) ESA position.

4. Regulation (minimization) of the concentration I-7 and pressure I-6 at the outlet of the hydrocyclone E-1 due to changes in D-1 and D-2 valve position is shown in Fig. 8.

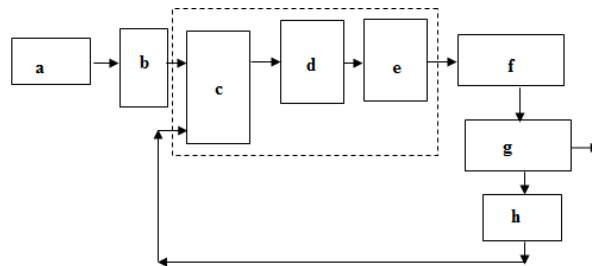


Figure 8 - Circuit of concentration and pressure control at the outlet of the hydrocyclone due to changes in valves position

Symbols in Fig. 8 have the following meanings:

a) pressure sensor I-6, concentration sensor I-7 and D-1 and D-2 displacement sensors;

b) "current-voltage" conversion module (PSA-01);

c) analog signals input/output module (AMUX32C) - analog input;

d) controller (CPU188-5);

e) discrete signals input/output module (TBI-24 0/C) - discrete output;

f) PCLD-8115 relay outputs module;

g) D-1 and D-2 valves positions;

h) ESA position.

The use of GENIE SCADA-system eliminates the need for controller, but there is the need in the acquisition of IO modules, which are directly connected to the computer. Software implementation schemes in GENIE SCADA-system are shown in Fig. 9-13.



1. Control of pressure of sulfur and slag supply to the cyclone E-1:

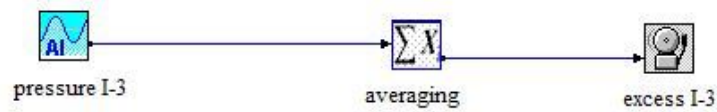


Figure 9 -Circuit of the control of pressure of sulfur and slag supply to the cyclone E-1

2. Concentration I-7 and pressure I-6 control at the outlet of the hydrocyclone E-1:

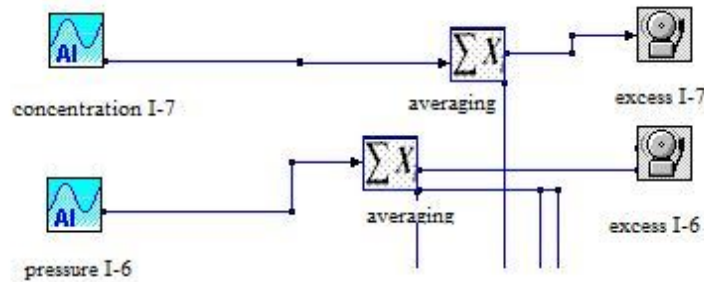


Figure 10 -Circuit of concentration I-7 and pressure I-6 control at the outlet of the hydrocyclone E-1

3 Control of slag, ash feed at the input of the hydrocyclone and pressure in the hydrocyclone rubber insert

3.1 Control of pressurized feed of slag and ash in a hydrocyclone (controlled by I-3, pressure changes due to changes in E-5 pump rotation speed).

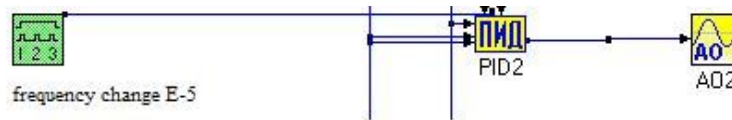


Figure 11 -Circuit of the control of pressurized feed of slag and ash in a hydrocyclone

3.2 Changing the geometry of the hydrocyclone by changing the pressure in the sealed rubber insert (controlled by I-1 sensor), regulated by water supply (valve V-1) and drain (valve V-3).

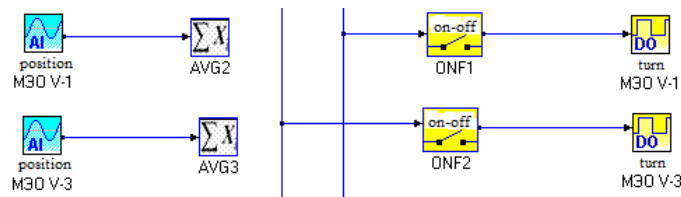


Figure 12 -Circuit of changing the geometry of the hydrocyclone by changing the pressure in the sealed rubber insert

4. Regulation (minimization) of the concentration I-7 and pressure I-6 at the outlet of the hydrocyclone E-1 by changing the position of D-1 and D-2 valves.

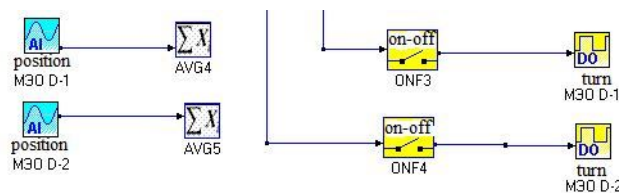


Figure 13 -Circuit of regulation (minimization) of the concentration I-7 and pressure I-6 at the outlet of the hydrocyclone E-1

Fig. 14 is the mimic diagram of the automated control system of hydrocyclones. Mimic diagram depicts schematically the controlled process and serves for visualization of the process.

This mimic diagram is made in GENIE SCADA-system in "forms editor" and is a flow diagram of the hydrocyclones operation process.

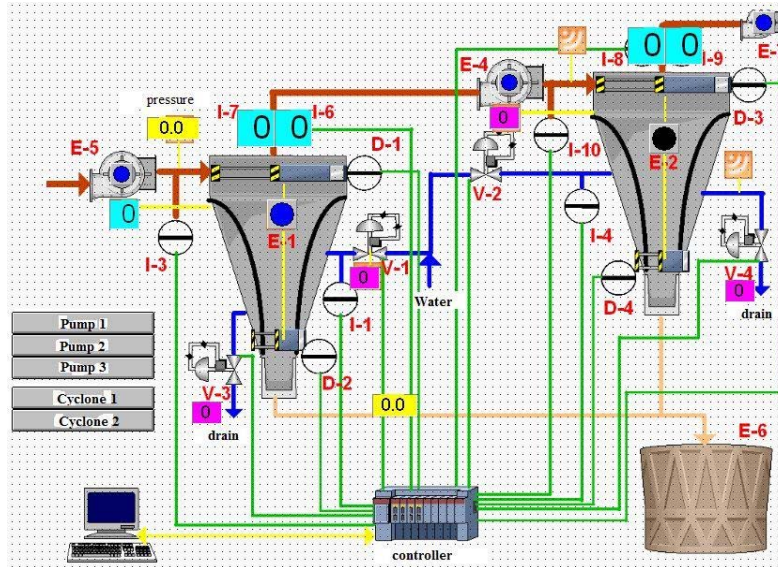


Figure 14 - Flow diagram of the hydrocyclones operation process. Forms editor

**Conclusions.** In this paper, automation control system for hydrocyclones with variable geometry was proposed and practically implemented. The parameters of the proposed system operation were determined.

The upper-level controller control program, determining the operating modes of CPU188-5 controller of Fastwell company and providing the control of the operation of the automated control system for hydrocyclones due to the regulation of the cyclone geometry elements, is given.

Control units and process equipment was described. Control loops of the automated system of the hydrocyclone were described: the circuit of the control of pressure of initial pulp supply into the cyclone, the circuit of the concentration and pressure control at the hydrocyclone outlet, the circuit of the control of pressure of intermediate pulp supply into the cyclone, the circuit of modification of hydrocyclone geometry by changing the pressure in the sealed rubber insert, as well as the circuit of the concentration and pressure control at the hydrocyclone outlet due to changes in the valve position.

ACS of the hydrocyclone allows to carry out the pilot studies to assess the performance of the proposed design of the hydrocyclone with variable internal geometry.

The general block diagram was designed in GENIE SCADA-system. The mimic diagram of ACS of the hydrocyclones with variable geometry was developed, which allows to visualize the HAR process.

Development of ACS of the HAR process at TPP and boilers will provide undrained operation, elimination of periodic or continuous purging discharges into water bodies and optimization of the parameters ash waste transported to ash dumps.

#### REFERENCES

- [1] Akopov M.G. The use of hydrocyclones in the enrichment of coals / M.G. Akopov, V.I. Klassen. Moscow: Gosgortekhzdat, **1960**. 128 p.
- [2] Povarov A.I. Automatic control of hydrocyclones / A.I. Povarov, Zabiroy M.G. Moscow: Obogaschenierud, **1958**. №3, pp 23-26.
- [3] Zhityanny V.Yu. Theoretical and experimental studies of the processes of separation of suspensions with the amorphous structure of the solids in pressure hydrocyclones: Abstract for CSc thesis. Gorkiy, **1980**. 21 p.
- [4] Khan G.A. Automation of enrichment processes / Khan G.A. Moscow: Nedra, **1964**. 372 p.
- [5] Degtyaryov G.V. Automatic adjustment of the hydrocyclone // G.V. Degtyaryov, V.Kh. Denisov. Publ. in BI, **1981**, #16.
- [6] Mutanov G.M., Azamatova Zh.K., Kvassov A.I., Baklanov A.Ye., Azamatov B.N. Certificate of state registration of intellectual property "Program simulation of hydrocyclone with variable geometry" // #1580 from 19.10.2010.

[7] Mutanov G.M., AzamatovaZh.K., Kvassov A.I., BaklanovA.Ye., Azamatov B.N. Certificate of state registration of intellectual property "Automated control system for the parameters of hydrocyclones with variable geometry" // # 1396 from 19.08.2010.

[8] Mutanov G.M., AzamatovaZh.K., Kvassov A.I., BaklanovA.Ye., Azamatov B.N. Patent "Method of regulation of hydrocyclone" // #2010/0710.1.

[9] Mutanov G.M., AzamatovaZh.K., Kvassov A.I., BaklanovA.Ye., Azamatov B.N. Patent "Hydrocyclone" // №2010/0708.1.

[10] SoltanG.Zh., Syzdykpaeva A.R. Optimization of drainage-free systems of water supply of dust-coal TPP // Proceedings of the International Kazakh-Russian scientific-practical conference. - Ust-Kamenogorsk, 2004. pp 295-297.

**Б.Н. Азаматов<sup>1</sup>, Қ.А. Ожикенев<sup>2</sup>, Ж.К. Азаматова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Д.Серікбаев атындағы Шығыс-Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті, Өскемен, Қазақстан;

<sup>2</sup> Қ. И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университет, Алматы, Қазақстан

### **ЖЭС ГИДРАВЛИКАЛЫҚ КҮЛЖОЮ ЖҮЙЕСІНДЕ ГЕОМЕТРИЯСЫ БАСҚАРЫЛАТЫНГИДРОЦИКЛОНДАР БАТАРЕЯСЫН АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ**

**Аннотация.** Мақалада ЖЭС гидравликалық күлді жою сұрақтары қарастырылған. Жаңа геометриясы өзгеретін гидроциклонның құрылымы ұсынылған. Осы жұмыста геометриясы өзгеретін гидроциклондарды автоматты басқарудың сұлбасы ұсынылып отыр және аталған сұлба тәжірибеде жүзеге асқан. Ұсынылған жүйенің жұмыс параметрлері анықталған. Басқару элементтері мен технологиялық құралдардың сипаттамасы берілген. Геометриясы өзгеретін гидроциклондарды автоматты басқарудың сұлбасы мен GENIE SCADA-жүйесіндежалпы блок сұлбалары жасалған. Жасалған автоматты басқару жүйесі ұсынылған ішкі геометриясы өзгеретін гидроциклондардың жұмыс істеу қабілетін бағалау бойынша эксперименттік зерттеулерге мүмкіндік береді. Жасалған АБЖ ЖЭС мен қазандақтардың күл жою технологиялық процесінтерінде уақыт сайын немесе тұрақты үрлеу суларын тоғандарға ағызуды жояды және күлқожды қалдықтарды күл үймесіне тасымалдау кезінде параметрлерін оңтайландырады.

**Түйін сөздер:** гидравликалық күлжою, ЖЭС, АБЖ, өзгеретін геометрия, гидроциклон, күл үймесі, микропроцессор.

**Б.Н. Азаматов<sup>1</sup>, Қ.А. Ожикенев<sup>2</sup>, Ж.К. Азаматова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д.Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан;

<sup>2</sup> Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

### **АСУ БАТАРЕЙ ГИДРОЦИКЛОНОВ С УПРАВЛЯЕМОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ В СИСТЕМЕ ГЗУ ТЭС**

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы гидрозола-удаление (ГЗУ) на ТЭС. Предложена принципиально новая конструкция гидроциклонов с изменяемой геометрией. В данной работе предложена и практически реализована схема автоматизации системы управления гидроциклонами с изменяемой геометрией. Определены параметры работы предложенной системы. Произведено описание элементов управления и технологического оборудования. Разработана общая схема блоков в SCADA-системе GENIE и мнемосхема автоматизированной системы управления гидроциклонами с изменяемой геометрией. Разработанная АСУ гидроциклона позволяет провести экспериментальные исследования по оценке работоспособности предложенной конструкции гидроциклона с изменяемой внутренней геометрией. Разработка АСУ технологическим процессом ГЗУ ТЭС и котельных позволит обеспечить бессточный режим работы, устранить периодические или постоянные сбросы продувочных вод в водоемы и оптимизировать параметры транспортируемых в золоотвал золошлаковых отходов.

**Ключевые слова:** гидрозолаудаление, ТЭС, АСУ, изменяемая геометрия, гидроциклон, золоотвал, микропроцессор.

#### **Сведения об авторах:**

Азаматов Багдат Нурланович – докторант кафедры «Приборостроение и автоматизация технологических процессов» Восточно-Казахстанского государственного технического университета имени Д. Серикбаева, Казахстан, специальность 6D070200 – Автоматизация и управление, e-mail: [Azamatovy@mail.ru](mailto:Azamatovy@mail.ru);

Ожикенев Касымбек Адильбекович – кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Робототехника и технические средства автоматики» Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева, Казахстан, e-mail: [kas\\_ozhiken@mail.ru](mailto:kas_ozhiken@mail.ru), [ozhikenovk@gmail.com](mailto:ozhikenovk@gmail.com);

Азаматова Жанерке Кыдырбековна - кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Приборостроение и автоматизация технологических процессов» Восточно-Казахстанского государственного технического университета имени Д. Серикбаева, Казахстан, e-mail: [Zhanerkeaz@mail.ru](mailto:Zhanerkeaz@mail.ru)

**B. Ahmetov<sup>1</sup>, A. Korchenko<sup>2</sup>, Zh. Alimseitova<sup>3</sup>, N. Zhumangalieva<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>International Kazakh-Turkish University named after H. A. Yasavi, Turkestan, Kazakhstan

<sup>2</sup>National aviation University, Kiev, Ukraine;

<sup>3</sup>Kazakh national research technical University named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan

## A SYSTEM FOR IDENTIFYING ABNORMAL STATE IN INFORMATIONAL SYSTEMS

**Abstract.** Computer systems are increasingly exposed to impacts of threats, new types of which give rise to new cyber attacks on their resources. For increasing the security level it needs appropriate special counteraction that can be effective in the emergence of new types of threats and allow in fuzzy terms to identify cyber attacks targeted at a variety of resources of informational systems. There are a number of models, methods and approaches used for solving protection tasks in fuzzy conditions. For their effective implementation it requires an appropriate system implements technology to identify the abnormal condition. For this aim a system focused on the tasks detect cyber attacks in the informational systems, which is based on mathematical models and methods of fuzzy logics and is implemented through sub-systems: the formation of fuzzy standards, the formation of decision rules, primary processing, as well as modules: fuzzy arithmetic, logical deduction, visualization and control module.

**Keywords:** cyberattacks, anomalies, intrusion detection system, anomaly detection systems, intrusion detection system.

УДК 004.056.53(045)

**Б.Ахметов<sup>1</sup>, А.Корченко<sup>2</sup>, Ж.Алимсеитова<sup>3</sup>, Н.Жумангалиева<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Международный казахско-турецкий университет имени Х.А. Ясави, Туркестан, Казахстан

<sup>2</sup>Национальный авиационный университет, Киев, Украина;

<sup>3</sup>Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

## СИСТЕМА ВЫЯВЛЕНИЯ АНОМАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

**Аннотация.** Компьютерные системы все больше подвергаются воздействиям угроз, новые виды которых порождают новые кибератаки на их ресурсы. Для повышения уровня безопасности необходимы соответствующие специальные средства противодействия, которые способны оставаться эффективными при появлении новых видов угроз и позволяющие в нечетких условиях выявить кибератаки, ориентированные на множество ресурсов информационных систем. Известны ряд моделей, методов и подходов, используемые для решения задач защиты в нечетких условиях. Для их эффективного применения необходима соответствующая система реализующая технологию выявления аномального состояния. С этой целью разработана система, ориентированная на решение задач выявления кибератак в информационных системах, которая базируется на математических моделях и методах нечеткой логики и реализуется посредством подсистем: формирования нечетких эталонов, формирования решающих правил, первичной обработки, а также модулей: нечеткой арифметики, логического вывода, визуализации и управляющего модуля. Система дает возможность эффективно выявлять определенные типы кибератак относительно конкретной среды окружения в заданный временной промежуток, а также позволит расширить функциональные возможности современных систем обнаружения вторжений за счет эффективной идентификации новых и несигнатурных типов кибератак.

**Ключевые слова:** кибератаки, аномалии, системы обнаружения вторжений, системы обнаружения аномалий, системы обнаружения атак.

## НОМЕНКЛАТУРА

$I_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ) – идентификатор вторжений (intrusion);  $V_i$  ( $i = \overline{1, m}$ ) – идентификатор величин (value); NVC – Numbers of Virtual channels; VCA – Virtual Channel Age; NCC – Number of concurrent connections to the server; SPR – Speed of processing requests from the clients; SPR – Speed of processing requests from the clients; DBR – The delay between requests from the single user; NPSA – Number of packages with the same sender and receiver address; НЧ – нечеткое число;  $T_{ij}$  – множество термов

отображаемое  $r$  НЧ, т.е.  $T_{ij} = \bigcup_{f=1}^r T_{ij}^f = \{ \underline{T}_{ij}^1, \dots, \underline{T}_{ij}^r \}$ , ( $f = \overline{1, r}$ );  $\underline{T}_{ij}^e$  – эталонные нечеткие числа;

$\underline{T}_{ij}^{ef}$  – эталоны величин;  $\underline{t}_{NCC}$ ,  $\underline{t}_{SPR}$ ,  $\underline{t}_{DBR}$ ,  $\underline{t}_{NPSA}$ ,  $\underline{t}_{NVC}$ ,  $\underline{t}_{VCA}$  – текущие значения величин.

### I. АКТУАЛЬНОСТЬ

Использование систем выявления вторжений непосредственно связано со стремительным развитием киберпространства, в котором появляются новые виды угроз ресурсам информационных систем (РИС), например, такие как атаки 0-day и несигнатурные типы кибератак. Расширение воздействий кибератак, направленных на различные РИС, инициирует создание таких средств противодействия, которые способны оставаться эффективными при появлении новых видов угроз с неустановленными или нечетко определенными свойствами и фактически функционировать в слабоформализованной, нечеткой среде окружения [1]. Использование методов, моделей и систем, основанных на нечетких множествах [1–19] для построения средств обнаружения аномалий, порожденных реализацией киберугроз, позволит усовершенствовать существующие системы выявления вторжений в компьютерных системах и сетях. В этой связи, разработка соответствующих технических решений, функционирующих в нечетких условиях и позволяющих выявлять новые и модифицированные типы кибератак, является актуальной научной задачей.

### II. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Известны отдельные, достаточно эффективные разработки, используемые для решения указанных задач выявления кибератак, например, такие как: нечеткие подходы к обнаружению вторжений [2, 3] и детектированию аномалий [4]; соответствующие нечеткие модели [1, 5], методы [6, 7]; технология [6]; системы обнаружения вторжений [8–15]; наборы нечетких правил [2, 3, 7, 9, 10, 12–17]; методы построения лингвистических переменных [16, 18] и нечетких эталонов [16], а также другие разработки, используемые для решения задач защиты в нечетких условиях [19]. Указанные исследования показали эффективность соответствующего применения математического аппарата нечетких множеств, а его использование для формализации подхода к выявлению кибератак, позволит усовершенствовать процесс создания соответствующих систем обнаружения вторжений. Однако в указанных работах нет структурированного подхода и обобщенного решения относительно построения соответствующих средств выявления вторжений.

### III. ОСНОВНАЯ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исходя из анализа существующих исследований и актуальности поставленной задачи, а также для эффективного применения известных моделей, методов, технологии [1, 5, 6] целью данной работы является разработка системы, реализующей технологию выявления аномального состояния для систем обнаружения вторжений, которую можно использовать для совершенствования средств сетевой безопасности, ориентированных на контроль активности в среде окружения.

С помощью такой системы (при решении задач выявления кибератак) можно эффективно выявлять определенные типы кибератак относительно конкретной среды окружения в заданный временной промежуток, а также расширить функциональные возможности современных систем обнаружения вторжений за счет эффективной идентификации новых (0-day) и несигнатурных типов кибератак.

#### IV. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для решения поставленной задачи предлагается система реализующая технологию выявления аномального состояния в информационных системах и сетях (СВАС), основу которой составляет ряд модулей и подсистем. Первая подсистема ориентирована на измерение текущих значений величин сетевого трафика, а вторая посредством формирования решающих правил (направленных на проверку истинности взаимосвязей эталонных и текущих величин, для оценивания сетевой активности), идентифицировать аномальное состояние. Система содержит:

**1. Подсистему формирования нечетких эталонов (ПФНЭ) сетевых величин**, ориентированную на получение всех необходимых термов для каждой нечеткой переменной [6] с целью измерения текущих значений сетевых величин, в которую входят:

1) регистр вторжений и величин (RGIV), предназначенный для приема и хранения текущих значений идентификаторов вторжений  $I_i (i = \overline{1, n})$  и величин  $V_i (i = \overline{1, m})$ ;

2) блок коммутации величин (БКВ), осуществляющий формирование потоков величин соответствующих типу вторжения;

3) блок формирования пар вторжение и величины (БПВ), предназначенный для связывания пары идентификатора вторжения и соответствующих ему величин;

4) блок формирования совокупности термов (БФСТ), применяемый для генерирования заданного множества  $T_{ij}^{ef}$ ;

5) блок формирования эталонов (БФЭ), осуществляющий вычисление для каждого  $T_{ij}^{ef}$  соответствующего эталонного нечеткого числа (НЧ);

6) регистр эталонов (RGЭ), служащий для приема и временного хранения вычисленных эталонных НЧ;

7) процессор визуализации эталонов (ПВЭ), предназначенный для отображения в графическом виде полученных эталонных НЧ;

**2. Подсистему формирования решающих правил (ПФРП)**, применяемую при создании множества правил для контроля сетевой активности [6], в которую входят:

1) регистр эталонов (RGЭ);

2) блок коммутации (БК), служащий для формирования потоков  $t_j$  [1] на блок формирования сопряженных пар (БФСП);

3) БФСП, предназначенный для логического преобразования эталонных  $T_{ij}^{ef}$  [19];

4) блок ранжирования (БР), осуществляющий формирование коэффициентов важности (КВ);

5) блок инициализации правил (БИП), формирующий матрицы  $FI(i, r_r)$  и  $MP(i, r_r)$  [1];

6) базу правил (БП), служащую для хранения в соответствующих секторах данных (СД<sub>i</sub>,  $i = \overline{1, d}$ ) наборов правил  $SR_{r_i} (i = \overline{1, n})$  [1];

7) регистры текущих значений (RGTЗ) и нечетких идентификаторов (RGНИ), предназначенные соответственно для хранения в процессе всех вычислений значений  $t$  и  $FI_i (i = \overline{1, d})$ ;

8) регистр правил (RGП), предназначенный для приема и хранения подмножеств правил  $SR_i$ ;

**3. Подсистему первичной обработки (ППО)**, предназначенную для формирования множеств вторжений, величин и их фазсификации [6];

**4. Модули** нечеткой арифметики (МНА), логического вывода (МЛВ) и визуализации (МВ), предназначенные для формирования результата в нечетком и графическом представлении [6];

**5. Управляющий** модуль (УМ), служащий для управления коммутацией (УК), а также переводом системы в режим корректировки эталонов (РКЭ) и корректировки правил (РКП).

Система функционирует следующим образом (см. рис. 1).

На вход регистра вторжений (RGI) и регистра величин (RGV), обозначаемый RGIV ПФНЭ предварительно заносятся и хранятся на протяжении всего процесса вычислений соответственно текущие значения идентификаторов  $I_i (i = \overline{1, n})$  и входных величин  $V_j (j = \overline{1, m})$ .

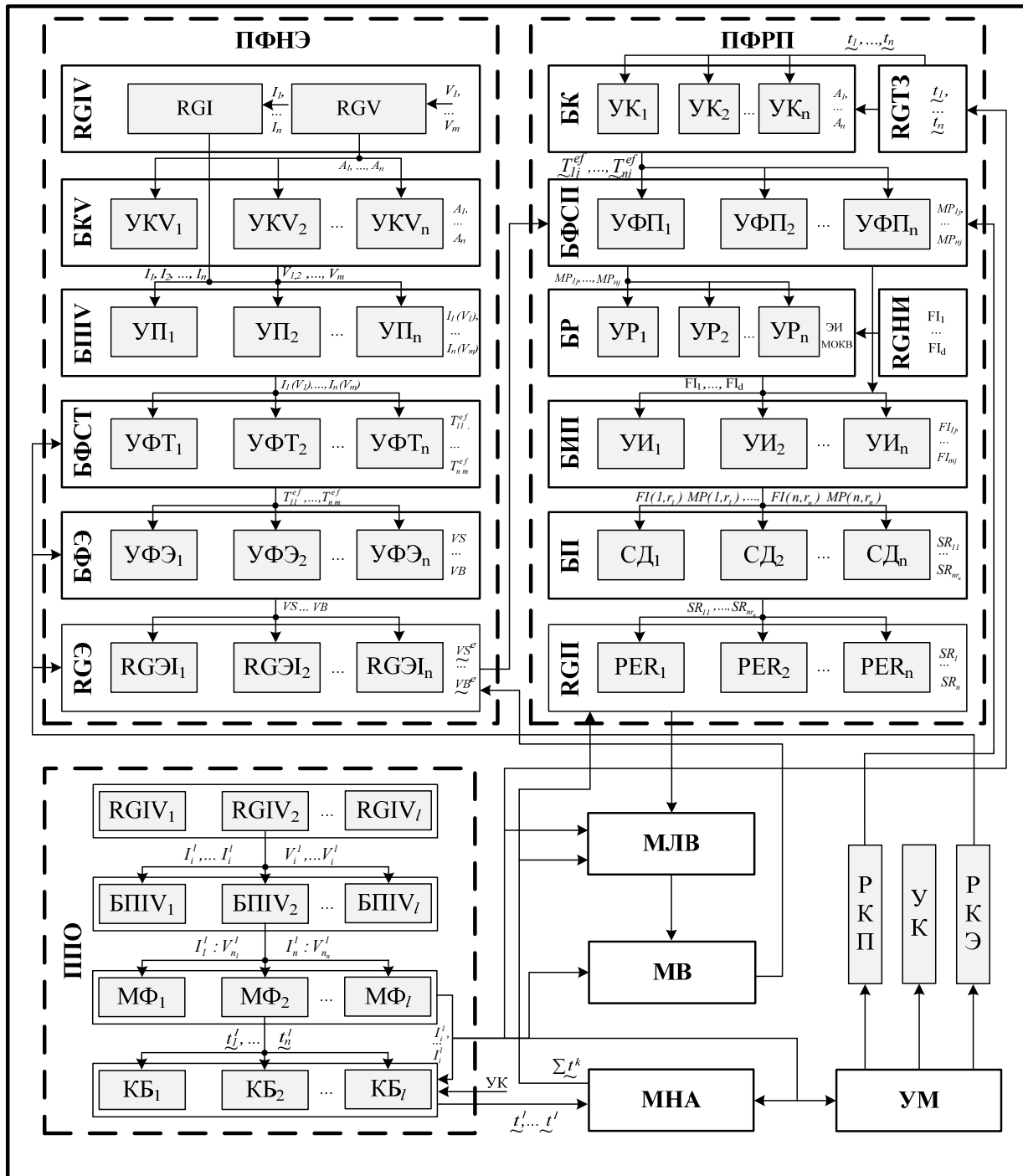


Рисунок 1 - Система выявления аномального состояния

На основе идентификаторов  $I_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ) (поступивших с RGI RGIV) и наборов величин  $V_j$  ( $j = \overline{1, m}$ ), (поступивших с RGV RGIV через соответствующий узел коммутации величин (УКV<sub>i</sub>,  $i = \overline{1, n}$ ) БКВ по сигналу  $I_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ) в БПВ на узлах пар (УП<sub>i</sub>,  $i = \overline{1, n}$ ) осуществляется формирование массивов (векторов)  $I_i(V(A_i))$  ( $i = \overline{1, n}$ ) (при этом по каждому фиксированному значению  $i$  сигнала  $A_i$  коммутируется свой набор величин  $V(A_i)$ , например, при  $i=1$  на УП<sub>1</sub> с RGI поступает  $I_1$ , а с RGV по сигналу  $A_1$  через УКV<sub>1</sub> на УП<sub>1</sub> группа величин  $V(A_1)=V_{1,2}=\{V_1, V_2\}=\{NVC, VCA\}$  аналогично при  $i=2$ ,  $V(A_2)=V_{3,4,5}=\{V_3, V_4, V_5\}=\{NCC, SPR, DBR\}$ , а при  $i=3$ ,  $V(A_3)=V_{3,6}=\{V_3, V_6\}=\{NCC, NPSA\}$ , то есть  $I_1(V(A_i))=I_1(V_{1,2})=SCANNING(NVC, VCA)$ ,

$I_2 (V(A_2))=I_2 (V_{3,4,5})=DOS (NCC,SPR,DBR)$ , а  $I_3 (V(A_3))=I_3 (V_{3,6})=SPOOFING (NCC, NPSA)$ , где:

- 1) «Scanning of ports (SCANNING)» – «Сканирование портов»;
- 2) «Denial of service (DOS)» – «Отказ в обслуживании»;
- 3) «Spoofing (SPOOFING)» – «Спуфинг»;
- 4) «Numbers of Virtual channels (NVC)» – «Количество виртуальных каналов»;
- 5) «Virtual Channel Age (VCA)» – «Возраст виртуального канала»;
- 6) «Number of concurrent connections to the server (NCC)» – «Количество одновременных подключений к серверу»;
- 7) «Speed of processing requests from the clients (SPR)» – «Скорость обработки запросов от клиентов»;
- 8) «The delay between requests from the single user (DBR)» – «Задержка между запросами от одного пользователя»;
- 9) «Number of packages with the same sender and receiver address (NPSA)» – «Количество пакетов с одинаковым адресом отправителя и получателя».

Именам этих массивов соответствуют идентификаторы типа вторжения, а элементами – являются величины используемые для выявления аномалии, порожденной соответствующим вторжением.

Далее, в соответствующих узлах формирования термов (УФТ<sub>*i*</sub>,  $i = \overline{1, n}$ ) БФСТ генерируется значения  $T_{ij}^{ef}$  ( $f = \overline{1, r}$ ;  $i = \overline{1, n}$ ;  $j = \overline{1, m}$ ) [6] для всех  $V_i$  ( $i = \overline{1, m}$ ).

Количество таких термов и их нечеткая интерпретация определяется по экспертной информации (ЭИ), полученной на основе суждений специалистов соответствующей предметной области [19].

Для каждого УФТ<sub>*i*</sub> БФСТ относительно ЭИ определяются свои значения  $j'$  и  $f'$ , согласно которых формируются требуемые наборы  $T_{ij}^{ef}$  для всех  $V_i$ . **Например**, при  $m = j' = 2$  и  $f' = 5$  и при  $i = 3$ ,  $j' = 2$  и  $f' = 3$  на выходе УФТ<sub>*i*</sub> формируется массив (вектор):

$$\begin{aligned} \text{УФТ}_1 (\{ T_{11}^{e1}, T_{11}^{e2}, T_{11}^{e3}, T_{11}^{e4}, T_{11}^{e5} \}, \{ T_{12}^{e1}, T_{12}^{e2}, T_{12}^{e3} \}) = \\ \text{УФТ}_1 (\{ T_{NVC}^{e1}, T_{NVC}^{e2}, T_{NVC}^{e3}, T_{NVC}^{e4}, T_{NVC}^{e5} \}, \{ T_{VCA}^{e1}, T_{VCA}^{e2}, T_{VCA}^{e3} \}). \end{aligned}$$

После получения требуемого набора термов для каждой  $I_i$  в УФЭ<sub>*i*</sub> определяются конкретные значения НЧ по каждому  $T_{ij}^{ef}$ . При реализации этой процедуры необходимо задать граничные значения для всех  $V_i$  ( $i = \overline{1, m}$ ) т.е.  $\min v_i$  и  $\max v_i$  (**например**, для  $V_1$  и  $V_2$  границы  $\min v_1 = \min(NVC)$ ,  $\max(v_1) = \max(NVC)$  и  $\min v_2 = \min(VCA)$ ,  $\max(v_2) = \max(VCA)$ ), а также выбрать метод формирования функций принадлежности (МФФП) (см. этап 1 в [6]) согласно установленных критериев [19].

Таким образом, на входе УФЭ<sub>*i*</sub> сформируется массив (вектор)  $T_{ij}^{ef}$ , **например**, при значениях  $n$ ,  $j'$  и  $f'$  аналогичных для  $T_{ij}^{ef}$  в БФСТ будут следующие:

$$\text{УФЭ}_1 (\{ \underline{T}_{NVC}^{e1}, \underline{T}_{NVC}^{e2}, \underline{T}_{NVC}^{e3}, \underline{T}_{NVC}^{e4}, \underline{T}_{NVC}^{e5} \}, \{ \underline{T}_{VCA}^{e1}, \underline{T}_{VCA}^{e2}, \underline{T}_{VCA}^{e3} \}) =$$

$$\text{УФЭ}_1 (\{ \underline{VS}^e, \underline{S}^e, \underline{A}^e, \underline{B}^e, \underline{VB}^e \}, \{ \underline{Y}^e, \underline{A}^e, \underline{O}^e \}) \text{ (см. этап 4 в [6]).}$$

Далее сформированные наборы НЧ для всех  $T_{ij}^{ef}$  перезаписываются в RGЭ, при этом значения эталонов соответствующие величинам  $i$ -го вторжения заносятся в соответствующий регистр эталонов  $i$ -го вторжения (RGЭ<sub>*i*</sub>) и хранятся там в течение всего вычислительного процесса.

Для каждого  $T_{ij}^{ef}$  посредством сопроцессоров визуализации (СВ<sub>*i*</sub>,  $i = \overline{1, n}$ ) ПВЭ формируется графическое изображение эталонов величин для каждого  $I_i$ . Другими словами СВ<sub>*1*</sub> визуализирует эталон для  $I_1$ , СВ<sub>*2*</sub> – для  $I_2$ , а СВ<sub>*n*</sub> – для  $I_n$ , **например**, при  $n = 3$  СВ<sub>*1*</sub> визуализирует эталоны для SCANNING (CBSCANNING), СВ<sub>*2*</sub> – для DOS (CBDOS), а СВ<sub>*3*</sub> – SPOOFING (CBSPOOFING).



Также в каждый RGЭ  $i$ -го вторжения (RGЭ $_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ) ПФПП заносятся и хранятся на протяжении всего вычислительного процесса значения группы эталонов  $\underline{T}_{ij}^{ef}$  ( $i = \overline{1, n}$ ) соответствующих величин, характерных для  $i$ -го вторжения, а также в RGTЗ поступают текущие значения  $\underline{t}_j$  ( $i = \overline{1, n}$ ).

В узлах формирования пар (УФП $_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ) БФСП на основе эталонных значений  $\underline{T}_{ij}^{ef}$  ( $i = \overline{1, n}$ ), поступающих с RGЭ $_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ) и подмножества текущих величин  $\underline{t}_j$  ( $i = \overline{1, n}$ ), поступивших с RGTЗ через узлы коммутации (УК $_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ) БК посредством управляющего сигнала  $A_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ) (например, при значениях  $i=1$ ,  $i=2$  и  $i=n$  в УФП $_1$ , УФП $_2$  и УФП $_n$  с RGTЗ через УК $_1$ , УК $_2$  и УК $_n$  поступят соответственно значения  $t_{1,2} = \{ \underline{t}_1, \underline{t}_2 \} = \{ \underline{t}_{NVC}, \underline{t}_{VCA} \}$ ,  $t_{3,4,5} = \{ \underline{t}_3, \underline{t}_4, \underline{t}_5 \} = \{ \underline{t}_{NCC}, \underline{t}_{SPR}, \underline{t}_{DBR} \}$  и  $t_{3,n} = \{ \underline{t}_3, \underline{t}_n \} = \{ \underline{t}_{NCC}, \underline{t}_{NPSA} \}$ ) соответственно сформируются и поступят на выход УФП $_i$  сопряженные пары  $MP_{ij}$ , например,  $MP_{21} = (\underline{t}_{NPSA} \cong \underline{B}^e \wedge \underline{t}_{NCC} \cong \underline{V}S^e)$ .

Отметим, что в RGНИ заносятся все значения  $FI_i$  ( $i = \overline{1, d}$ ) и хранятся там на протяжении всего процесса формирования правил.

В каждом узле ранжирования (УР $_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ) БР для каждой  $MP_{ij}$  ( $i = \overline{1, n}$ ) в качестве возможного исхода поочередно ставятся в соответствие все нечеткие идентификаторы  $FI_i$  ( $i = \overline{1, d}$ ), поступившие с RGНИ. Далее на основе метода определения КВ (МОКВ) (см. этап 2 в [6]) и ЭИ из сформированного таким образом множества альтернативных правил  $SR_{ij}^k$  определяется множество  $FI_{ij}$ , необходимое для инициализации РП.

Далее, в узлах инициализации (УИ $_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ) БИП на базе данных УР $_i$  и УФП $_i$  попарно формируются элементы матриц  $MP(I, r_l)$  и  $FI(I, r_l)$ , на основе которых осуществляется инициализация необходимых наборов правил.

Сгенерированные в УИ $_i$  матрицы попарно заносятся в сектора данных (СД $_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ) БП, формируя таким образом наборы правил  $SR_{ij}$  ( $i = \overline{1, n}$ ,  $j = \overline{1, r_i}$ ) предназначенные для выявления аномального состояния порожденного  $i$ -м вторжением. Далее эти правила  $SR_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ) перезаписываются в регистры  $SR_i$  (PER $_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ) и хранятся там на протяжении всего процесса функционирования системы.

Перед началом вычислительного процесса, в ПФНЭ на основе величин сетевого трафика (VCT) согласно соответствующей модели базовых величин (см. этап 3 в [6]) формируется множеств вторжений  $I_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ) и величин  $V_i$  ( $i = \overline{1, m}$ ), посредством которых, с использованием выбранного (согласно установленным критериям) МФФП (см. этап 1 в [6]), генерируются эталоны [5, 6] для определенных ЛП по каждому терму  $T_{ij}^{ef}$ .

Согласно полученных эталонов величин в ПФПП создаются шаблоны наборов решающих правил  $SR_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ), [6], используемых для контроля сетевой активности относительно возможных проявлений атакующих действий в компьютерной сети. Эти шаблоны и эталоны величин не изменяются на протяжении всего процесса функционирования СВАС, но при необходимости могут модифицироваться посредством их перевода в РКЭ или РКП.

Далее с учетом того, что СВАС ориентирована на контроль аномального, состояния в  $l$  узлах (рабочих станциях, серверах и др.) компьютерной сети, то параллельно в  $l$  регистров вторжений и величин (RGIV $_k$ ,  $k = \overline{1, l}$ ) ППО заносятся идентификаторы вторжений  $I_i^k$  ( $i = \overline{1, n}$ ,  $k = \overline{1, l}$ ) и (с установленной периодичностью) текущие значения величин  $V_i^k$  ( $i = \overline{1, m}$ ,  $k = \overline{1, l}$ ).

**Например**, при  $n=3$  и  $m=6$  для  $k$ -го узла сети осуществляется формирование  $I_i$  и  $V_i$  [6], позволяющих идентифицировать аномальное состояние, порожденное тремя видами вторжений  $I_1^k$ ,  $I_2^k$  и  $I_3^k$  ( $SCANNING^k$ ,  $DOS^k$  и  $SPOOFING^k$ ) на основе шести величин  $V_1^k$ ,  $V_2^k$ ,  $V_3^k$ ,  $V_4^k$ ,  $V_5^k$  и  $V_6^k$  ( $NVC^k$ ,  $VCA^k$ ,  $NCC^k$ ,  $SPR^k$ ,  $DBR^k$  и  $NPSA^k$ ). Следует отметить, что если узлы компьютерной сети разнородны по своим характеристикам, то для определенных типов аномалий, порожденных соответствующими атакующими действиями, значения эталонов будут отличаться.

Для формирования пары конкретного вторжения с необходимыми для ее выявления величинами [6] в ППО используется  $l$  блоков пар вторжения и величины БПВ $_k$  ( $k = \overline{1, l}$ ), представляющие собой специальным образом организованное запоминающее устройство.

**Например**, при тех же  $n=3$  и  $m=6$  для  $k$ -го узла с идентификаторами вторжения:

$$(I_1^k), (I_2^k) \text{ и } (I_3^k)$$

соответственно образуются пары с величинами:

$$V_{n_1}^k = (V_1^k, V_2^k), V_{n_2}^k = (V_3^k, V_4^k, V_5^k) \text{ и } V_{n_3}^k = (V_3^k, V_6^k), \text{ т.е.}$$

$$SCANNING^k : \{NVC^k, VCA^k\}, DOS^k : \{NCC^k, SPR^k, DBR^k\} \text{ и}$$

$$SPOOFING^k : \{NCC^k, NPSA^k\}, (k = \overline{1, l}).$$

В этом примере, относительно организации БПВ, можно отметить, что идентификаторы  $SCANNING^k$ ,  $DOS^k$  и  $SPOOFING^k$  будут адресами специально организованного запоминающего устройства, а  $\{NVC^k, VCA^k\}$ ,  $\{NCC^k, SPR^k, DBR^k\}$  и  $\{NCC^k, NPSA^k\}$  соответственно содержимым по этим адресам.

По завершению в БПВ $_k$  ( $k = \overline{1, l}$ ) процедуры формирования пар  $I_i^k : V_{n_i}^k$  с помощью модулей фаззификации МФ $_k$  ( $k = \overline{1, l}$ ) осуществляется преобразование (с использованием МФФП) [6] множества текущих значений величин (наблюдаемых за определенный промежуток времени) посредством одного нечеткого числа (НЧ) ( $i = \overline{1, n}$ ), [6] и таким образом на выходе МФ $_k$  получаем  $n$  НЧ  $\underline{t}_i^k$  ( $i = \overline{1, n}$ ) связанных с соответствующими  $I_i$ . **Например**, при  $n=6$  значение  $\underline{t}_1^k = \underline{t}_{NVC}^k$ ,  $\underline{t}_2^k = \underline{t}_{VCA}^k$ ,  $\underline{t}_3^k = \underline{t}_{NCC}^k$ ,  $\underline{t}_4^k = \underline{t}_{SPR}^k$ ,  $\underline{t}_5^k = \underline{t}_{DBR}^k$  и  $\underline{t}_6^k = \underline{t}_{NPSA}^k$ .

Далее, поочередно полученные  $\underline{t}_i^k$  ( $i = \overline{1, n}$ ,  $k = \overline{1, l}$ ) посредством  $k$ -х коммутирующих блоков КБ $_k$  ( $k = \overline{1, l}$ ) по сигналу управления коммутацией (УК) соответственно типу вторжения  $I_i^k$  ( $i = \overline{1, n}$ ,  $k = \overline{1, l}$ ) с ППО в модуль нечеткой арифметики (МНА) поступают текущие величины  $\underline{t}^k$  ( $k = \overline{1, l}$ ) со всех КБ $_k$  ( $k = \overline{1, l}$ ) для получения суммарных показателей  $\sum \underline{t}^k$ , характеризующих активность во всех узлах компьютерной сети. Наиболее подходящий метод, который может использоваться для реализации операций нечеткой арифметики (из четырнадцати фиксированных) выбирается согласно заданным критериям и реализуется в МНА [6].

Если процесс обнаружения аномального состояния по данным ВСТ осуществляется только на одном узле вычислительной сети, то МНА является прозрачным, то есть никаких суммарных значений переменных в нем не образуется.

На основе полученных в МНА суммарных показателей  $\underline{t}^k$ , а также с использованием иницированного в ПФРП множества правил  $SR_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ) соответствующих определенным  $I_i$  в МЛВ, а также согласно известной технологии [6] посредством  $FI_i$  ( $i = \overline{1, d}$ ), осуществляется определение текущего уровня аномального состояния в ВСТ, которое может быть порождено определенным типом кибератак.

Например, идентификация аномального состояния порожденного  $I_2$  будет инициироваться правилом  $SR_{34} = (\underline{t}_{NPSA} \cong \underline{B}^e \wedge \underline{t}_{NCC} \cong \underline{B}^e) \rightarrow H$ , которое буквально можно интерпретировать

как: “Если  $\underline{t}_{NPSA} \cong \underline{B}^e$  и при этом  $\underline{t}_{NCC} \cong \underline{B}^e$ , то уровень аномального состояния, который может быть порожден *SPOOFING* будет HIGH”.

Этот уровень может представляться в нечеткой форме (выделено темно-серым цветом с областью маркированной литерой H), а также посредством МВ быть идентифицирован в графической форме в виде соответствующего НЧ (рисунок 2), отображенного на фоне сформированных в ПФРП эталонных значений лингвистических переменных.

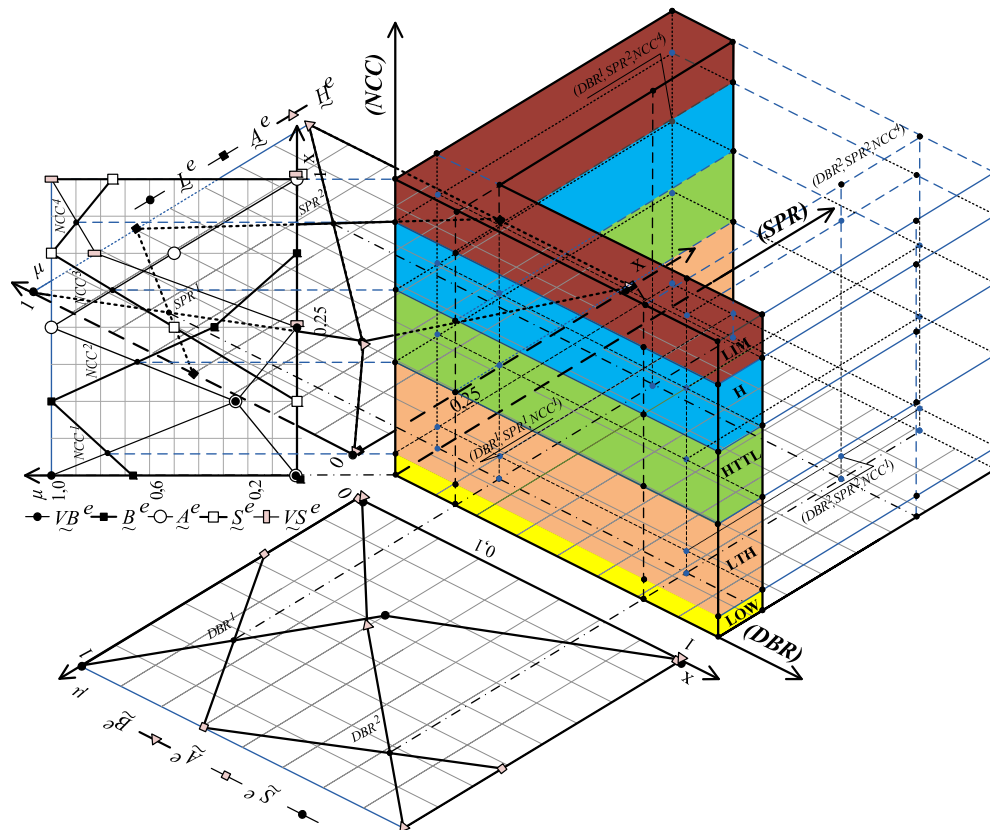


Рисунок 2 - Графическая интерпретация аномального состояния порожденного  $I_2$

## V. ВЫВОД

Таким образом, на основе предложений СВАС, базирующейся на подсистеме формирования нечетких эталонов, решающих правил и первичной обработки, а также модулей нечеткой арифметики, логического вывода, визуализации и управляющего модуля можно разрабатывать алгоритмическое, программное и программно-аппаратное обеспечение, применяемое для обнаружения аномального состояния, порожденного действиями несигнатурных кибератак. Такое обеспечение может использоваться автономно или в качестве расширителя функциональных возможностей современных систем обнаружения вторжений в компьютерных сетях.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Model of decision rules to detect anomalies in information systems/ B.S. Akhmetov., A.A. Korchenko., N.K. Zhumangalieva// N E W S Of The National Academy Of Sciences Of The Republic Of Kazakhstan Physico-Mathematical Series // Volume 3, Number 307 (2016), pp. 91-100.
- [2] Yao J.T., Zhao S.L., Saxton L.V. «A study on fuzzy intrusion detection» Proc. of SPIE Data Mining, Intrusion Detection, Information Assurance, And Data Networks Security, Orlando, Florida, USA, Vol. 5812, 2005, pp. 23-30.

- [3] Fries P. «A Fuzzy-Genetic Approach to Network Intrusion Detection Terrence» Genetic and Evolutionary Computation Conference, GECCO (Companion) July 12-16, 2008, pp. 2141-2146.
- [4] A Fuzzy Approach For Detecting Anomalous Behaviour in E-mail Traffic [Electronic resource] / Mark JynHuey Lim, Michael Negnevitsky, Jacky Hartnett // About Research Online @ ECU. – Electronic data. – Perth Western Australia : Edith Cowan University, 2006. – Mode of access: World Wide Web. – URL: <http://ro.ecu.edu.au/adf/29/>. – Title from title screen. – Description based on home page (viewed on May 26, 2015).
- [5] Base models reference values for intrusion detection system/ Akhmetov B.S., Abdrakhmanov R.B., Korchenko A.A., Zhumangaliyeva N.K. // Bulletin of International Kazakh-Turkish University named H.A. Yasawi //№5-6 (97-98), pp. 15-26.
- [6] Technology of abnormal states for intrusion detection systems/ Akhmetov B.S., Korchenko A.A., Zhumangaliyeva N.K. // Al-Farabi Kazakh National University Kaznu Bulletin Mathematics, Mechanics, Computer Science Series//№1 (88), pp. 106-113.
- [7] Wijayasekara D., Linda O., Manic M., Rieger C.G. Mining Building Energy Management System Data Using Fuzzy Anomaly Detection and Linguistic Descriptions. IEEE Trans. Industrial Informatics. Vol. 10, № 3, 2014, pp 1829-1840.
- [8] Amin Einipour «Intelligent Intrusion Detection In Computer Networks Using Fuzzy Systems», Global Journal of Computer Science and Technology Neural & Artificial Intelligence (GJCST), Vol. 12, Issue 11 pp. 19-29, 2012.
- [9] Shanmugavadivu R., Nagarajan N. «Network Intrusion Detection System Using Fuzzy Logic», Indian Journal of Computer Science and Engineering (JCSE), Vol. 2, No. 1, pp. 101-111, 2011.
- [10] Linda O., Vollmer T., Wright J., Manic M. «Fuzzy Logic Based Anomaly Detection for Embedded Network Security Cyber Sensor», in Proc. IEEE Symposium Series on Computational Intelligence, Paris, France, April, 2011, pp. 202-209.
- [11] Linda O., Manic M., McJunkin T.R., «Anomaly Detection for Resilient Control Systems Using Fuzzy-Neural Data Fusion Engine» in Proc. IEEE Symposium on Resilience Control Systems, ISRCS 2011, Boise, Idaho, Aug. 9-11, 2011.
- [12] Bridges S.M., Vaughn R.B. «Fuzzy data mining and genetic algorithms applied to intrusion detection». In: Proceedings of the 23rd National Information Systems Security Conference. October 2000, pp. 13-31.
- [13] Shahaboddin Shamsirband, Nor Badrul Anuar, Miss Laiha, Mat Kiah, Sanjay Misra «Anomaly Detection using Fuzzy Q-learning Algorithm» Acta Polytechnica Hungarica. Vol. 11, № 8, 2014, pp. 5-28.
- [14] John E. Dickerson, Jukka Juslin, Ourania Koukousoula, Julie A. Dickerson «Fuzzy Intrusion Detection» IFSA World Congress and 20th NAFIPS International Conference, 2001. Joint 9th. Vol. 3, pp. 1506-1510.
- [15] Chi-Ho Tsang, Sam Kwong, Hanli Wang « Genetic-Fuzzy Rule Mining Approach and Evaluation of Feature Selection Techniques for Anomaly Intrusion Detection » Pattern Recognition, Vol. 40, №. 9, Sept. 2007, pp. 2373-2391.
- [16] Zadeh L.A. «Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes» IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. SMC-3, №. 1, January 1973, pp. 28-44.
- [17] Gómez J., González F., Dasgupta D. «An Immuno-Fuzzy Approach to Anomaly Detection» The 12th IEEE International Conference on Fuzzy Systems, FUZZ-IEEE 25-28 May 2003, pp. 1219-1224.
- [18] Zadeh L.A. «The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning - I» Information Sciences, Vol. 8, №. 3, July 1975, pp. 199-249.
- [19] 19. Корченко А.Г. Развитие систем защиты информации на основе нечетких множеств, Теория и практические решения, Киев, 2006, 320 с.

## REFERENCES

- [1] Model of decision rules to detect anomalies in information systems/ B.S. Akhmetov., A.A. Korchenko., N.K. Zhumangaliyeva// N E W S Of The National Academy Of Sciences Of The Republic Of Kazakhstan Physico-Mathematical Series // Volume 3, Number 307 (2016), pp. 91-100.
- [2] Yao J.T., Zhao S.L., Saxton L.V. «A study on fuzzy intrusion detection» Proc. of SPIE Data Mining, Intrusion Detection, Information Assurance, And Data Networks Security, Orlando, Florida, USA, Vol. 5812, 2005, pp. 23-30.
- [3] Fries P. «A Fuzzy-Genetic Approach to Network Intrusion Detection Terrence» Genetic and Evolutionary Computation Conference, GECCO (Companion) July 12-16, 2008, pp. 2141-2146.
- [4] A Fuzzy Approach For Detecting Anomalous Behaviour in E-mail Traffic [Electronic resource] / Mark JynHuey Lim, Michael Negnevitsky, Jacky Hartnett // About Research Online @ ECU. – Electronic data. – Perth Western Australia : Edith Cowan University, 2006. – Mode of access: World Wide Web. – URL: <http://ro.ecu.edu.au/adf/29/>. – Title from title screen. – Description based on home page (viewed on May 26, 2015).
- [5] Base models reference values for intrusion detection system/ Akhmetov B.S., Abdrakhmanov R.B., Korchenko A.A., Zhumangaliyeva N.K. // Bulletin of International Kazakh-Turkish University named H.A. Yasawi //№5-6 (97-98), pp. 15-26.
- [6] Technology of abnormal states for intrusion detection systems/ Akhmetov B.S., Korchenko A.A., Zhumangaliyeva N.K. // Al-Farabi Kazakh National University Kaznu Bulletin Mathematics, Mechanics, Computer Science Series//№1 (88), pp. 106-113.
- [7] Wijayasekara D., Linda O., Manic M., Rieger C.G. Mining Building Energy Management System Data Using Fuzzy Anomaly Detection and Linguistic Descriptions. IEEE Trans. Industrial Informatics. Vol. 10, № 3, 2014, pp 1829-1840.
- [8] Amin Einipour «Intelligent Intrusion Detection In Computer Networks Using Fuzzy Systems», Global Journal of Computer Science and Technology Neural & Artificial Intelligence (GJCST), Vol. 12, Issue 11 pp. 19-29, 2012.
- [9] Shanmugavadivu R., Nagarajan N. «Network Intrusion Detection System Using Fuzzy Logic», Indian Journal of Computer Science and Engineering (JCSE), Vol. 2, No. 1, pp. 101-111, 2011.
- [10] Linda O., Vollmer T., Wright J., Manic M. «Fuzzy Logic Based Anomaly Detection for Embedded Network Security Cyber Sensor», in Proc. IEEE Symposium Series on Computational Intelligence, Paris, France, April, 2011, pp. 202-209.
- [11] Linda O., Manic M., McJunkin T.R., «Anomaly Detection for Resilient Control Systems Using Fuzzy-Neural Data Fusion Engine» in Proc. IEEE Symposium on Resilience Control Systems, ISRCS 2011, Boise, Idaho, Aug. 9-11, 2011.

- [12] Bridges S.M., Vaughn R.B. «Fuzzy data mining and genetic algorithms applied to intrusion detection». In: Proceedings of the 23rd National Information Systems Security Conference. October 2000, pp. 13-31.
- [13] Shahaboddin Shamsirband, Nor Badrul Anuar, Miss Laiha, Mat Kiah, Sanjay Misra «Anomaly Detection using Fuzzy Q-learning Algorithm» Acta Polytechnica Hungarica. Vol. 11, № 8, 2014, pp. 5-28.
- [14] John E. Dickerson, Jukka Juslin, Ourania Koukousoula, Julie A. Dickerson «Fuzzy Intrusion Detection» IFSA World Congress and 20th NAFIPS International Conference, 2001. Joint 9th. Vol. 3, pp. 1506-1510.
- [15] Chi-Ho Tsang, Sam Kwong, Hanli Wang « Genetic-Fuzzy Rule Mining Approach and Evaluation of Feature Selection Techniques for Anomaly Intrusion Detection » Pattern Recognition, Vol. 40, №. 9, Sept. 2007, pp. 2373-2391.
- [16] Zadeh L.A. «Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes» IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. SMC-3, №. 1, January 1973, pp. 28-44.
- [17] Gómez J., González F., Dasgupta D. «An Immuno-Fuzzy Approach to Anomaly Detection» The 12th IEEE International Conference on Fuzzy Systems, FUZZ-IEEE 25-28 May 2003, pp. 1219-1224.
- [18] Zadeh L.A. «The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning - I» Information Sciences, Vol. 8, №. 3, July 1975, pp. 199-249.
- [19] Korchenko A.G. The development of information protection systems based on the fuzzy sets, The theory and practical solutions, Kiev, 2006, 320 p.

**Б.Ахметов<sup>1</sup>, А.Корченко<sup>2</sup>, Ж.Алимсеитова<sup>3</sup>, Н.Жумангалиева<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Х.А. Ясави атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан

<sup>2</sup>Ұлттық авиациялық университеті, Киев, Украина;

<sup>3</sup>Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан

### **АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕ АУЫТҚЫМА КҮЙЛЕРДІ АНЫҚТАУ ЖҮЙЕСІ**

**Андатпа.** Компьютерлік жүйелерге деген қауіптер әсерлері көбейуде, олардың жаңа түрлері ресурстарға жаңа кибершабуылдарды тұйындатады. Қауіпсіздік деңгейін жоғарлату үшін жаңа қауіп түрлері пайда болғанда тиімді және ақпараттық жүйелердің көптеген ресурстарына бағытталған кибершабуылдарды анық емес жағдайларда анықтауға мүмкіндік беретін сәйкес арнайы қарсылық білдіру құралдары қажет. Анық емес жағдайларда қорғау есептерін шешуге қолданатын бірқатар үлгілер, әдістер белгілі. Оларды тиімді қолдану үшін ауытқыма күйін анықтау технологиясын жүзеге асыратын сәйкес жүйе қажет. Бұл мақсатпен ақпараттық жүйелерде кибершабуылдарды анықтау есептерін шешуге бағытталған жүйе құрылған. Жүйе анық емес логиканың математикалық әдістерінде және үлгілерінде негізделген және келесі ішкі жүйелер көмегімен: анық емес эталондарды қалыптастыру, шешуші ережелерді қалыптастыру, алғашқы өңдеу және келесі модульдер көмегімен: анық емес арифметика, логикалық шығару, визуализациялау және басқару жүзеге асырылады. Жүйе берілген уақыт аралығында нақты қоршау ортасында кибершабуылдардың анықталған типтерін тиімді табуға мүмкіндік береді, сонымен қатар заманауи басып кіруді табу жүйелерінің функционалды мүмкіндіктерін жаңа және сигнатурлы емес кибершабуылдар типтерін тиімді идентификациялау арқылы кеңейтуге мүмкіндік береді.

**Тірек сөздер:** кибершабуылдар, ауытқымалар, басып кіруді табу жүйелері, ауытқымаларды табу жүйелері, шабуылдарды табу жүйелері.

#### **Сведения об авторах:**

Ахметов Берик Бахытжанович - к.т.н., проректор Международного казахско-турецкого университета им. Х.А. Ясави.

Корченко Александр Григорьевич - д. т. н., профессор, Национальный авиационный университет, заведующий кафедрой Безопасности информационных технологий.

Алимсеитова Жулдыз Кенесхановна - лектор кафедры Информационной безопасности Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева, zhuldyz\_al@mail.ru.

Жумангалиева Назым - м.т.н., докторант Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева.

**S. Baimakhanova, A.O. Baikonurova, G.A. Ussoltseva, S.S. Konyratbekova**

Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpaev, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: [baymahanova@mail.ru](mailto:baymahanova@mail.ru); [nota-vesna@yandex.kz](mailto:nota-vesna@yandex.kz).

## STUDY OF KINETICS OF SULFURIC ACID LEACHING OF OXIDIZED NICKEL-CONTAINING ORE OF THE KEMPIRSAI DEPOSIT

**Abstract.** The purpose of the performed scientific work is to reveal the kinetic regularities of leaching of the oxidized nickel-containing ore of the Kempirsai deposit by solutions of sulfuric acid and the influence of various factors on the extraction of elements of the iron triad. As a result of the work it was found that the process of leaching of nickel-bearing ore in the initial stages passes in the kinetic region (iron) - activation energy 52 kJ / mol, leaching of nickel and cobalt limits internal diffusion. The calculated values of activation energies amounted to 21.5 kJ / mol for nickel, and 14.5 kJ / mol for cobalt. It is shown that the speed of the process of leaching metals from ore raw materials will be determined, first of all, by the rate of internal diffusion with negligible influence of kinetic factors. When studying the influence of individual technological factors, it was found that the process of leaching is influenced by the mixing speed, the size of the grinding, the temperature, the concentration of sulfuric acid, and the preliminary preparation of the ore material.

The field of application of the results is hydrometallurgical processing of nickel-containing ores and materials.

**Keywords:** nickel-containing ore, leaching, solvent, kinetics, leaching rate, activation energy, reaction rate constant.

УДК 669.334.22

**С. Баймаханова, Ә.Ө. Байқоңырова, Г.А. Усольцева, С.С. Қоныратбекова**

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

## КЕМПІРСАЙ КЕН ОРЫНЫНЫҢ ТОТЫҚҚАН НИКЕЛЬҚҰРАМДЫ КЕНДЕРІН КҮКІРТ ҚЫШҚЫЛДЫ ШАЙМАЛАУ КИНЕТИКАСЫН ЗЕРТТЕУ

**Аннотация.** Орындалған ғылыми жұмыстың мақсаты – Кемпірсай кен орынының тотыққан никель-құрамды кенін күкіртқышқылды ерітіндімен шаймалаудың кинетикалық заңдылықтарын айқындау және темір үштігі элементтерін бөліп алуға әртүрлі факторлардың әсерін зерттеу. Жұмысты орындау нәтижесінде никельқұрамды кеннің шаймалау процесі бастапқы сатыларда кинетикалық аймақта өтетіні анықталды (темір), оның активтілік энергиясы – 52 кДж/моль, никель мен кобальттың шаймалануы ішкі диффузиямен шектеледі. Активтілік энергиясының есептелген мәндері келесідей шамада болды: никель үшін 21,5 кДж/моль, ал кобальт үшін – 14,5 кДж/моль. Сыртқы диффузиялық факторлардың әсерін болдырмаған жағдайда, кенді шикізаттан металдарды шаймалау процесінің жылдамдығы ең алдымен кинетикалық факторлардың әсерімен ішкі диффузияның жылдамдығымен анықталатыны көрсетілді. Жекелеген технологиялық факторлардың әсерін зерттеу кезінде, шаймалау процесіне араластыру жылдамдығының, ұнтақтау ірілігінің, температураның, күкіртқышқылды концентрациясының және кенді материалды алдын ала дайындаудың әсері болатыны белгіленді.

Алынған нәтижелердің қолданылу аймақтары – никельқұрамды кендер мен материалдарды гидрометаллургиялық өңдеу бағыты.

**Тірек сөздер:** никельқұрамды кен, шаймалау, еріткіш, кинетика, шаймалау жылдамдығы, активтілік энергиясы, реакция жылдамдығының константасы.

**Кіріспе.** Менделеев кестесінде қатар жайғасқан және сегізінші топқа кіретін никель, кобальт және темірдің «темір үштігін» құрайтыны белгілі. Тотыққан никель кендері, көбінесе, байытуға түспейді, өйткені никель мен кобальттың мөлшері төмен. Барлық кендерде темір бар, оның мөлшері өңделетін кеннің типіне сәйкес кең шектерде өзгереді. Қасиеттердің мұндай ұштасуы металлургиялық өңдеу талаптарын бірқатар күрделендіреді.

Никель-кобальтты шикізатты өңдеу пиро- және гидрометаллургиялық процестермен орындала алады. Энергия сақтау технологияларын дамыту мақсатында, қазіргі кезде никель-кобальтқұрамды шикізатты гидрометаллургиялық әдістермен өңдеу басымдылық танытуда [1].

Тотыққан никельді кендерді өңдеудің гидрометаллургиялық әдісі никель мен кобальтты жеке дара тауарлы өнім ретінде бөліп алуға мүмкіндік береді. Гидрометаллургиялық әдістерге ерекше көңіл аудару ауа бассейнінің атмосферасының ластануын төмендету, технологиялық операцияларды механикаландыру және автоматтандыру, еңбек жағдайын жақсарту және процестің энергиялық шығынының төмендету мүмкіндіктермен байланысты.

Тотыққан никель кендерін өңдеудің негізгі әдістері:

- алдын ала тотықсыздандырылған кенді аммиакты-карбонатты шаймалау;
- жоғары температуралы күкіртқышқылды автоклавты шаймалау [2].

Аммиакты-карбонатты шаймалау технологиясы Австралияның (Таунсвилл), Бразилияның (Токантис), Филиппиннің (Суригао), Кубаның: Никаро және Пунта Горда никель өндіруші зауыттарында енгізілген. Бұл әдістің кемшілігі – басқа өнеркәсіптік технологиялармен салыстырғанда никельдің (68-70 %) және кобальттың (~20 %) бөліну дәрежесінің төмендігі.

Жоғары температуралы күкірт қышқылды автоклавты шаймалау технологиясы алғаш рет Моа зауытында (Куба) 1959 ж., магний оксидінің төменгі мөлшері (0,7-1,5 %) болатын тотыққан никель кендерін өңдеу үшін енгізілді. Никельмен және кобальтпен бірмезгілде ерітіндіге магнийдің өтуі, күкірт қышқылының эквиваленттік шығынын талап етеді. Бұл әдіс ерітіндіге никель мен кобальттың жоғары дәрежеде (~95 %) бөлінуін және температураның ~250 °С кезінде темір мен алюминийдің терең гидролиттік шөгуін қамтамасыз етеді. Күкірт қышқылының шығыны сульфидтік концентраттың өзіндік құнынан орташа ~38 % құрайды. Осы себепті Моа зауытының оң дәрежелі тәжірибелік жұмысы магний оксидінің мөлшері жоғарғы кенді өңдеу үшін тәжірибелік қолданыс таппады. Одан өзге, автоклавты шаймалау – қымбат процесс және оны кең көлемді өндірісте қолдану көп жағдайда тиімсіз болып жатады [3].

Сондықтан осы орындалған зерттеу никельқұрамды кенді агитациялық шаймалаудың кинетикалық заңдылықтарын айқындауға бағытталған және алынған нәтижелер кинетикалық факторларды анықтауға және, сонымен қатар, шаймалау процесін қарқындатуға және кенді материалды шаймалау процесіне алдын ала дайындауды оңтайландыруға мүмкіндік береді. Ендеше, орындалған жұмыстың міндеті – Кемпірсай кен орынының никельқұрамды кенін күкірт қышқылында шаймалау кинетикасын айқындау өзекті және маңызды мәселе болып табылады.

**Зерттеу объектісі және орындау әдістемесі.** Орындалған зерттеу жұмыстары Кемпірсай никельді массиві кен орынының тотыққан никельді кенімен жүргізілді және ол талап етілген мөлшерге дейін ұсақталды.

Рентгенқұрылымды талдаудың нәтижелері кен құрамында смектит, серпентин, кристобалит, магнетит, гематит, гетит, кварц минералдарының болатынын көрсетті. Кендегі мақсатты металдардың мөлшері, %: темір – 18,2; никель – 0,98; кобальт – 0,09. Мұндай кенді өңдеудің күрделілігі олардың құрамында тотыққан минералдармен қатар, сульфидті минералдардың болуымен, темір үштігі минералдарының өте жақын қауышпалылығымен және металл-коспа-лардың болуымен байланысты болады [4, 5].

Кенді материалдарды шаймалауға алдын ала дайындау операциялары ұнтақтау мен сұрыптаудан тұрды. Кенді алдын ала 0,74 мм дейінгі ірілікте ұнтақтадық. Шаймалау бойынша әрбір тәжірибе үшін массасы 30 г орташаландырылған сынама алынды, алынған сынамалар берілген концентрациядағы күкірт қышқылы ерітіндісімен шаймаланды, фазалардың қатынасы, шаймалау температурасы және орындау ұзақтығы алдын ала белгіленді. Әдебиеттер көздерінен алынатын мәліметтерге сүйенсек [6], тотыққан никельқұрамды кендерді төменгі концентрациялы

қышқылдармен шаймалау тиімділігі айтарлықтай жоғары емес, ал оны экономикалық тұрғыдан тиімді ету үшін, шаймалау кезіндегі сулы және қатты фазалардың қатынасын 4:1-10:1 шекте ұстау ұсынылады [7].

Орындалған жұмыста ерітінділердегі күкірт қышқылының концентрациясы 100-ден 250 г/л дейін ұсталды. Шаймалау процесі фазалардың С:Қ = 10:1 қатынасы кезінде жүргізілді.

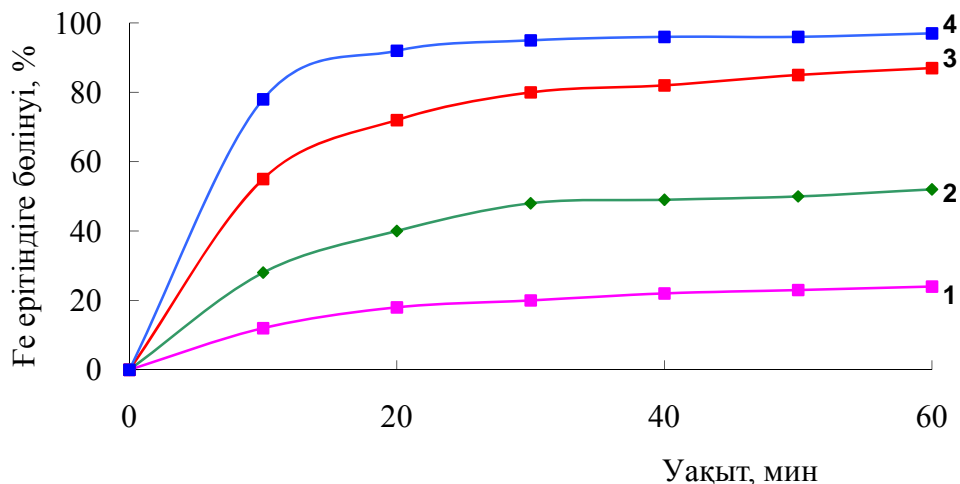
**Кемпірсай кен орынының тотыққан кенін шаймалаудың кинетикалық заңдылықтарын айқындау.** Тотыққан никельқұрамды кендерді күкірт қышқылды шаймалаудың шектеуші сатыларын анықтау мақсатында процестің кинетикасын зерделеу бойынша тәжірибелер орындалды. Кемпірсай кен орынының тотыққан никельқұрамды кендерін шаймалау кезінде араластыру қарқындылығының әсері анықталды.

Араластыру жылдамдығын тұрақты температурада, берілген уақытта бақылау, жылдамдықтың минутына 700 айн. дейінгі шамада мәндерінің өзгеретінін, ал одан жоғарылатқан жағдайда нәтижеге әсер ете қоймайтынын көрсетті. Никельдің сулы ерітіндіге бөлінуінің ең жоғары нәтижесі 78,7 % араластыру жылдамдығының 700 айн./мин байқалды (1 кесте).

Никельқұрамды шикізаттың құрамында никельмен және кобальт жақын қауышпалы темірдің де басымдығы белгілі, сондықтан шаймалау процесінің активтілік энергиясын анықтауды осы үші элемент бойынша, 1 сағат уақыт ішінде, температураның 20-80 °С интервалында, күкірт қышқылының тұрақты шығынымен (250 г/л) жүргіздік (1-2 суреттер).

1 кесте – Шаймалау процесіне араластыру қарқындылығының әсері

t, °C	С:Қ	τ, сағ.	V, айн./мин	Никельді бөліп алу, %
60	10:1	3	100	18,3
60	10:1	3	250	32,7
60	10:1	3	400	64,8
60	10:1	3	500	75,4
60	10:1	3	700	78,7
60	10:1	3	900	78,8

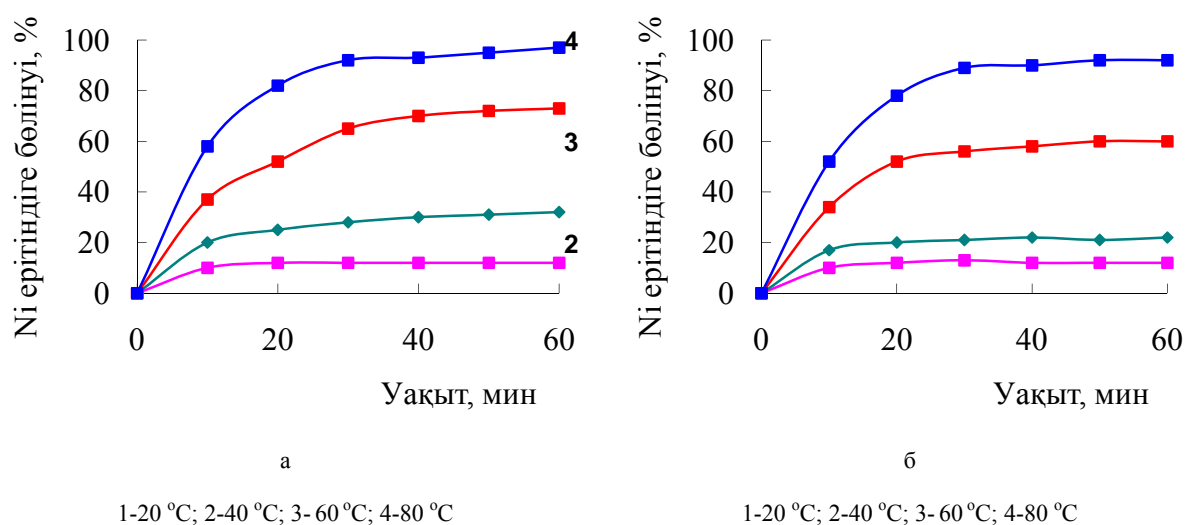


1-20 °C; 2-40 °C; 3-60 °C; 4-80 °C

1 сурет – Темірдің шаймалануының кинетикалық қисығы

Алынған экспериментальдық мәліметтер негізінде күкірт қышқылды шаймалаудың активтілік энергиясы ( $E_a$ ) есептелінді, сонымен қатар темір үштігі элементтері үшін реагент бойынша қатар белгіленді. Темір үшін  $E_a$  сандық мәні жуық шамамен 52 кДЖ/моль болатыны анықталды.

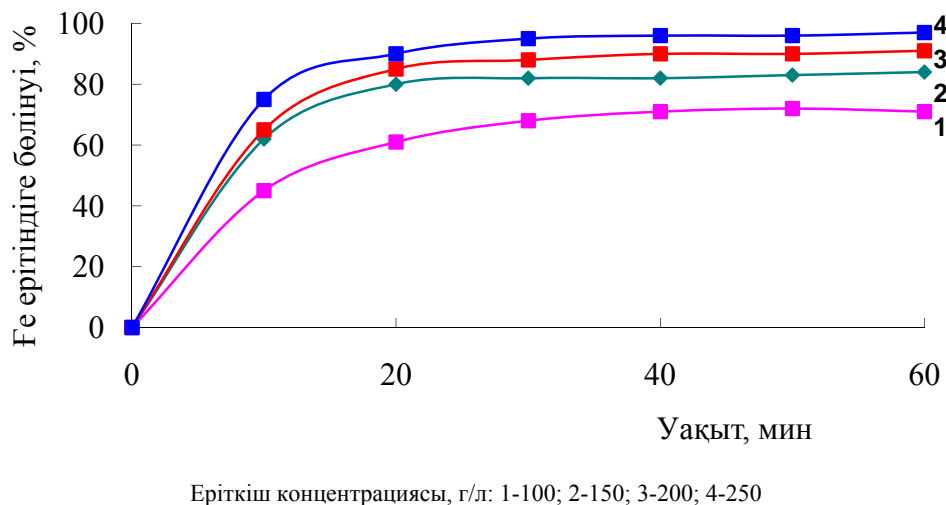




2 сурет – Никельді және кобальтты шаймаладның кинетикалық қисықтары

Бұл мәліметтер процестің кинетикалық аймақта өтетінін көрсетеді. Никель мен кобальт үшін активтілік энергияларының есептеуі келесі мәндерге сәйкесті 21,5 кДЖ/моль және 14,5 кДЖ/моль, ал реакциялық қатар екі элемент үшін де 1 тең.

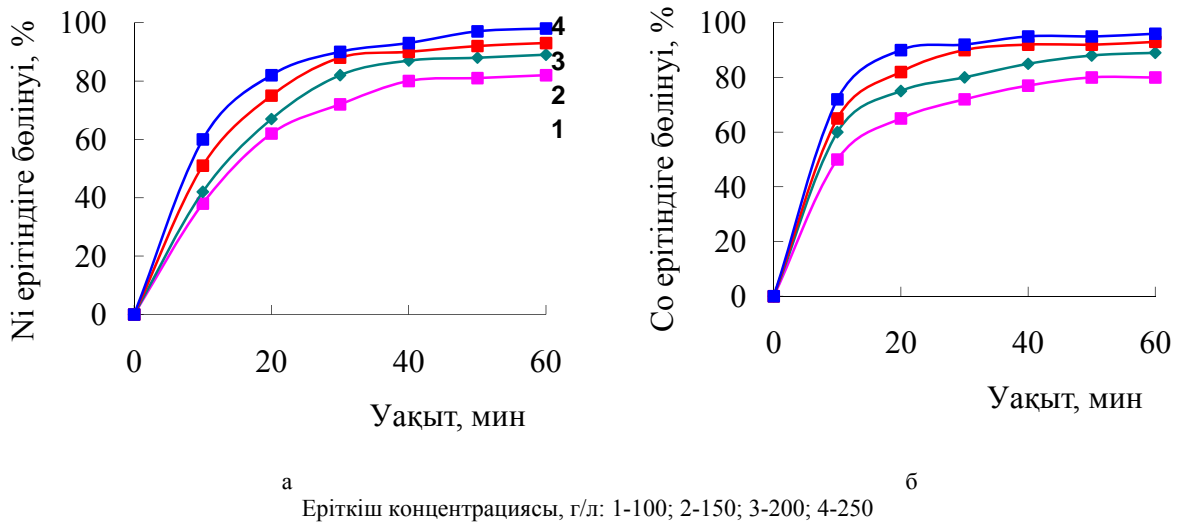
Реакция бойынша процесс қатарын анықтау үшін кинетикалық қисықтарды күкірт қышқылы концентрациясының 100-250 г/л, С:Қ = 5:1 және тұрақты температурада (80 °С) тұрғыздық (3, 4 суреттер).



3 сурет – Темірді шаймалау процесіне қышқыл концентрациясының әсері

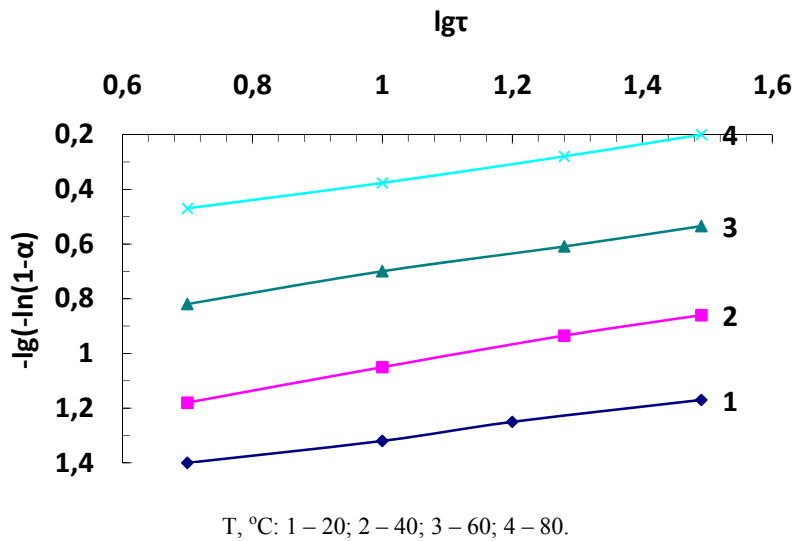
Есептеу теңдеулерін  $n = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\lg K_2 - \lg K_1}{\left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)}$  колданумен анықталған реакцияның көріністі

қатары  $\sim 0,75$  тең екені байқалды.



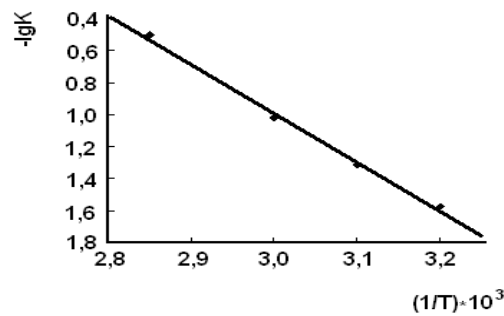
4 сурет – Тұрақты температурада қышқыл концентрациясының өзгеруімен никельді (а) және кобальтты (б) шаймалаудың кинетикалық қисығы

Эксперименттік зерттеулерден алынған нәтижелерді  $\alpha = 1 - e^{-kt^n}$  теңдеуі бойынша өңдеу (5 сурет) шаймалау нәтижелері  $\lg[-\ln(1 - \alpha)] = f(\lg t)$  координаталарында түзу сызық бойына қанағаттанарлықтай жайғасатынын көрсетеді. Талдаумен анықталған реакция жылдамдықтарының константалары:  $K_{20}^{\circ} = 0,02751$ ;  $K_{40}^{\circ} = 0,03998$ ;  $K_{60}^{\circ} = 0,0855$ ;  $K_{80}^{\circ} = 0,3426$  мәндерге тең.



5 сурет – Темірдің шаймалануының эксперименттік нәтижесін  $\alpha = 1 - e^{-kt^n}$  теңдеуі бойынша талдау нәтижелері

Анықталған  $\lg k$  көрсеткішінің  $1/T$  тәуелділігі (6 сурет) түзу сызықты құрайды, бұл шаймалау реакциясының Аррениус теңдеуіне бағынатынын көрсетеді.

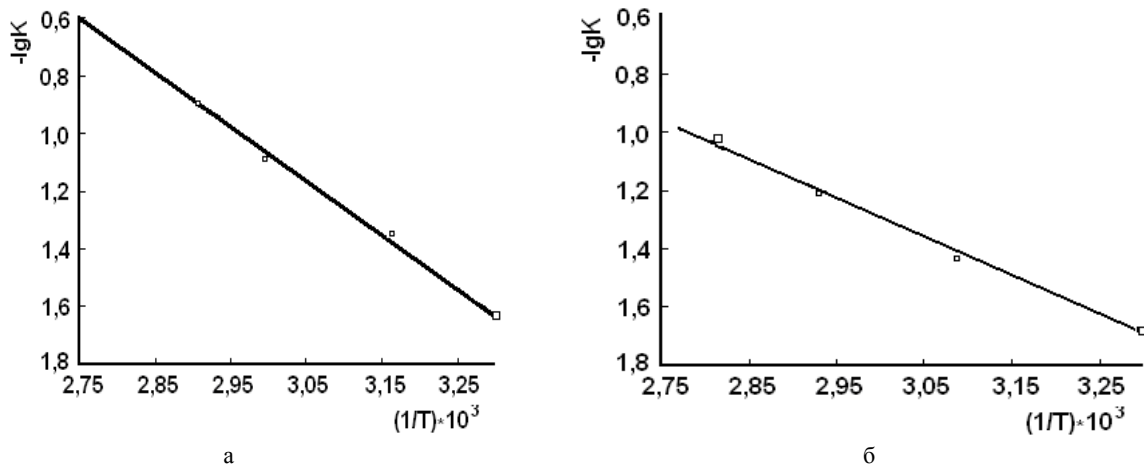


6 сурет – Күкірт қышқылында темірдің шаймалану процесінің  $\lg K$  кері температураға тәуелділігі

Аррениус теңдеуі бойынша темірді шаймалау процесінің активтілік энергиясы анықталды ( $E = 52$  кДж/моль). Реакция жылдамдығының температуралық коэффициенттері  $\gamma_{20^\circ} = 1,71$ ;  $\gamma_{40^\circ} = 1,67$ ;  $\gamma_{60^\circ} = 1,61$ ;  $\gamma_{80^\circ} = 1,55$ .

Күкірт қышқылында шаймалау кезіндегі кинетикалық режимдерді анықтау бойынша орындалған зерттеу жұмыстарының нәтижесі никель мен кобальттың шаймалану есептеулері де жоғарыдағы есептеуге ұқсас жүргізілді.

Төменгі суретте никель мен кобальттың күкірт қышқылында шаймалану реакциясының  $\lg K$  кері температураға тәуелділігі көрсетілген (7 сурет).



7 сурет – Никель (а) мен кобальттың тұз қышқылында шаймалану реакцияларының  $\lg K$  кері температураға тәуелділігі

Кинетикалық қисықтардың бастапқы бөлігінде никель мен кобальттың шаймалану жылдамдығы уақыттың квадратты түбіріне кері пропорционал болады. Бұл никель мен кобальттың шаймалану жылдамдығын ішкі диффузияның (пульпаның қатты бөлшектерінің ішінде күкірт қышқылының диффузиясы) шектейтінін көрсетеді. Сондықтанда барлық металдарды шаймалаудың ұзақтығын шикізатты майда ұнтақтау жолымен және температураны жоғарылатумен қысқартуға болады.

Жалпы зерттеу жұмысын орындау барысында байқалған құбылыс – никель минералдарының күкірт қышқылды ерітіндімен өзара әрекеттесу реакцияларының тәртібі бөлшекті болатыны. Бұл никельді шаймалау көпсатылы процесс екенін көрсетеді және оның жеке сатыларының өту тәртібі де әртүрлі. Одан өзге, кенде әртүрлі табиғатты минералдар бар, олардың әрқайсысының еруінің өзіндік тәртібі бар реакциялар бойынша өтеді. Сатылар мен паралель өтетін реакциялардың жылдамдықтары өлшемдес және бір-бірінен аз айырмашылықты болады.

Сонымен, Кемпірсай кен орынының тотыққан никельқұрамды кенін шаймалау процесін қарқынды араластыру кезінде, бастапқы материалдың ұнтақталуымен, күкірт қышқылының концентрациясын 200 г/л және температура 80 °С кезінде жүргізуге болады.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ашанов Р.А. Казахстан на мировом минерально-сырьевом рынке. Проблемы и их решение. Никель. Кобальт. – Алматы: Рауан, 2004. – С. 65-68.  
[2] Резник Е.Д., Ермаков Г.П., Шнеерсон Я.М. Никель // В 3 т. – М.: ООО Наука и технология, 2001. – Т. 1.- Т. 3.  
[3] Шнеерсон Я.М. Современное состояние гидрометаллургической переработки окисленных никель-кобальтовых руд // Цветные металлы. – 2000. – № 8. – С. 187-192.  
[4] Пименов Л. И., Михайлов В. И. Переработка окисленных никелевых руд. – М.: Metallurgia, 1972. – 336 с.  
[5] Муқанов Д. Metallurgia Kazakhstana: sostoyanie, innovatsionnyy potentsial, trend razvitiya. – Алматы: Ғылым, 2005. – Т. 5. – 290 с.  
[6] Оспанов Х.К. Кинетика гомогенных и гетерогенных химических процессов. –Алматы, 1997. –195с.  
[7] Оспанов Х.К. Физико-химические основы избирательного растворения минералов. –М.: Недра, 1993. – 175 с.

REFERENCES

- [1] Ashanov R.A. Kazakhstan na mirovom mineralno-syrevom rynke. Problemy ikh reshenie. Nikel. Kobalt. Almaty: Rauan, 2004. S. 65-68.  
[2] Reznik E.D., Ermakov G.P., Shneerson Y.M. Nikel // 3 t. M.: OOO Nauka i tekhnologiya, 2001. T. 1.- T. 3.  
[3] Shneerson Y.M. Sovremennoe sostoyanie gidrometallurgicheskoi pererabotki okislennykh nikel-kobaltovykh rud // Tsvetnye metally. 2000. № 8. С. 187-192.  
[4] Pumenov L.I., Mikhailov V.I. Pererabotka okislennykh nikelovykh rud. M.: Metallurgia, 1972. 336 s.  
[5] Mukanov D. Metallurgiya Kazakhstana: sostoyanie, innovatsionnyy potentsial, trend razvitiya. Almaty: Gylym, 2005. T. 5. 290 s.  
[6] Ospanov H.K. Kinetika gomogenny i geterogennykh himicheskikh processov. Almaty, 1997. 195 s.  
[7] Ospanov H.K. Fiziko-himicheskie osnovy izbiratel'nogo rastvorenija mineralov. M.: Nedra, 1993. 175 s.

**С. Баймаханова, Ә.Ө. Байқоңырова, Г.А. Усольцева, С.С. Қоңыратбекова**

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

**ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ СЕРНОКИСЛОТНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ОКИСЛЕННЫХ  
НИКЕЛЬСОДЕРЖАЩИХ РУД КЕМПИРСАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**Аннотация.** Целью выполненной научной работы является выявление кинетических закономерностей выщелачивания окисленной никельсодержащей руды Кемпирсайского месторождения растворами серной кислоты и влияние различных факторов на извлечение элементов триады железа. В результате работы установлено, что процесс выщелачивания никельсодержащей руды на начальных стадиях проходит в кинетической области (железа) – энергия активации 52 кДж/моль, выщелачивание никеля и кобальта лимитирует внутренняя диффузия. Расчётные значения энергий активации составили для никеля – 21,5 кДж/моль, для кобальта – 14,5 кДж/моль. Показано, что скорость процесса выщелачивания металлов из рудного сырья будет определяться, прежде всего, скоростью внутренней диффузии с незначительным влиянием кинетических факторов. При изучении влияния отдельных технологических факторов было установлено, что на процесс выщелачивания влияет скорость перемешивания, крупность измельчения, температура, концентрация серной кислоты и предварительная подготовка рудного материала.

Областью применения результатов является гидрометаллургическая переработка никельсодержащих руд и материалов.

**Ключевые слова:** окисленная никельсодержащая руда, выщелачивание, растворитель, кинетика, энергия активации, константа скорости реакции.

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

ISSN 2224-5227

Volume 5, Number 315 (2017), 45 – 52

**A.A. Genbatch<sup>1</sup>, D.Yu. Bondartsev<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Doctor of technical sciences, professor AUPET;<sup>2</sup>doctoral student AUPET, leading engineer

JS «Trest Sredazenergomontazh»

[d.bondartsev@saem.kz](mailto:d.bondartsev@saem.kz)**DEVELOPMENT OF THERMAL METHODS AND DEVICES FOR  
THERMAL MECHANICAL EQUIPMENT OF POWER PLANTS  
AND THE SCIENTIFIC METHODOLOGY FOR THEIR CREATION**

**Abstract.** The methods and devices for power plants and the creation of a scientific methodology have been developed. Studies of the ultimate heat fluxes in metallic and poorly-heat-conducting porous structures operating under the combined action of gravitational and capillary forces and cooling various devices of heat and power plants are carried out. Based on the solution of the problem of thermo-elasticity and experimental data, the mechanism of destruction of metal steam-generating surfaces and poorly-heat-conducting coatings of small porosity made of natural mineral media (granite) is described. On the basis of the analogy of the phenomena, the dependences of the heat fluxes on the time of their action and the depth of penetration of temperature perturbations are revealed. Capillary-porous systems have high intensity, high heat transfer ability, reliability, compactness. The results of calculations and experiments showed that the maximum thickness of the particles that break off under the action of compression forces for granite coatings is  $(0.25 \div 0.3) * 10^{-2}$  m. Sections of compression curves that determine the separation of particles with dimensions greater than  $0.3 * 10^{-2}$ m for large heat fluxes and short delivery times are screened by the melting curve, and in the case of small heat fluxes and significant time intervals, the expansion curve. The research is aimed at the creation of porous cooling systems from well- and poorly-thermally conductive materials.

**Key words:** heat exchange, porous structure, thermal power plants.

УДК 536.248.2

**А.А. Генбач<sup>1</sup>, Д.Ю. Бондарцев<sup>2</sup>**<sup>1</sup>доктор технических наук, профессор АУЭС;<sup>2</sup>докторант АУЭС, ведущий инженер

АО «Трест Средаэнергоустановка»

**РАЗРАБОТКА ТЕПЛОВЫХ СПОСОБОВ И УСТРОЙСТВ  
ДЛЯ ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ  
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И НАУЧНАЯ МЕТОДИКА ИХ СОЗДАНИЯ**

**Аннотация.** Разработаны способы и устройства для электростанций и создания научной методики. Проведены исследования предельных тепловых потоков в металлических и плохотеплопроводных пористых структурах, работающих при совместном действии гравитационных и капиллярных сил, и охлаждающих различные устройства теплоэнергоустановок. На основе решения задачи термоупругости и опытных данных описан механизм разрушения металлических парогенерирующих поверхностей и плохотеплопроводных покрытий малой пористости, выполненных из естественных минеральных сред (гранит). На основе аналогии явлений выявлены зависимости тепловых потоков от времени их действия и глубины проникновения температурных возмущений. Капиллярно-пористые системы обладают высокой интенсивностью, большой теплопередающей способностью, надежностью, компактностью. Результаты расчетов и эксперимента показали, что максимальная толщина частиц, отрывающихся под действием сил сжатия для покрытий из

гранита составляет  $(0,25 \div 0,3) \cdot 10^{-2}$  м. Участки кривых сжатия, определяющие отрыв частиц с размерами более  $0,3 \cdot 10^{-2}$  м для больших тепловых потоков и малого времени подачи, экранируются кривой плавления, а в случае малых тепловых потоков и значительных интервалов времени – кривой растяжения. Исследования направлены на создание пористых систем охлаждения из хорошо – и плохо- теплопроводных материалов.

**Ключевые слова:** теплообмен, пористая структура, ТЭС.

Успехи в применении капиллярно-пористых материалов в технике привлекали многих исследователей и изобретателей создавать на их основе различные устройства. Повышалась интенсивность теплоотводящих систем и форсировка протекающих в них процессов [1-3]. Использование пористых материалов помимо систем охлаждения позволяло создавать агрегаты, в которых решались проблемы взрывобезопасности, охраны труда и долговечности [2,4]. Этому способствовала возможность управлять процессами парообразования за счет избытка жидкости в порах и капиллярных структурах, создаваемого совместными действиями капиллярных и массовых сил [5-7].

В тепловых энергетических установках (ТЭУ) капиллярно-пористые материалы используются для охлаждения высокофорсированных детонационных горелочных устройств [8], создания пароохладителей в паровых котлах [9], маслоохладителей, исключаящие попадания масла в охлаждающую воду и воды в систему подшипников [10], лабиринтных уплотнений [11], и в других устройствах [12].

Основные области практического применения капиллярно-пористых систем нами защищены патентами и авторскими свидетельствами на изобретение [2,4,6-12].

Внедрение оборудования и технологических процессов в энергетике должно производиться, прежде всего, с эколого-экономических позиций. Предлагаемые разработки капиллярно-пористых систем будут способствовать проведению процессов, существенно улучшая и сохраняя природную среду.

Капиллярно-пористые системы позволяют достигнуть экономии топлива, сырья, воздуха, воды, тепла, повысить надежность охлаждения и взрывопожаробезопасность работы оборудования, способствовать высокоэффективному разрушению горных пород, бетонов, металлов, уменьшить низкотемпературную коррозию поверхностей, сократить загрязнению биосферы ядовитыми газами, пылью, теплом, ускорить решение проблем продовольственной программы, получить большой экономический и социальный эффекты в области экологии и охраны труда. [4,12]

Основными преимуществами капиллярно-пористых систем являются высокая интенсивность, большая теплопередающая способность, надежность, компактность, простота в изготовлении и эксплуатации, они улучшают режимные и технологические показатели и имеют невысокие капитальные и эксплуатационные расходы [6,7].

На основе проведенного исследования капиллярно-пористых систем нами разработаны новые технические решения для улучшения эксплуатационных характеристик ТЭУ применительно к мощным энергоблокам ТЭС.

Для повышения надежности, экономичности и маневренности котельных установок и улучшения охраны окружающей среды предлагаются следующие технические решения [2,4,6-9,12]:

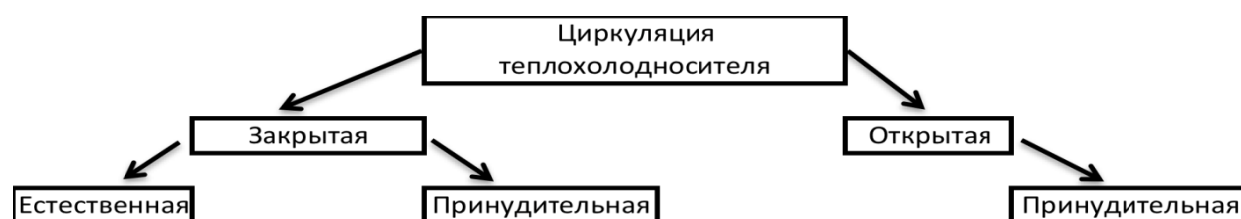
1. Устройство в топочных камерах тепловых труб для снижения образования оксидов азота;
2. Барабаны котлов и пароохладителей с пористыми образованиями для уменьшения циклических напряжений в стенках;
3. «Хвостовые» поверхности нагрева котлов, выполненные в виде пористых элементов для борьбы с низкотемпературной коррозией ;
4. В топливно-транспортных цехах применять управляемые пористые системы пылеподавления и пожаротушения;
5. В вагонопрокидывателях и бункерах устанавливать пористые концентраторы для борьбы с зависанием топлива (подобные концентраторы позволяют отпугивать мальков рыб ценных пород);
6. Пылегазоочистку дымовых газов производить пористой управляемой системой не требующей регенерации;

7. Топливные горелки охлаждать пористыми элементами;
8. Экранные трубы снабжать пористыми структурами для расширения теплопередающих возможностей;
9. Термореактивными горелками вести резку котельных шлаков;
10. Проводить детонационное сжигание топлива в пористой среде;
11. Утилизировать теплоту уходящих газов тепловыми трубами;
12. Проводить теплообмен и гидродинамику двухфазных потоков в пористых структурах, в элементах, узлах и трактах котельного агрегата;
13. Осуществлять процессы гидродинамики в пористых барботажных систем;
14. Сепарировать пар в пористых структурах;
15. Проводить шумоглушение в газоходах и на сбросах паропроводах пористыми системами;
16. Осуществлять ускорение пуска и остановка паровых котлов за счет снижения малоциклового усталости и ползучести пористыми системами;
17. Интенсифицировать теплообмен тепловыми трубами в топках с кипящим слоем;
18. Организовать низкотемпературные до – и сверхзвуковые многофазные вращающиеся пульсирующие потоки в топках с пористыми элементами;
19. Охлаждать крепления, опоры, подвески, заслонки и другие узлы в котельном агрегате капиллярно-пористыми структурами;

На рисунке 1 (см. Рис 1) представлена методика исследования капиллярно-пористых систем применительно к различным элементам ТЭУ. Системы отличаются тем, что имеют преимущественно гравитационный подвод жидкости и по интенсивности теплопередачи занимают промежуточное положение между тонкоплёночными испарителями и пористыми испарителями с преимущественно капиллярным подводом жидкости (тепловыми трубами). Поэтому такие системы следует выделить в отдельный класс теплоотводящих систем. Проведенные исследования позволяют дать рекомендации по выбору теплоносителя, учесть вид его циркуляции, определить геометрию и материал аппаратов и интенсификаторов теплообмена, с учетом условия работы системы (под давлением или разрежением), подводом и видом энергии и ориентацией системы. Обобщение экспериментальных результатов и методика расчета тепло- и массообмена в капиллярно-пористых системах в соответствии с Рис.1 представлены в [2,3,5-8].

Исследование различных факторов, влияющих на теплообмен в капиллярно-пористых структурах, показывает, что особый интерес вызывают предельные состояния поверхности нагрева, когда система способна переносить минимальные потоки энергии и вещества. Однако в этом случае требуется знать величины тепловых потоков и термических напряжений с целью обеспечить надежную и долговечную работу установки. Так, следуя Рис.1, можно получить максимальный перепад энергии и вещества для следующих условий: используется чистая жидкость, циркулирующая по принудительной схеме в закрытых эллиптических теплообменниках под давлением в перфорированных и профилированных поверхностях нагрева, выполненных из нержавеющей стали. Система работает с избытком жидкости, а наличие массовых сил обеспечивают вынужденные течения теплоносителя с недогревом. Энергия подводится к вертикально расположенной поверхности по периметру сверхзвуковым высокотемпературным пульсирующим вращающимся факелом.

Для определения предельных тепловых потоков и напряжений решается задача термоупругости [2,7,11] при граничных условиях второго рода для одномерного уравнения нестационарной теплопроводности.



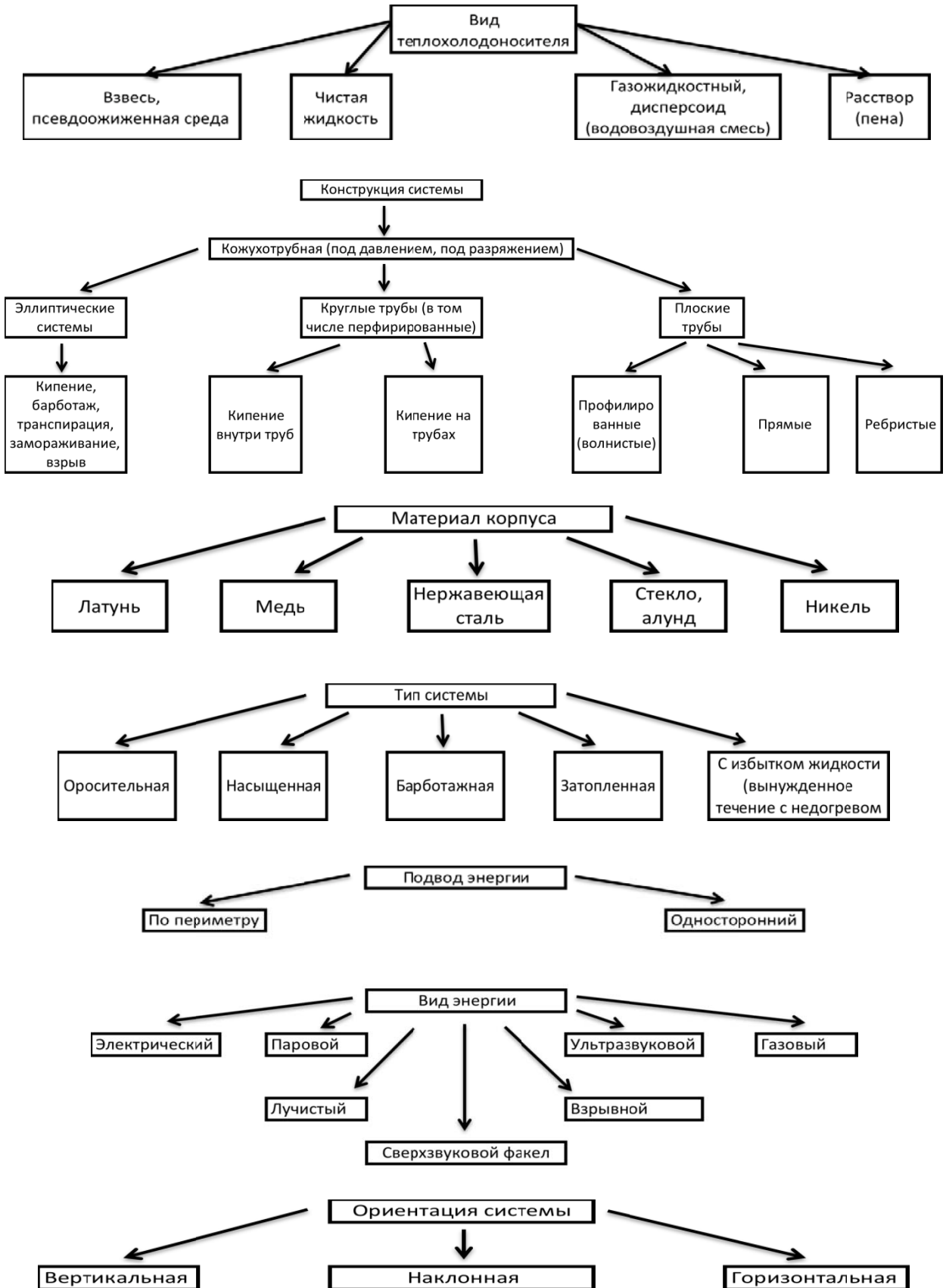


Рисунок 1 - Методика исследования различных факторов влияния на теплообмен капиллярно-пористых системах ТЭУ



Рассмотрим пластину толщиной  $2h$ . К поверхности  $z = +h$ , начиная с момента времени  $\tau=0$ , подводится постоянный удельный тепловой поток  $q$ . Нижняя поверхность  $z = -h$  и боковые края пластины теплоизолированы.

Уравнения теплопроводности с граничными и начальными условиями запишется в виде:

$$\alpha_{cm} \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = \frac{\partial T}{\partial \tau}$$

$$T = 0 \quad \tau < 0$$

$$\lambda_{cm} \frac{\partial T}{\partial z} = q, \quad z = +h$$

$$\lambda_{cm} \frac{\partial T}{\partial z} = 0, \quad z = -h$$

Распределение температуры по толщине зависит от теплофизических свойств материала, величины теплового потока и времени его подача:

$$T\left(\frac{z}{h}; \tau\right) = q \left\{ \frac{M}{2(c\lambda g)_{cm}} \tau + \frac{3z^2}{h^2} + \frac{6z}{h-1} - \frac{4}{\pi^2 M} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^2} \exp\left[-n^2 \frac{\pi^2 M^2}{4(c\lambda g)_{cm}} \tau\right] \cos \frac{n\pi}{2} \left(\frac{z}{h} + 1\right) \right\},$$

где  $M = \frac{\lambda_{cm}}{h}$ ;  $n$  – целые положительные числа.

Зная распределение температуры в пластине, находим термические напряжения растяжения и сжатия, возникающие в некоторый момент времени  $\tau$  на различной глубине от поверхности  $\delta_i = (h=z_i)$  при данном значении теплового потока  $q$ , поскольку пластина с переменной по толщине температурой находится в плосконапряженном состоянии.

$$\sigma_{xx} = \sigma_{yy} = -\frac{\alpha E}{(1-\nu)} T\left(\frac{z}{h}; \tau\right) + \frac{1}{(1-\nu)2h} \int_{-h}^{+h} 2'ET\left(\frac{z}{h}; \tau\right) dz,$$

где первый член - составляющая напряжения сжатия, а второй – растяжения.

Задаваясь предельными значениями напряжения сжатия и растяжения для горной породы (пористые покрытия из естественной минеральной среды) и металла, получаем зависимость теплового потока, требуемого для разрушения, от времени подачи и глубины проникновения. Кроме того, приравнявая температуры на поверхности пластины к температуре плавления породы и металла, находим значения удельных тепловых потоков, необходимых для расплавления поверхностного слоя за различный промежуток времени их действия [2,7]:

плавление поверхности

$$q_1 = \frac{T_{пл.}}{\left\{ \frac{M}{2(cg\lambda)_{cm}} \tau + \frac{2}{3M} - \frac{4}{\pi^2 M} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^2} \exp\left[-n^2 \frac{\pi^2 M^2}{4(cg\lambda)_{cm}} \tau\right] \cos n\pi \right\}};$$

создание предельных напряжений сжатия

$$q_2 = \frac{\frac{(1-\nu)\sigma_{пр.сж.}}{\alpha E}}{\frac{M}{2c\lambda g_{cm}} \tau + \frac{3z^2}{h^2} + \frac{6z}{h-1} - \frac{4}{\pi^2 M} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^2} \exp\left[-n^2 \frac{\pi^2 M^2}{4c\lambda g_{cm}} \tau\right] \cos \frac{n\pi}{2} \left(\frac{z}{h} + 1\right)}$$

создания предельных напряжений растяжения

$$q_3 = \frac{(1 - \nu)\sigma_{пр.рост.}}{\frac{\alpha E}{M} \frac{\tau}{2(c\lambda g)_{cm}}}$$

где  $M = \lambda_{ст}/h$  – параметр,  $n$  – целые положительные числа.

Зависимости величины  $q_1, q_2, q_3$  от времени  $\tau$  при фиксированных значениях размера частицы  $\delta$  для покрытия, либо глубины проникновения температурных возмущений для металла, рассчитывались на ПК применительно к пластине, выполненным из кварца, гранита и металла (медь и нержавеющая сталь).

В формулах приняты следующие обозначения:

$q$  – удельный тепловой поток, Вт/м<sup>2</sup>;  $g$  – плотность, кг/м<sup>3</sup>;  $z$  – координата, м;  $T, t$  – температура, К;  $\tau$  – время, с;  $\delta$  – толщина, м;  $C$  – теплоемкость, кДж/кг\*К;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности, Вт/м\*К;  $G$  – напряжение (Н/м<sup>2</sup>);  $\alpha$  – коэффициент линейного растяжения, К<sup>-1</sup>;  $E$  – модуль Юнга, Н/м<sup>2</sup>;  $\nu$  – коэффициент Пуассона;  $a$  – коэффициент температуропроводности, м<sup>2</sup>/с; кр – критический (предельный); пр. сж. – предельное состояние от сил сжатия; пр. раст. – предельное состояние от сил растяжения.

Результат расчетов представлены на Рис. 2,3. Максимальная толщина частиц, отрывающихся под действием сил сжатия для покрытий из гранита, составляет  $(0,25-0,3) \cdot 10^{-2}$  м, что согласуется с результатами, полученными скоростной киносъемкой (Рис.4). Участки кривых сжатия, определяющие отрыв частиц с размером  $\delta > 0,3 \cdot 10^{-2}$  м для больших тепловых потоков и малых  $\tau$ , экранируются кривой плавления, а в случае малых тепловых потоков и значительных интервалов времени – кривой растяжения.

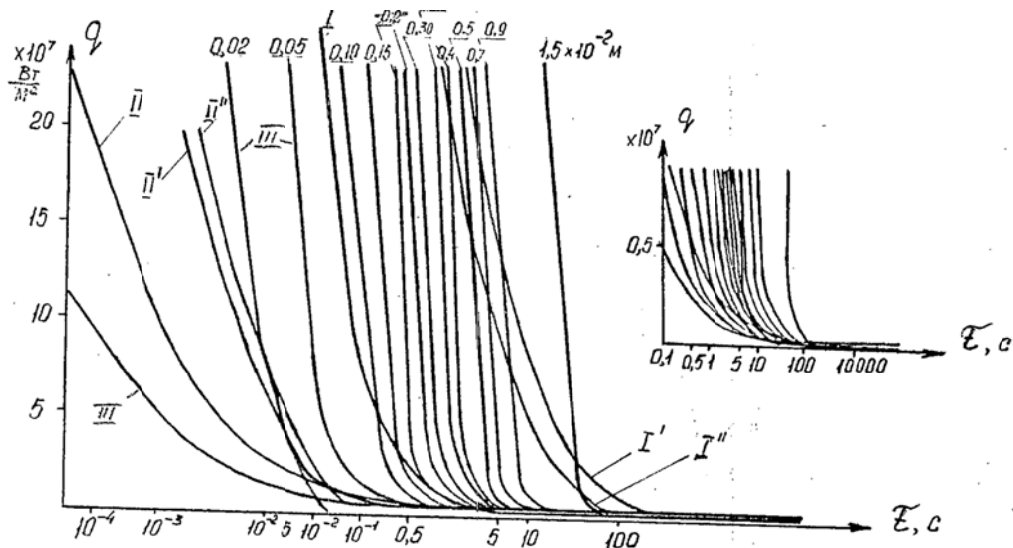


Рисунок 2 - Зависимость тепловых потоков, вызывающих напряжения сжатия III гранитного покрытия в зависимости от времени действия  $\tau$  для различной толщины  $\delta$  отрывающихся частиц: I – напряжения растяжения, достаточные для разрушения (I', I'' – медь и нержавеющая сталь,  $h=0,1 \cdot 10^{-3}$  м); II – оплавление поверхности (II', II'' – медь и нержавеющая сталь,  $h=0,1 \cdot 10^{-3}$  м)

Взаимосвязь напряжений сжатия и растяжения представляют собой эпюры напряжений внутри пластины для различных интервалов времени от начала рассматриваемого процесса. При малых  $\tau$ , порядка  $10^{-1}$  с, возникают только напряжения сжатия. Начиная с  $\tau \approx 1$  с, в некоторой области  $\Delta (h-z_i)$  до  $0,3 \cdot 10^{-2}$  м, напряжения сжатия переходят в напряжения растяжения за весьма короткий промежуток времени, причем для различных интервалов времени они находятся на различной глубине от поверхности пластины. Верхним пределом устойчивого разрушения покрытия из кварца является  $10^7$  Вт/м<sup>2</sup>, а из гранита – до  $0,5 \cdot 10^7$  Вт/м<sup>2</sup>, а нижним пределом, когда еще наблюдается отрыв частиц под действием термонапряжений сжатия –  $0,25 \cdot 10^7$  Вт/м<sup>2</sup> и  $0,05 \cdot 10^7$  Вт/м<sup>2</sup> соответственно. Разрушение анизотропной среды под действием направленного

нагрева основано на неравномерном расширении ее составляющих (кристаллов). Нагреваемый слой породы покрытия увеличиваясь в объеме, начинает оказывать давление на соседние менее нагретые слои. Так как расширению во всех других направлениях препятствует реакция непрогретых слоев, то порода начинает свободно расширяться с открытой стороны и в силу своей перенапряженности отделяется и откалывается.

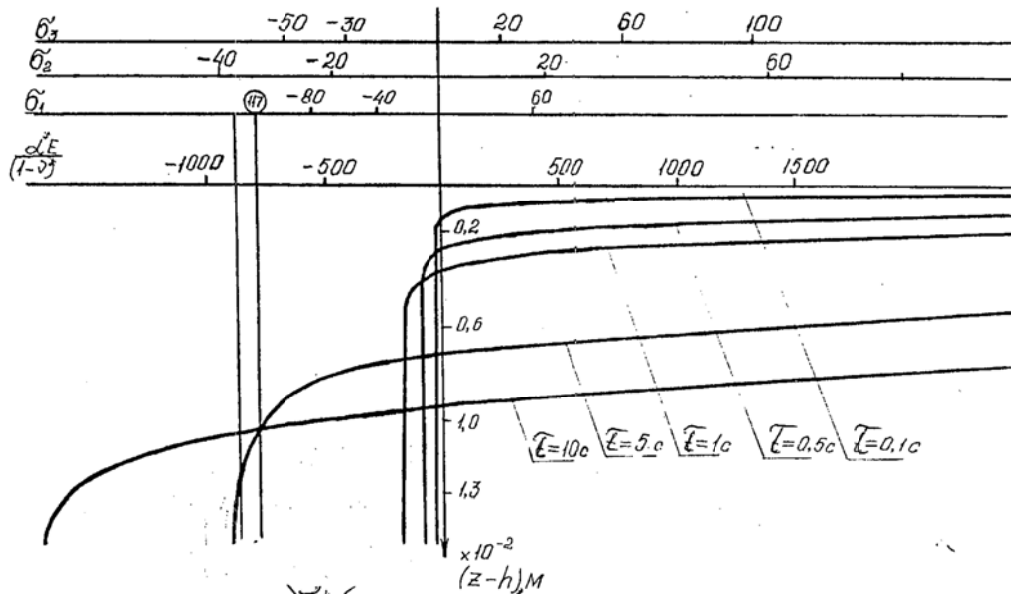


Рисунок 3 - Эпюры напряжений по толщине граничной пластины при различных тепловых потоках и времени их действия:  $q_1=0,142 \cdot 10^7$  Вт/м<sup>2</sup>;  $q_2=0,142 \cdot 10^7$  Вт/м<sup>2</sup>;  $q_3=0,075 \cdot 10^7$  Вт/м<sup>2</sup>;  $\sigma_{\text{П7}}$  – предел прочности на растяжение:  $\sigma = x \cdot 10^5$  Н/м<sup>2</sup>,  $E = x \cdot 10^5$  Н/м<sup>2</sup>

Если полости вакансий могут превращаться в дислокации, то обучаемое покрытие приобретает пластические свойства и не разрушается под действием факела. Таковые все металлы. Этим свойством обладают также и некоторые породы. Проведено тестирование с парогенерирующими металлическими поверхностями нагрева в момент кризиса кипения [2]. Для металлов кристаллы разрушаются при напряжениях до  $10^5$  В. Процесс разрушения состоит из стадий зарождения трещин и их развития. В результате термического воздействия зарождаются микротрещины в области концентраторов напряжений (включения, неоднородности, трещины). Высокие внутренние напряжения так же могут возникать вследствие неоднородного протекания пластической деформации, после чего возникает хрупкое разрушение. Пластическая деформация при этом рассматривается как первопричина разрушения, хотя она может задерживать рост трещин. В основе разрушения, с одной стороны, лежат разрывы связей, обусловленные тепловыми флуктуациями, а с другой – разрушение есть кинетический термоактивационный процесс, в основе которого лежит перемещение вакансий к трещинам, рост которых определяет кинетику разрушения.

На основе проведенных исследований в случае облучения факелом керосино-кислородной горелки пористого покрытия на рабочем участке имеем до  $4 \cdot 10^7$  Вт/м<sup>2</sup>, что соответствует  $q$  покрытий  $0,4 \cdot 10^7$  Вт/м<sup>2</sup>. Механизм разрушения металлов принципиально отличается от механизма разрушения покрытий из горных пород. Несмотря на это, на основе аналогии выявлены зависимости тепловых потоков от времени их действия и глубины проникновения температурных возмущений, что позволяет избежать кризиса кипения в системе охлаждения и обеспечить оптимальный подбор пористых покрытий малой пористости и теплопроводности. В перспективе требуется исследования других пористых природных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Поляев В.М., Генбач А.А. Скорость роста паровых пузырей в пористых структурах // Известия вузов. Машиностроение. – 1990. №10 – С. 56-61.
- [2] Поляев В.М., Генбач А.Н., Генбач А.А. Предельные состояния поверхности при термическом воздействии // Теплофизика высоких температур. – 1991. Т.29, № 5. – С. 923-934.
- [3] Polyayev V., Genbach A. Control of Heat Transfer in a porous cooling System // Second world conference of experimental heat transfer, fluid mechanics and thermodynamics. – 1991. – Dubrovnik, Yugoslavia, 23 – 28, June. – p. 639 – 644.
- [4] Поляев В.М., Генбач А.А. Области применения пористой системы // Известия вузов. Энергетика. – 1991. № 12. – с. 97 – 101.
- [5] Поляев В.М. Генбач А.А. Управление теплообменов в пористой структуре// Известия Российской академии наук. Энергетика и транспорт – 1992. Т 38. №6 – с 105-110
- [6] Генбач А.Н., Генбач А.А. Капиллярно-пористые системы в промышленности // Деп. рук. ВИНТИ. 1988. №8 (202). С. 181. – (КазНИИНТИ. 1987. №2105).
- [7] Генбач А.А. Двухфазные кипящие потоки в пористых структурах // Деп. рук. ВИНТИ. – 1989. №12 (218). С.178. (КазНИИНТИ). 1989.№2812.
- [8] Генбач А.А., Гнатченко Ю.А. Система охлаждения теплонагруженного элемента детонационного горелочного устройства – камеры сгорания, диффузора и конфузора // Вестник КазНТУ. – Алматы, 2007. №4, (61), июль. –С. 87-91.
- [9] Генбач А.А., Данильченко И. Пористый пароохладитель паровых котлов // Промышленность Казахстана, № 1 (70), 2012. – с. 72 – 75.
- [10] Генбач А.А., Олжабаева К.С. Визуализация термического воздействия на пористой материал в ТЭУ ЭС // Вестник Национальной инженерной академии РК, № 3 (45), 2012. – с. 63 – 67.
- [11] Генбач А.А., Исламов Ф.А. Моделирование процесса задевания ротора турбины // Вестник КазНТУ, № 6 (100), 2013. – с. 235 – 240.
- [12] Генбач А.А., Генбач Н.А. Исследование капиллярно-пористых систем в тепловых энергетических установках электростанций // Вестник АУЭС. – 2011. №2 (13). – С. 57-62

А.А. Генбач<sup>1</sup>, Д.Ю. Бондарцев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Генбач А.А., техникалық ғылым докторы, профессор АЭЖБУ;

<sup>2</sup>Бондарцев Д.Ю., докторант АЭЖБУ, бас инженер  
АО «Трест Средаэнергоустановка»

**ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ЖАСАУ ҒЫЛЫМИ ӘДІСІН ЖЫЛУ-МЕХАНИКАЛЫҚ ЖАБДЫҚТАРЫН ЖЫЛУ ӘДІСТЕРІ МЕН ҚҰРЫЛҒЫЛАР ӘЗІРЛЕУ**

**Түйін.** Электрстанцияларының және ғылыми әдісін құру әдістері мен құрылғылар. Зерттеулер металл жылу ағынын шектеу және ауырып-термикалық ауырлық аралас әрекеттер мен капиллярлық күштердің астында жұмыс істейтін өткізгіш кеуекті құрылымын, сондай-ақ түрлі салқындату құрылғылары электр стансаларын қыздыру. термо-серпімді және эксперименттік деректер проблемаларын шешу негізінде, бу және төмен-кеуектілігі нашар жылу-өткізгіш жабыны металл беттерін қырып механизмі, табиғи минералды БАҚ-(гранит) жасалған. жылу наразылық іс-қимыл және ену тереңдігі уақытына жылу ағынын байланысты анықталған ұқсастығы құбылыстар негізінде. Капиллярлық тері тесігін жүйелер жоғары қарқындылығын, жоғары жылу беру мүмкіндігі, сенімділігін, жинақылығы көрсетеді. есептеулер және эксперименттік нәтижелері бөлшектердің максималды қалыңдығы гранит (0,25 ÷ 0,3)\*10-2m жабынды қысу күштерінің әсерінен жұлынатын көрсетеді. штамм қисық - \*скрининг ірі жылу ағынының және төмен жемшөп уақыт балқу қисығы және, шағын жылу ағынының және елеулі уақыт аралығында жағдайда үшін 10-2m 0,3-ден артық мөлшерін бөлшектердің жасағы анықтайтын Жер қысу қисықтар. және жаман-жылу материалдар - жақсы бір кеуекті салқындату жүйелерін құруға бағытталған ғылыми-зерттеу.

**Тірек сөздер:** жылуалмасу, кеуектік құрылым, жылу электрстанция.

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

ISSN 2224-5227

Volume 5, Number 315 (2017), 53 – 62

**M. T. Kaziev**M. Auezov SKSU, Shymkent  
kaziev1948@bk.ru**QUANTUM THEORY OF THE LIQUID STRUCTURE  
OF CONDITION SUBSTANCES**

**Abstract.** The goal of this work - determine the true structure of substances in the liquid condition. There is proposed a new theoretical model of the structure of substances in the liquid condition. The author believes that the main element that forms the liquid structure is a soft rotator. Rotator is rotating around the instantaneous center of mass of the two molecules or substances atom. The rotator is a Fermi particle having a magnetic spin, the direction of which depends on the direction of rotation of the rotator. The model is based on quantum effects and is an evolution of the direction of quantum macrophysics. It allows to logically explain many experimental facts related to the liquid condition, especially, when a substance passes from a solid state to a liquid, a large amount of energy is absorbed-the heat of fusion, what is the physical meaning of the critical point, critical temperature, internal pressure. On the basis of the proposed theoretical model, calculations of the parameters of the liquid quantum structure are performed, which are good in agreement with experimentally measured values of variables and conclusions of other authors

**Key words:** phase state; liquid phase; heat of fusion; critical point; critical temperature; internal pressure; rotator; full, potential, kinetic energy; Fermi energy; Fermi temperature; quantum energy structure; phonon heat capacity.

УДК 548. 73

**М.Т. Казиев**

ЮКГУ им. М Аuezова, Шымкент

**КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ СТРУКТУРЫ  
ЖИДКИХ СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВ**

**Аннотация.** Цель работы – определение истинной структуры веществ в жидком состоянии. Предложена новая теоретическая модель структуры веществ в жидком состоянии. Автор считает, что основным элементом, формирующим жидкую структуру, является мягкий ротатор. Ротатор - это вращающиеся вокруг мгновенного центра масс две молекулы или атома вещества. Ротатор является Ферми частицей, имеющей магнитный спин, направление которого зависит от направления вращения ротатора. Модель базируется на квантовых эффектах и является развитием направления квантовой макрофизики. Она позволяет логично объяснить многие экспериментальные факты, связанные с жидким состоянием, а именно, почему при переходе вещества из твёрдого состояния в жидкое происходит поглощение большого количества энергии – теплоты плавления, каков физический смысл критической точки, критической температуры, внутреннего давления. На основе предложенной теоретической модели выполнены расчёты параметров жидкой квантовой структуры, которые хорошо согласуются с экспериментально измеренными значениями величин и выводами других авторов.

**Ключевые слова:** фазовое состояние; жидкая фаза; теплота плавления; критическая точка; критическая температура; внутреннее давление; ротатор; полная, потенциальная, кинетическая энергии; энергия Ферми; температура Ферми; квантовая энергетическая структура; фононная теплоёмкость.

Любое вещество в зависимости от наружных параметров состояния – температуры, давления, может существовать в разных фазах. Например, в газообразной, жидкой, твёрдой фазах. Установлено, что в каждом фазовом состоянии вещество имеет разную внутреннюю структуру

строения. Различные структуры строения задают веществу отличающиеся свойства. Уже хорошо теоретически обоснована и экспериментально подтверждена структура строения вещества в газовой фазе [1]. В деталях построена структурная теория твёрдых состояний веществ [2]. Однако до сих пор нет совершенной и непротиворечивой теории структуры строения веществ в жидком состоянии. И в первую очередь, не выяснено, из каких структурных элементов формируется жидкое состояние. Незнание истинной структуры не позволяет нам логично объяснить многие факты, связанные с жидким состоянием. Например, чем отличается жидкая структура вещества от кристаллической структуры твёрдого состояния, ведь плотности этих фаз почти одинаковы. Какие силы позволяют жидкости сохранять свой объём, ведь гравитационные силы притяжения между молекулами и атомами очень малы. Почему при переходе вещества из твёрдого состояния в жидкое всегда имеет место поглощение большого количества энергии (теплоты плавления). Почему до критической точки в диаграммах состояний веществ имеется зона парообразования, а после критической точки такой зоны нет. По каким причинам происходит переход вещества из жидкого состояния в газовую фазу в зоне расположенной выше критической точки. Какой физический смысл имеет критическая точка.

Накоплен огромный материал экспериментальных исследований свойств различных веществ в жидком состоянии. В частности, для многих жидких веществ, часто используемых на практике, составлены термодинамические таблицы их свойств. В них представлены экспериментально измеренные теплоты плавления, закономерности изменения теплоты парообразования, теплоёмкости, теплопроводности, удельного объёма, значения критических точек существования жидкого состояния.

Учёными отмечено, что в жидком состоянии существует только "ближний порядок". Он означает, что регулярное расположение имеют лишь небольшая группа молекул вещества, и дальше этот порядок уже не распространяется. Кроме того, установлено, что жидкости имеют "свободные объёмы", доля которых составляет 0,5% от объёма жидкости при обычной температуре и возрастает до 50% вблизи критической точки. Установлено [3], что в естественных условиях все жидкости изотропны. Они имеют только одну структурную модификацию. Это означает, что внутренняя структура всех веществ в жидком состоянии одинакова. В твёрдой фазе отдельное вещество может иметь несколько модификаций внутренней структуры. Например, углерод в твёрдом состоянии может иметь три структуры. Этим структурам соответствуют состояния углерода в виде графита, алмаза, нано-трубок. Модификации твёрдой структуры вещества двуокиси кремния ( $\text{SiO}_2$ ), существуют в виде кварца, тридимита, кристадолита. Каждая структурная модификация задаёт веществу разные свойства.

Известны следующие теоретические модели, через которые пытаются описать структуру строения жидкого состояния веществ [3,4]:

- 1) решеточная теория жидкостей, которая развивается в двух направления – в форме теории свободных объёмов и в виде так называемой дырочной теории;
- 2) через интеграл взаимодействия множества частиц;
- 3) через радиальную функцию распределения.

Все эти модели базируются на том, что внутренняя структура жидкого состояния вещества, формируется отдельными молекулами или атомами.

В данной работе предлагается новое направление теоретического описания внутренней структуры состояния веществ в жидком состоянии. Оно базируется на квантовых эффектах и является развитием направления **квантовой макрофизики**. Поиск истинной модели структуры жидких состояний привёл меня к выводу, что основным элементом, формирующим жидкую структуру, является мягкий ротатор. Ротатор это вращающиеся вокруг мгновенного центра масс две молекулы или атома. При переходе вещества из твёрдого состояния в жидкую фазу освобождающиеся из разрушенной кристаллической решётки молекулы, атомы объединяются во вращающиеся пары – мягкие ротаторы. В результате возникает жидкая структура, состоящая из множества ротаторов. Мягкий ротатор называем потому, что он может изменять свой размер (диаметр) при поглощении энергии. Ротаторы являются Ферми частицами. Они имеют магнитный спин ориентация, которого зависит от направления вращения ротатора. Ротаторы формируют новую квантовую жидкую структуру, которая кардинально отличается от имевшей место

кристаллической структуры твёрдой фазы. Создание ротаторной жидкой структуры требует много энергии. Она необходима для размещения ротаторов по энергетическим уровням в соответствии с запретом Паули (по два или одному ротатору на один энергетический уровень). Такой структурой из Ферми ротаторов можно логично объяснить большинство свойств жидких состояний веществ.

Объединению атомов, молекул во вращающиеся пары способствуют силы Шпольского [5]. Они имеют электрическое происхождение. Их создаёт электронная поляризация, порождаемая нулевыми колебаниями электронов в молекулах, атомах. Вращение молекул, атомов с нулевыми колебаниями зарядов создают в ротаторе кольцевой переменный ток. Этот ток порождает вокруг каждого ротатора магнитное поле. Магнитные поля ротаторов накладываются друг на друга и в области между ротаторами, образуют результирующее магнитное поле. Ориентация вращения ротаторов в жидкости жёстко не ограничена. Поэтому в жидкой структуре вращение их самопроизвольно ориентируется так, чтобы их магнитные поля, объединяясь, создали мощное результирующее магнитное поле. Это поле прижимает ротаторы друг к другу, создавая внутреннее давление. Оно уравнивает кинетическую энергию ротаторов. Кинетическая энергия ротатора складывается из кинетических энергий вращения и поступательного движения. Внутреннее давление не даёт возможность ротаторам вырваться из объёма жидкости и регламентирует размер (диаметр) ротатора за счёт уравнивания центробежного давления от вращающихся в нём молекул, атомов. Внутреннее давление обеспечивает жидкости сохранение своего объёма. Оно не действует на тела, погружённые в жидкость, а действует только на ротаторы.

Полная внутренняя энергия ротатора складывается из кинетической и потенциальной энергий. Кинетическую энергию ротаторов, на примере воды, в момент образования жидкой фазы, определим следующим образом. Сразу отметим, что все нижеследующие расчёты будут относиться к 1 кг воды. Вначале определим, сколько энергии вносит в кинетическую энергию жидкой фазы лёд, имеющий  $t=0^{\circ}\text{C}$  ( $T = 273^{\circ}\text{K}$ )

$$Q_{\text{л}} = C_{\text{л}} \cdot \Delta T = 2100 \cdot (273 - 0) = 573300 \text{ Дж}$$

где  $C_{\text{л}} = 2100 \text{ Дж/кг} \cdot \text{град}$  – теплоёмкость льда [6];  $\Delta T = 273$  – на сколько градусов увеличилась температура льда от 0 градуса шкалы Кельвина.

Попытка согласовать полученную величину кинетической энергии с экспериментальными данными справочных таблиц [7] показала, что этой энергии недостаточно для образования квантовой структуры. Поэтому для создания жидкой структуры происходит поглощение дополнительной энергии – теплоты плавления.

$$Q_{\text{пл}} = r_{\text{пл}} \cdot G_{\text{в}} = 334000 \cdot 1 = 334000, \text{ Дж}$$

где  $r_{\text{пл}} = 334000$  – теплота плавления льда, Дж/кг;  $G_{\text{в}} = 1 \text{ кг}$  воды.

С учётом теплоты плавления кинетическая энергия ротаторов воды при  $t=0^{\circ}\text{C}$  (момент образования) будет составлять:

$$K = Q_{\text{л}} + Q_{\text{пл}} = 573300 + 334000 = 907300, \text{ Дж.}$$

Потенциальная энергия ротаторов воды фигурально выражает потенциальный колодец с  $g \cdot N_p$  энергетическими уровнями. Эти уровни могут заполняться ротаторами при увеличении их кинетической энергии. Энергетическую ёмкость такого потенциального колодца количественно можно оценить по теплоте парообразования. Например, по справочнику [7] при  $t=0^{\circ}\text{C}$  теплота парообразования воды составляет:

$$П = 2501000, \text{ Дж/кг.}$$

Это значит, что заполняя потенциальный колодец, кинетическая энергия ротаторов 1 кг воды максимально может увеличиться на 2501000 Дж.

Суммируя кинетическую и потенциальную энергии ротаторов, найдём полную внутреннюю энергию 1 кг ротаторной воды при  $t=0^{\circ}\text{C}$  ( $T = 273^{\circ}\text{K}$ ):

$$E = K + П = 907300 + 2501000 = 3408300, \text{ Дж}$$

Внутреннюю равновероятную энергию одного ротатора можно найти делением полной внутренней энергии ротаторной воды на число ротаторов:

$$3408300/1,672 \cdot 10^{25} = 20,384 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}$$

где  $1,67 \cdot 10^{25}$  – число ротаторов в 1 кг жидкости (определяется как число пар молекул или атомов в 1 кг воды).

Поступающая в жидкость тепловая энергия поглощается ротаторами. Это приводит к увеличению (трансляционной) кинетической энергии ротатора за счёт уменьшения потенциальной энергии. Ротаторы начинают заполнять свободные энергетические уровни потенциального колодца.

Среднюю, равновероятную кинетическую энергию одного ротатора воды –  $E_K$ , при  $t=0^0\text{C}$  можно определить так:

$$E_K = 907300:1,672 \cdot 10^{25} = 5,426 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}$$

где  $1,67 \cdot 10^{25}$  – число ротаторов в одном кг воды.

На каждом энергетическом уровне в момент образования квантовой Ферми структуры, в соответствие с запретом Паули будет находиться по 2 ротатора с разными магнитными спинами. Поэтому средняя энергия одного энергетического уровня (состояния) квантовой структуры будет равна

$$5,426 \cdot 10^{-20} \cdot 2 = 10,852 \cdot 10^{-20} \text{ Дж.}$$

Зная среднюю кинетическую энергию уровня, по известным выражениям для квантовых структур, можно определить энергию Ферми -  $E_{F(0)}$  и температуру Ферми -  $T_F$ :

$$E_{F(0)} = 10,852 \cdot 10^{-20} / 0,6 = 18,086 \cdot 10^{-20} \text{ Дж – энергия Ферми}$$

$$T_F = 18,086 \cdot 10^{-20} / 1,38 \cdot 10^{-23} = 13106,28 \text{ } ^0\text{K – температура Ферми}$$

где  $1,38 \cdot 10^{-23}$  – постоянная величина Больцмана.

Зная кинетическую энергию ротатора, мы можем теоретически оценить величину внутреннего давления в воде, например, при  $t = 0^0\text{C}$ .

Объём занимаемый одним ротатором воды, при  $t = 0^0\text{C}$ , определим следующим образом. Для этого  $1 \text{ м}^3$  воды разделим на количество ротаторов в нём

$$V_p = \frac{1}{1,67 \cdot 10^{28}} = 5,988 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3$$

где  $1,67 \cdot 10^{28}$  – число ротаторов в одном  $\text{м}^3$  воды.

Этот объём определяет пространство, в котором ротатор перемещается и вращается.

Система находится в равновесии. Математически такое равновесие можно выразить так

$$P_{\text{маг}} = P_p \tag{1}$$

где  $P_{\text{маг}}$  – внутреннее давление (создано магнитным полем);  $P_p$  – давление, создаваемое кинетической энергией ротаторов.

Давление от кинетической энергии можно оценить по известной формуле

$$P_p = \frac{2 \cdot E_K \cdot n}{3} = \left| n = \frac{N}{V} \text{ или } n = \frac{1}{V} = \frac{1}{V_p} \right| = \frac{2 \cdot E_K}{3 \cdot V_p}$$

где  $E_K$  – кинетическая энергия ротатора;  $n$  – удельное число ротаторов в единице объёма;  $N$  – число ротаторов в объёме  $V$ ;  $V$  – объём жидкости;  $V_p$  – объём занимаемый одним ротатором.

Учитывая, что внутреннее давление направленно только в одну сторону, уравнение примет вид (вместо 2 будет единица)

$$P_p = \frac{1 \cdot E_K}{3 \cdot V_p} \tag{2}$$



Подставляя значения  $P_p$  в формулу (1), рассчитаем величину внутреннего давления

$$P_p = \frac{1 \cdot E_K}{3 \cdot V_p} = \frac{1 \cdot 5,426 \cdot 10^{+20}}{3 \cdot 5,988 \cdot 10^{-29}} = 3,02 \cdot 10^8 \text{ Па или } 3020 \text{ атм.}$$

где  $E_K$  – кинетическая энергия ротатора при  $t = 0^0\text{C}$ .

Понятие внутреннего давления в воде рассмотрено в монографии [8] В ней отмечено, что эта величина в жидкостях огромна. Например, в воде при  $t = 50^0\text{C}$  составляет 3318 атм. Эта хорошо соответствует расчёту по нашей теоретической модели.

В момент поглощения энергии жидкостью происходит следующее:

- кинетическая энергия ротаторов увеличивается за счёт уменьшения его потенциальной энергии, и они последовательно начинают заполнять свободные энергетические уровни потенциального колодца;

- при заполнении ротаторами свободных энергетических уровней остаются неизменными полная внутренняя энергия ротатора и число ротаторов.

Нами установлены следующие два закона. Пока средняя кинетическая энергия ротатора меньше средней кинетической энергии квантовой структуры –  $E_f 0,6$  вероятность заполнения ротаторами энергетического уровня описывается уравнением

$$g = \frac{E_f \cdot 0.6}{E_{K(\Phi)}} \quad (3)$$

Т.е. величину вероятности определяет закономерность структуры ротаторов расположенных ниже уровня энергии Ферми.

Как только средняя кинетическая энергия ротатора станет равной и больше средней кинетической энергии квантовой структуры –  $E_f 0,6$ , вероятность заполнения ротаторами энергетического уровня начинает описывать другое уравнение

$$g = \frac{E_f \cdot 0.5}{E_{K(\Phi)}} \quad (4)$$

Т.е. теперь величину вероятности определяет структура ротаторов расположенных выше уровня энергии Ферми.

В уравнениях (3) и (4): величина  $E_{K(\Phi)}$  это фактическая средняя кинетическая энергия ротатора с учётом квантовой структуры при разных температурах;  $E_f$  – энергия Ферми,  $g = f(E) \cdot 2 \cdot V$  это вероятность заполнения ротаторами одного энергетического уровня, где: 2 – степень вырождения;  $V$  – объём занимаемый квантовой структурой;  $f(E)$  – распределение Ферми-Дирака, описывающее вероятность заполнения ротатором энергетического уровня в соответствие с запретом Паули.

Следует отметить, что с увеличением температуры, одновременно, в 3,1 раза увеличивается объём -  $V$  жидкой фазы. Например:  $t=0^0\text{C}$ ,  $V = V_0/V_t = 1000/1000 = 1$ ;  $t=100^0\text{C}$ ,  $V = 1000/958 = 1,043$ ;  $t=200^0\text{C}$ ,  $V = 1000/864 = 1,157$ ;  $t=300^0\text{C}$ ,  $V = 1000/712,7 = 1,403$ ;  $t=374^0\text{C}$ ,  $V = 1000/322,6 = 3,1$  где  $V_0$  – объём воды ( $\text{м}^3$ ) при  $t=0^0\text{C}$ ;  $V_t$  – объём воды при температуре  $t$ .

Распределение Ферми-Дирака  $f(E)$  обеспечивает условие сохранения полной энергии ротатора и постоянство числа ротаторов в Ферми структуре.

$$f(E) = \frac{1}{e^{\frac{E-E_f}{kT}} + 1} \quad (5)$$

где  $E$  – трансляционная энергия ротатора при различных температурах;  $E_f$  – энергия Ферми;  $k$  – постоянная Больцмана ( $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  Дж/к);  $T$  – температура жидкой квантовой структуры.

При расчётах квантовой структуры для расчёта числа энергетических уровней  $n_y$  будем использовать уравнение

$$n_y = \frac{E_{\text{ПОЛН}}}{g \cdot E_{K(\Phi)}} \quad (6)$$

где  $E_{\text{полн}}$  – полная энергия квантовой структуры при разных температурах;  $g$  – вероятное количество ротаторов на одном энергетическом уровне при разных температурах;  $E_{K(\Phi)}$  – средняя фактическая кинетическая энергия ротатора с учётом квантовой вероятности распределения ротаторов по энергетическим уровням структуры, при разных температурах.

Фактическая средняя квантовая кинетическая энергия ротаторов -  $E_{K(\Phi)}$  будет отличаться от средней с равной вероятностью кинетической энергии ротаторов –  $E_K$ . Её величину можно определить из условия, что полная внутренняя энергия ротатора при поглощении энергии остаётся неизменной. Ниже представлен расчёт значения  $E_{K(\Phi)}$  при разных температурах

$$t = 0^{\circ}\text{C}. E_{K(\Phi)} = 20,384 \cdot 10^{-20} - 14,968 \cdot 10^{-20} = 5,426 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}$$

$$t = 100^{\circ}\text{C}. E_{K(\Phi)} = 20,384 \cdot 10^{-20} - 13,5 \cdot 10^{-20} = 6,884 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}$$

$$t = 200^{\circ}\text{C}. E_{K(\Phi)} = 20,384 \cdot 10^{-20} - 11,596 \cdot 10^{-20} = 8,788 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}$$

$$t = 300^{\circ}\text{C}. E_{K(\Phi)} = 20,384 \cdot 10^{-20} - 8,391 \cdot 10^{-20} = 11,993 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}$$

$$t = 374^{\circ}\text{C}. E_{K(\Phi)} = 20,384 \cdot 10^{-20} - 2,427 \cdot 10^{-20} = 17,957 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}$$

где  $20,384 \cdot 10^{-20}$  – полная внутренняя энергия ротатора;  $14,968 \cdot 10^{-20}$ ,  $13,5 \cdot 10^{-20}$ ,  $11,596 \cdot 10^{-20}$ ,  $8,391 \cdot 10^{-20}$  – теплоты парообразования из таблиц экспериментальных измерений.

Теплота парообразования  $2,427 \cdot 10^{-20}$  введена нами принудительно. Это обусловлено тем, что структура мгновенно разрушается в момент, когда потенциальная энергия ещё имела место. Структура разрушается потому, что при  $t = 374^{\circ}\text{C}$  ротаторы заполняют все возможные энергетические уровни –  $gN$ . Структура насыщается и при дальнейшем поступлении энергии она мгновенно разрушается. Ротаторы распадаются на молекулы, атомы, а магнитное поле исчезает. Поэтому введённую нами величину экспериментально измерить невозможно.

Для проверки постоянства числа ротаторов нами получено уравнение. Оно выведено из уравнения (6)

$$n_y = \frac{E_{\text{полн}}}{g \cdot E_{K(\Phi)}} = | E_{\text{полн}} = N \cdot E_K | = \frac{N \cdot E_K}{g \cdot E_{K(\Phi)}}$$

Из последнего выражения получаем

$$N = \frac{n_y \cdot g \cdot E_{K(\Phi)}}{E_K} \quad (7)$$

Учтём, что с увеличением температуры системы, незначительно уменьшается величина  $E_{f(t)}$ . Эту величину уменьшения можно оценивать по известной формуле

$$E_{f(t)} = E_{f(0)} \cdot \left[ 1 - \frac{\pi^2}{12} \left( \frac{kT}{E_{f(0)}} \right)^2 \right]$$

где  $E_{f(t)}$  – энергия Ферми при  $t$ ;  $E_{f(0)}$  – энергия Ферми при  $t=0^{\circ}\text{C}$ .

Таблица 1 - Выполним расчёты квантовой жидкой структуры по нашей теории и результаты расчётов внесём в таблицу 1

$t, ^{\circ}\text{C}$	$E_{f(t)}, \text{ Дж}$	$E_K, \text{ Дж}$	$E_{K(\Phi)}, \text{ Дж}$	$g$	$n_y, \text{ шт}$	$N_p, \text{ шт}$	$E_{\text{полн}}, \text{ Дж}$
0	$18,086 \cdot 10^{-20}$	$5,426 \cdot 10^{-20}$	$5,426 \cdot 10^{-20}$	2	$0,836 \cdot 10^{25}$	$1,672 \cdot 10^{25}$	907227
100	$18,014 \cdot 10^{-20}$	$7,933 \cdot 10^{-20}$	$6,884 \cdot 10^{-20}$	1,57	$1,227 \cdot 10^{25}$	$1,6716 \cdot 10^{25}$	1326126,87
200	$17,968 \cdot 10^{-20}$	$10,524 \cdot 10^{-20}$	$8,788 \cdot 10^{-20}$	1,227	$1,632 \cdot 10^{25}$	$1,672 \cdot 10^{25}$	1757608,78
300	$17,915 \cdot 10^{-20}$	$13,473 \cdot 10^{-20}$	$11,993 \cdot 10^{-20}$	0,747	$2,514 \cdot 10^{25}$	$1,6716 \cdot 10^{25}$	2252235,03
374	$17,867 \cdot 10^{-20}$	$17,957 \cdot 10^{-20}$	$17,957 \cdot 10^{-20}$	0,497	$3,364 \cdot 10^{25}$	$1,672 \cdot 10^{25}$	3002245,19

Таблица показывает, что в теоретических расчётах соблюдается постоянство числа ротаторов и полной энергии ротатора, а рассчитанная полная энергия 1кг ротаторной воды -  $E_{\text{полн}}$  совпадает с экспериментально измеренными значениями при разных температурах.

Процессы испарения и кипения в ротаторной жидкости протекают следующим образом. Ротаторы, находящиеся на Ферми уровнях, имеют наибольшую кинетическую энергию движения по сравнению с ротаторами других уровней. Такие ротаторы, находясь у поверхности жидкости, могут выскакивать из жидкости. Попав в пространство над жидкостью, где на них перестаёт действовать сжимающие усилия других ротаторов, они разрушаются. Молекулы, атомы из разрушенных ротаторов образуют над поверхностью жидкости пар. Так происходит испарение. Молекулы, атомы пара беспорядочно двигаются над поверхностью жидкости и некоторые из них возвращаются в жидкость, где снова объединяются в пары с образованием ротаторов. Т.о. над поверхностью жидкости при испарении образуется равновесное количество пара. Это количество зависит от температуры жидкости. Чем больше температура жидкости, тем больше равновесного пара над ней. Пока жидкость не прогрелась до температуры кипения, испарение происходит только с поверхности жидкости. Разрушение ротаторов внутри объёма жидкости отсутствует. Как только температура жидкости достигнет температуры кипения, ротаторы Ферми уровня начинают разрушаться внутри жидкости. Молекулы, атомы из разрушенных ротаторов создадут внутри жидкости паровые пузыри. Они под действием выталкивающей силы Архимеда, начнут всплывать к поверхности. Так зарождается кипение. Т.к. в молекулах, атомах имеются никогда не прекращающиеся пульсация зарядов (нулевые колебания), то магнитное поле будет оказывать сопротивление подъёму молекул, атомов парового пузыря. Для нейтрализации этого сопротивления молекулы, атомы поглощают энергию извне в виде фотонов, фононов. Преодолев сопротивление магнитного поля молекулы, атомы выходят из объёма жидкости и становятся свободными. Количество энергии, полученное молекулами, атомами при преодолении сопротивления магнитного поля, эквивалентно теплоте парообразования.

Зная внешнее давление на поверхность жидкости и температуру кипения жидкости, можно определить размер ротатора в момент разрушения. Например, при атмосферном давлении  $P=10^5$  Па температура кипения воды равна  $100^\circ\text{C}$ . Энергия ротатора при  $t=100^\circ\text{C}$  и  $P_H=10^5$  Па, согласно опытным таблицам парообразования, равна

$$E_p = 6,693 \cdot 10^{-20}, \text{ Дж.}$$

Тогда условие разрушения ротатора при кипении можно записать так

$$P_H = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_p}{V_p}, \text{ Н/м}^2$$

Отсюда можно найти размеры ротатора

$$V_p = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_p}{P_H} = \frac{2}{3} \cdot \frac{6,693 \cdot 10^{-20}}{1 \cdot 10^5} = 4,462 \cdot 10^{-25} \text{ м}^3$$

Ротатор имеет шаровую форму, поэтому радиус ротатора будет равен

$$r_p = \left( V_p \cdot \frac{3}{4\pi} \right)^{0,333} = \left( 4,462 \cdot 10^{-25} \cdot \frac{3}{4 \cdot 3,14} \right)^{0,333} = 4,83 \cdot 10^{-9}, \text{ м}$$

Это вполне реальный размер.

Нужно учитывать, что увеличение кинетической энергии ротаторов при возрастании температуры и давления приводит к уменьшению доли потенциальной энергии магнитного поля, а это приводит к уменьшению затрат энергии на парообразование. Это и демонстрируют экспериментальные таблицы состояний пара веществ, например, для воды.

Т.о. ротаторная структура позволяет нам объяснить и такие особенности в структуре состояний жидкости, как причина возникновения парообразования и почему её величина уменьшается с увеличением температуры и давления.

Согласно диаграммам состояний веществ ниже критической точки имеется зона парообразования, а выше критической точки она исчезает. Это явление можно объяснить

следующим образом. Ротаторная структура, по аналогии со структурой Ферми частиц, может иметь определённое максимальное число энергетических уровней. Такой наивысший энергетический уровень –  $E_{\max}$  называют потолком энергетической структуры. Наличие этого уровня следует из того факта, что в Ферми энергетической структуре не может быть уровней более чем  $N_p \cdot g$ , где:  $N_p$  – число ротаторов;  $g$  – степень вырождения (для ротаторов  $g = 2$ ). При заполнении ротаторами всех  $N_p \cdot g$  энергетических уровней, ротаторная структура становится насыщенной и больших значений энергии в ней быть не могут. Дальнейшее поступление энергии, приводит к мгновенному разрушению ротаторной структуры. В этот момент ротаторы мгновенно разрушаются, исчезает магнитное поле и молекулы, атомы из разрушенных ротаторов становятся свободными. Эта ситуация соответствует критической точке.

Теплоемкость ротаторной воды. Сразу отметим, что вклад Ферми ротаторов в теплоемкость воды, как и электронов в металле, минимальный. Основную величину теплоемкости ротаторной воде, задает фононный газ между ротаторами, молекулами и атомами. В ротаторной жидкости между ротаторами действует силовое поле прижимающее ротаторы друг к другу (это внутреннее давление). Внутреннее давление, как мы отметили выше, создает суммарное магнитное поле вокруг ротаторов. Одновременно между молекулами, вращающимися внутри ротаторов, также действует сила, удерживающая молекулы на орбите. Эту силу называют силой Шпольского. Молекулы и атомы, составляющие ротаторы, совершают колебания около положения равновесия. Эти колебания рождают в силовых полях фононный газ, который и является причиной высокой теплоемкости воды. Температура существования ротаторной воды намного выше температуры Дебая. Поэтому фононную теплоемкость можно описать не законом Дебая, а законом Дюлонга-Пти. Подсчитаем эту теплоемкость. Ротатор, состоящий из двух молекул и атомов, входящие в состав молекул, совершают акустические колебания. Подсчитаем число степеней свободы (число путей, по которым вода может принимать энергию) ротаторной воды –  $n$ .

$n = 3 \cdot N_p$ , где 3 – это виды поляризации акустических волн от ротатора и всех частиц входящих в состав ротатора (три волны: одна продольная и две поперечные);  $N_p$  – число ротаторов.

В ротаторе вращаются две молекулы воды. Поэтому число степеней свободы будет больше на 2.

$$n = 3 \cdot N_p \cdot 2 = \left| N_p = \frac{N_A}{2} \right| = 3 \cdot N_A, \text{ где } N_A \text{ – число Авогадро для моля воды.}$$

В одной молекуле моля воды имеются три атома: два водорода и один кислорода. В связи с этим истинное число степеней свободы будет следующим  $n = 3 \cdot N_A \cdot 3 = 9 \cdot N_A$

Таким образом, теплоемкость воды по закону Дюлонга-Пти будет равна

$$C_{\phi} = 9 \cdot N_A \cdot k = 9 \cdot R,$$

где  $R$  – универсальная газовая постоянная ( $R = 8,314 \text{ Дж/мол} \cdot \text{К}$ ).

Оценим фононную теплоемкость.

$$C_{\phi} = 9 \cdot 8,314 = 74,826 \text{ Дж/мол} \cdot \text{К}, \text{ или } 74,826/18 = 4,157 \text{ Дж/г} \cdot \text{К}$$

Ротатор вращается. Поэтому к этой теплоемкости прибавляем вращательную степень свободы –  $C_B$ . На вращательную степень свободы обычно тратится половина кинетической энергии ротатора т.е.

$$C_B = 0,5 \cdot N_p \cdot k = 0,5 \cdot \frac{N_A}{2} \cdot k = 0,5 \cdot \frac{R}{2} = 0,5 \cdot \frac{8,314}{2} = 2,078 \text{ Дж/мол} \cdot \text{К}$$

или  $2,078:18=0,115 \text{ Дж/г} \cdot \text{К}$

Теплоемкость с учетом колебательной и вращательной степени свободы составит

$$C = C_{\phi} + C_B = 4,157 + 0,115 = 4,27 \text{ Дж/г} \cdot \text{К}$$

Это очень близко к опытным значениям [7].

При нагревании вода расширяется. Например, при  $t = 374 \text{ }^{\circ}\text{C}$  её объём увеличивается в 3,1 раза. На работу расширения воды тратится энергия. Затраты энергии на расширение воды

приводит к возрастанию величины теплоемкости воды. Оценим вклад энергии расширения на величину теплоёмкости. При расширении воды энергия тратится на преодоление внутреннего давления воды.

Для расчёта внутреннего давления будем использовать уравнение (2).

$t = 0^{\circ}\text{C}$  внутреннее давление  $P_p = 302 \cdot 10^6$  Па (см. выше представленные расчёты)

$$t = 100^{\circ}\text{C} P_p = \frac{1 \cdot 6,884 \cdot 10^{-20}}{3 \cdot 5,988 \cdot 10^{-29}} = 383,3 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$t = 200^{\circ}\text{C} P_p = \frac{1 \cdot 8,788 \cdot 10^{-20}}{3 \cdot 5,988 \cdot 10^{-29}} = 489,3 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$t = 300^{\circ}\text{C} P_p = \frac{1 \cdot 11,993 \cdot 10^{-20}}{3 \cdot 5,988 \cdot 10^{-29}} = 667,76 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$t = 374^{\circ}\text{C} P_p = \frac{1 \cdot 17,957 \cdot 10^{-20}}{3 \cdot 5,988 \cdot 10^{-29}} = 999,83 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Оценим изменение давления на один градус Кельвина (К).

$$t = 0^{\circ}\text{C} K_p = \frac{302 \cdot 10^6}{273} = 1,106 \cdot 10^6 \text{ Па/К}$$

$$t = 100^{\circ}\text{C} K_p = \frac{383,3 \cdot 10^6}{373} = 1,03 \cdot 10^6 \text{ Па/К}$$

$$t = 200^{\circ}\text{C} K_p = \frac{489,3 \cdot 10^6}{473} = 1,034 \cdot 10^6 \text{ Па/К}$$

$$t = 300^{\circ}\text{C} K_p = \frac{667,76 \cdot 10^6}{573} = 1,16 \cdot 10^6 \text{ Па/К}$$

$$t = 374^{\circ}\text{C} K_p = \frac{999,8 \cdot 10^6}{647} = 1,54 \cdot 10^6 \text{ Па/К}$$

Если сравнивать с данными Кирилина В.А. [7], то до  $t = 300^{\circ}\text{C}$  значения коэффициента почти не различаются ( $K_p = 1,006 \cdot 10^6$  Па/К у Кирилина В.А. и  $1,1 \cdot 10^6$  у нас). Однако при  $t = 374^{\circ}\text{C}$  происходит небольшой скачок величины. Оценим вклад в теплоёмкость воды от расширения.

$$t = 0^{\circ}\text{C} C_p = K_p \cdot \Delta V = 1,106 \cdot 10^6 \cdot 0 = 0$$

Общая теплоёмкость  $C = 4,272 + 0 = 4,272$  (4,2) Дж/г·К

$$t = 100^{\circ}\text{C} C_p = K_p \cdot \Delta V = 1,03 \cdot 10^6 \cdot 0,043 \cdot 10^{-5} = 0,444:18 = 0,024$$

Общая теплоёмкость  $C = 4,272 + 0,024 = 4,296$  (4,2) Дж/г·К

$$t = 200^{\circ}\text{C} C_p = K_p \cdot \Delta V = 1,034 \cdot 10^6 \cdot 0,157 \cdot 10^{-5} = 1,62:18 = 0,09 \text{ Дж/г·К}$$

$$t = 300^{\circ}\text{C} C_p = K_p \cdot \Delta V = 1,16 \cdot 10^6 \cdot 0,403 \cdot 10^{-5} = 4,67:18 = 0,259 \text{ Дж/г·К}$$

В скобках указаны экспериментально измеренные значения теплоёмкости.

**Выводы:**

- представлена ротаторная модель структуры веществ в жидком состоянии, которая позволяет логично объяснить многие факты, связанные с жидким состоянием;
- обоснованно, что ротаторная структура вещества в жидком состоянии, создаёт внутри жидкости магнитное поле;
- магнитное поле создаёт внутреннее давление, которое прижимает ротаторы друг к другу;
- отмечено, что теоретические расчёты по разработанной теории находятся в хорошем согласии с экспериментальными измерениями и выводами других авторов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ноздрев В.Ф. и др. Курс статистической физики. – М.: «Высшая школа», 1969. – 288 с.
- [2] Уэрт Ч., Томсон Р. Физика твёрдого тела. – М.: Мир, 1969. – 558 с.
- [3] Скрышевский А.Ф. Структурный анализ жидкостей. Учеб. пособие для вузов. – М.: «Выш. школа», 1971. – 256 с.
- [4] Радужевич Л.В. Курс теоретической физики. – М.: Просвещение, 1966. – 420 с.
- [5] Шпольский Э.В. Атомная физика: Учеб. пособие для ВУЗов. – М.: Наука, 1974. – 447 с.
- [6] ДОС]Таблица « Физические свойства воды»
- [7] [festival.1september.ru/articles/413997/pril5.doc](http://festival.1september.ru/articles/413997/pril5.doc)
- [8] Ривкин С.Л., Александров А.А. Термодинамические свойства воды и водяного пара. Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 80 с.
- [9] Кириллин В.А. и др. Техническая термодинамика: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 416 с.

**М.Т. Казиев**

Шымкент М.Ауэзова атындағы ОҚМУ

#### ЗАТТАРДЫҢ СҰЙЫҚ КҮЙІНДЕГІ ҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ КВАНТТЫҚ ТЕОРИЯСЫ

**Түйін.** Сыртқы параметрлеріне қарай – температура, қысым, кез келген зат газ, сұйық, қатты фазаларда болады. Әр фазалық күйде заттең әртүрлі ішкі құрылымды құрамда болады. Әр түрлі құрылымдылық затқа ерекшелік қасиет береді. Қазір заттың газ фазадағы құрылу құрылымы тәжібелі айқындалған және теориялы түсіндірілген. Заттың қатты күйінің құрылымдық теориясы жекеше түсіндірілген. Бірақ әлі күнге дейін заттың сұйық күйдегі құрылымы теориясына қарсы келмейтін және жетілген нақты жауап жоқ. Нақты құрылымын білмеу сұйық күйге байланысты көптеген құбылыстарды логикалық тұрғыдан жауап беруге мүмкіндік бермейді.

Бұл жұмыста заттардың сұйық күйдегі ішкі құрылымына теоретикалық сипаттама беретін жаңа бағыт ұсынылады. Ол кванттық эффектілерге шоғырланады және **кванттық макрофизика** бағытының дамуы болып табылады. Сұйық құрылымды жинақтайтын негізгі элемент болып жұмсақ ротатор болып табылатынын автор атап кетіп отыр. Ротатор бұл массалардың екі молекула немесе атомның бір мезеттегі центрінде айналады. Заттардың қатты күйден сұйық күйге өту кезінде бұзылған кристаллды молекула торынан босатылған атомдар айналатын жұптарға бірігеді. Ротаторлар Ферми бөлшектер болып табылады. Олар магнитті ориентацияға ие, ол өз кезегінде ротатордың айналу бағытына тәуелді болады. Ротаторлы сұйық құрылымды құру көп энергияны қажет етеді. Ол Паули тыйым салуына сәйкес ротаторларды энергетикалық деңгейі бойынша орналастыру үшін қажет. Мұндай құрылыммен заттардың сұйық күйдегі көптеген қасиеттерін түсіндіруге болады. Ротаторлы құрылым сұйық ішінде магнитті алаң құрады. Магнитті алаң ротаторларды бір-біріне жабыстыратын ішкі қысымды туғызады. Ішкі қысым сұйықтың өз көлемін сақтауды қамтамасыз етеді. Ол сұйыққа батырылған денелерге әсер етпейді, тек ротаторларға әсер етеді. Әзірленген теория бойынша теоретикалық есептер басқа авторлардың эксперименталды өлшеулері мен қорытындыларымен жақсы келісімде тұр.

**Тірек сөздер:** фазалық қалып; сұйық фаза; балку температурасы; критикалық нүкте; критикалық температура; ішкі қысым; ротатор; толық; потенциалды кинетикалық энергия; Ферми энергиясы; Ферми температура; кванттық энергетикалық құрылым; фононды жылусыйымдылық.

**Сведения об авторе:**

Казиев Мухтар Тасмуханович – к.т.н., доцент; Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, проспект Тауке хана 5, г. Шымкент, Республика Казахстан, 160018; мобильный телефон - +77014715681; e-mail: kaziev1948@bk.ru.

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

ISSN 2224-5227

Volume 5, Number 315 (2017), 63 – 68

**M.T. Nurgaliyeva, R.N. Kalendar, A.K. Smagulov, Zh.A. Iskakova**

Kazakh national agrarian university, Almaty, Republic of Kazakhstan;  
National Center of Biotechnology, Republic of Kazakhstan, Astana  
[meruet79@gmail.com](mailto:meruet79@gmail.com), [ruslan.kalendar@mail.ru](mailto:ruslan.kalendar@mail.ru),  
[a.k\\_smagulov@mail.ru](mailto:a.k_smagulov@mail.ru), [lady.iskakova2015@yandex.kz](mailto:lady.iskakova2015@yandex.kz)

**TESTING OF PRIMERS FOR IDENTIFICATION  
OF MEAT RAW MATERIALS AND MEAT PRODUCTS  
ON THE BASIS OF THE SEQUENCES RETROTRANSPOZONS**

**Abstract.** In this research it is reported about testing of a combination of primers complementary to trailer sites of retrotransposons with application of the Inter SINE PCR method.

**Keywords:** Specific falsification, identification of a specific origin of meat, DNA, Inter SINE PCR method, conservative sites of retrotransposons, primers, nucleotide sequence, genome

УДК 612.398.7:577.2

**M.T. Нурғалиева, Р.Н. Календарь, А.К. Смагулов, Ж.А. Исакова**

Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, РК;  
РГП Национальный центр биотехнологий КН МОН РК, г.Астана, РК

**ТЕСТИРОВАНИЕ ПРАЙМЕРОВ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ  
МЯСНОГО СЫРЬЯ И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ  
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ РЕТРОТРАНСПОЗОНОВ**

**Аннотация.** В данном исследовании сообщается о тестировании комбинации праймеров комплементарных концевым участкам ретротранспозонов с применением метода Inter SINE ПЦР.

**Ключевые слова:** видовая фальсификация, идентификация видового происхождения мяса, ДНК, метод Inter SINE ПЦР, консервативные участки ретротранспозонов, праймеры, нуклеотидная последовательность, геном.

**Введение**

В последние годы в стране заметно увеличился сбыт фальсифицированных продовольственных, и прежде всего, мясных продуктов как отечественного, так и импортного производства. Проблема видовой фальсификации мяса существует на рынке мясных продуктов, еще более остро – в сети общественного питания.

Принятые в Республике Казахстан законы «О ветеринарии», «О защите прав потребителей», «О безопасности пищевой продукции», направленные на строгое соблюдение конкретных требований к сырью и продукции, еще не обеспечивают полного исключения их фальсификации.

Закон «О техническом регулировании» предусматривает контроль исключительно за соблюдением требований технических регламентов (ст.38), которые в свою очередь устанавливают минимально необходимые требования, обеспечивающие безопасность и единство измерений (ст.18).

Очевидно, что использование баранины вместо говядины или мяса II сорта вместо высшего без соответствующей маркировки – не может быть классифицировано как опасность для жизни и здоровья человека. Хотя подобные действия являются нарушением прав потребителей на достоверную информацию, что противоречит законам «О защите прав потребителей» (ст.25) и «О безопасности пищевой продукции» (ст.12, ст.16) [1-5]

Наиболее перспективными методами для определения видовой принадлежности тканей животного в составе мясного сырья и продуктов, в том числе подвергнутых термической обработке, являются методы ДНК – диагностики, и особенно метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) [6-8].

К настоящему времени геномы многих эукариот, в том числе и человека, коровы, собаки, кошки, овцы и курицы и других сельскохозяйственных видов, полностью секвенированы. Большая часть исследованных геномов представлена различными типами повторов, существенный вклад в которые вносят ретротранспозоны. Ретротранспозоны- мобильные генетические элементы, которые составляют основную часть генома эукариот. Эти мобильные элементы теоретически могут внедряться в новые участки генома животных по принципу ретротранспозиции «копирование и вставки» через промежуточную стадию обратной транскрипции РНК ретротранспозона.

Особенности последовательностей ретротранспозонов и их огромная копияность и представленность во всех геномах позволяет использовать эти последовательности для видовой идентификации.

Подбор ПЦР праймеров для выявления ДНК к конкретному организму необходимо проводить на уникальном для данного вида последовательности конкретного ретротранспозона. Тогда как для детекции межвидовой принадлежности ДНК, необходимо использовать ПЦР праймеры для консервативных участков. Так для детекции ДНК в мясных продуктах принадлежащих разным организмам можно применить амплификацию для уникальных последовательностей ретротранспозонов, используя последовательности из консервативных участков. Эти различия можно детектировать с помощью электрофореза или с помощью флуоресцентных проб в ПЦР реального времени [9-15].

Для внедрения в казахстанскую практику молекулярно - генетических методов анализа сырья, продуктов питания и кормов необходимы их адаптация к конкретным объектам исследований, разработка простых и доступных модификаций и создание на их основе доступных экспресс тест-систем. Таким образом, крайне важной и актуальной становится необходимость применения надежных методов идентификации видового состава мясных продуктов и возможность его внедрения в лабораторную практику как метода, контролирующего качественные показатели сырья и готовой мясной продукции.

### Материалы и методы

Исследования были проведены в РГП «Национальный центр биотехнологии» КН МОН РК на базе лаборатории геномики растений и биоинформатики (г. Астана).

Материалом исследования являются образцы охлажденного и замороженного мяса соответствующих видов животных (говядина, конина, свинина, баранина, курица), мясные продукты (колбасы, сосиски, фарш) которые были приобретены на рынке и торговом центре г. Астана и образцы сыворотки крови животных (кролик, крыса, мышь, собака) и человека.

Условия проведения ПЦР были оптимизированы для каждого анализа относительно отжига температурной и мультиплексной совместимости праймеров.

Метод ПЦР для агарозы, основанный на геле детекции, был выполнен в 25 мкл, используя 1-10 нг образца ДНК (или ткани), 1x Phusion ПЦР буфер (Thermo Fisher Scientific), 0.2 mM dNTPs, 0.1  $\mu$ M каждого олигонуклеотидного праймера (5 наборов праймеров), и 0.2  $\mu$ l Phusion High-Fidelity DNA Polymerase (2 U/ $\mu$ L).

Начальная денатурация 300 с в 95°C, последующие 30 циклов: денатурация при 95°C в течение 20 с и 30 с отжига при 65°C (детекции). Количественные эксперименты ПЦР были выполнены, используя ABI 7000 систему обнаружения последовательности (Applied Biosystems, Inc.)

ДНК крупного рогатого скота (*Bos taurus*), лошади (*Equus caballus*), овцы (*Ovis aries*), собаки (*Canis familiaris*), крысы (*Rattus norvegicus*), мыши (*Mus musculus*), свиньи (*Sus scrofa*) и человека (*Homo sapiens*) были получены из мышечной ткани, крови, используя кислый СТАВ буфер для экстракции (2% СТАВ, 2 M NaCl, 10 mM EDTA, 50 mM HEPES, pH 5.3 with 200  $\mu$ g of proteinase K) по протоколу [17].

Образцы инкубированы в течение 2-3 часов при 55°C. Водная фаза экстрагировалась с помощью хлороформа и ДНК осаждалась равным объемом изопропилового спирта. Осадок ДНК растворяли в 1xTE, pH 8.0 (с РНК-азой А) в 55°C.



Поиск нуклеотидной последовательности для различных интересующих геномов проводили по генетической базе Института исследований генетической информации (Genetic Information Research Institute (GIRI) (<http://www.girinst.org/>), “Browse Rebase” [18].

Для каждого семейства SINE были получены последовательности, которые были множественно выровнены с помощью инструментов EMBL (<http://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/>) [19].

Консервативные участки ретротранспозонов использовались для дизайна ПЦР праймеров с помощью программы FastPCR (<http://primerdigital.com/fastpcr.html>) [20].

Детекцию фрагментов амплификации проводили с помощью метода электрофореза в агарозном геле. По окончании электрофореза гель помещали на фильтр трансиллюминатора системы для документирования гелей и проводили учет полученных результатов в ультрафиолетовом свете с длиной волны 312 нм. Регистрацию и документирование полученных результатов путем занесения в базу данных компьютера осуществляли при помощи системы для документирования гелей в соответствии с прилагаемым к ней техническим описанием.

### Результаты исследований и их обсуждение

Подбор праймеров осуществлялся с использованием программного обеспечения FastPCR, посредством которой, был проведен анализ выбранных консервативных участков ретротранспозонов для дизайна праймеров наиболее оптимальные для целей идентификации в определении и подтверждении подлинности конкретного вида животного в мясных продуктах.

Для ПЦР амплификации были разработаны праймеры, которые комплементарны консервативной последовательности ретротранспозона для конкретного исследуемого вида табл. 1.

Таблица 1 – Полученные участки повторяющихся элементов SINE и их присоединение

Общее название	Порядок	Семейство	Род и вид	Повторяющийся элемент	Присоединение
Человек	Primates	Hominidae	<i>Homo sapiens</i>	SINE1/7SL	AluJ-, AluS-
КРС	Artiodactyla	Bovidae	<i>Bos taurus</i>	BOVA2	AF327250
Овца	Artiodactyla	Bovidae	<i>Ovis aries</i>	BOVA2	AF327250
Свинья	Artiodactyla	Suidae	<i>Sus scrofa</i>	SINE2/tRNA	PRE1 SS
Лошадь	Perissodactyla	Equidae	<i>Equus caballus</i>	SINE2/tRNA	SINE2-1_EC
Собака	Carnivora	Canidae	<i>Canis familiaris</i>	SINE2/tRNA	SINEC1A_CF
Мышь	Rodentia	Muridae	<i>Mus musculus</i>	SINE2/tRNA	Rat_B2_Rat1
Крыса	Rodentia	Muridae	<i>Rattus norvegicus</i>	SINE2/tRNA	Rat_B2_Rat1

В таблице 2 представлен разработанный дизайн пар ПЦР праймеров для детекции ДНК человека и разных видов животных в пищевых продуктах.

Таблица 2 – Дизайн пар ПЦР праймеров для для детекции ДНК человека и разных видов животных в пищевых продуктах

Консервативная последовательность (5'-3')	Комбинации праймеров	Предназначение	Длина ПЦР продукта (п.н)
5'-GTGGCTCACGCCTGTAATCCCA - 3' 5'-CAGGCTGGAGTGCAGTGG - 3'	5118 5120	Определение генома человека	245
5'-GAGAAGGCAATGGCACCCCA - 3' 5'-CCCTGGGATTCTCCAG GCAAG - 3'	5114 5117	Определение генома КРС/овцы	195
5'-TCCCTGCCCTTGCTCAGTGGGT - 3' 5'-ATATGGAGGTTCCSAGGCTAGG - 3'	5112 5113	Определение генома свиньи	151
5'-GGCTGGAGAGATGGCTCAG - 3' 5'-CAGACACACCAGAAGAGGGCATC - 3'	5109 5110	Определение генома мыши/крысы	131
5'-GATSCCTGGGTGGCKCAG - 3' 5'-TCGATCCCGGTCTCCAGGAT - 3'	5100 5101	Определение генома собаки	71
5'-CTGTGATGCTGAAAGCTATGCCAC - 3' 5'-TGGCCAGGTCCTTCTTCCSTAG - 3'	5188 5190	Определение генома конины	115

Выбранные праймеры были тестированы для идентификации специфичной ДНК соответствующих видов животных в определении и подтверждении подлинности конкретного вида животного в мясных продуктах (сосисках, колбасах, фарше и т.д.) рис. 1.

<p><b>20160518_1</b> Тестирование праймером: ДНК разных животных и человека Комбинации праймеров: 1. 5114-5117 (Корова, овца) 2. 5112-5113 (Свинья) 3. 5109-5110 (Крыса) 4. 5118-5120 (Человек)</p>	<p>DNA 1. Корова 2. Лошадь 3. Овца 4. Свинья 5. Человек 6. Кролик 7. Мышь 8. Курица 9. Фарш говяжий (состав: говядина) 10. Сосиски 1 (состав: говядина, курица) 11. Сосиски 2 (состав: говядина) 12. Колбаса высший сорт (состав: говядина, свинина)</p>
---	--

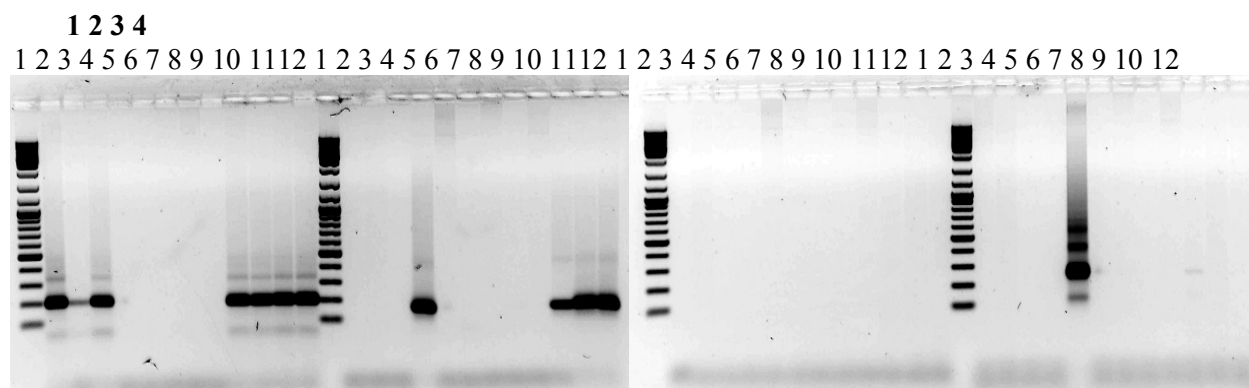


Рисунок 1 - ПЦР анализ, тестирование праймером ДНК образцов животного происхождения и продуктов питания. ДНК маркеры (GeneRuler™ DNA Ladder Mix)

Комбинация праймеров: 1. 5114-5117 (КРС, овца) показала присутствие видоспецифичной ДНК КРС и овцы в следующих мясных продуктах: фарш (состав: говядина); сосиски 1 (состав: говядина, курица); сосиски 2 (состав: говядина); колбаса (состав: говядина, свинина).

Полученные данные свидетельствуют о том, что в перечисленных мясных продуктах содержится ДНК КРС и овцы, что соответствует информации на этикетке данных продуктов.

Комбинация праймеров: 2. 5112-5113 (Свинья) так же показала присутствие видоспецифичной ДНК свиньи в следующих мясных продуктах: сосиски 1 (состав: говядина, курица); сосиски 2 (состав: говядина); колбаса (состав: говядина, свинина)

Полученные данные свидетельствуют о том, что в перечисленных мясных продуктах содержится ДНК свиньи, что не соответствует информации на этикетке данных продуктов, исключением является колбаса, в составе которой указано содержание свинины.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о фальсификации мясных продуктов, информация на этикетке которых не соответствует качественным показателям товара.

Комбинация праймеров: 3. 5109-5110 (Крыса) и 4. 5118-5120 (Человек) – показала отсутствие видоспецифичной ДНК крысы и человека в мясных продуктах.

Таким образом, используя классический ПЦР на основе последовательностей ретро-транспозонов с применением Inter-SINE –ПЦР, были сконструированы и подобраны праймеры для видовой идентификации видоспецифичной ДНК крупного рогатого скота (овцы), лошади, собаки, крысы (мыши), свиньи и человека. Использовались следующие комбинации праймеров табл.3

Таким образом, разработанный метод, используемый в наших исследованиях, основан на выявлении фрагментов видоспецифичной ДНК, присутствие которых в анализируемом материале однозначно свидетельствует о наличии в нем, компонентов тканей животных определённого вида.

Таблица 3 – Сконструированные праймеры для видовой идентификации видоспецифичной ДНК крупного рогатого скота/овцы, свиньи, мыши/крысы, и человека

Комбинации праймеров	Предназначение	Длина ПЦР продукта (п.н.)
A 5114-5117	Определение генома КРС/овцы	195
B 5112-5113	Определение генома свиньи	151
C 5109-5110	Определение генома мыши/крысы	131
D 5118-5120	Определение генома человека	245

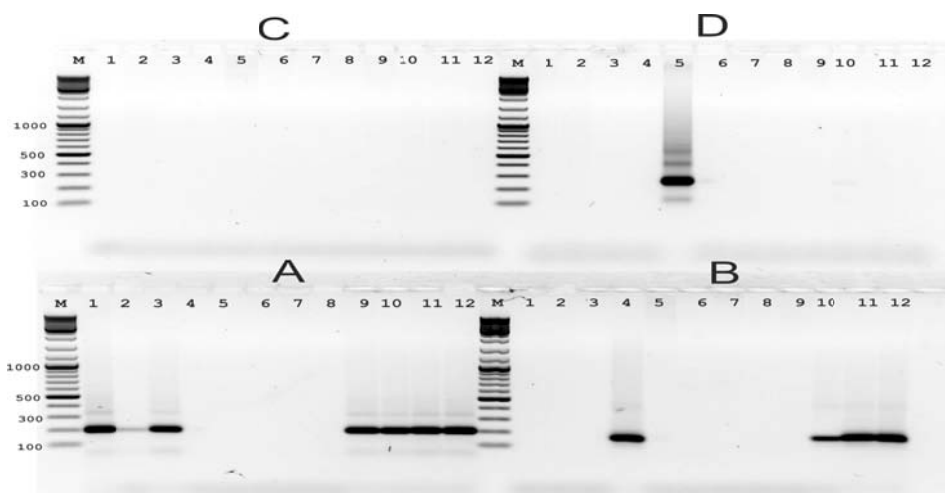


Рисунок 1 - ПЦР анализ ДНК образцов животного происхождения и продуктов питания. 1- корова; 2- лошадь; 3- овца; 4- свинья; 5- человек; 6- кролик; 7- мышь; 8- курица; 9- фарш говяжий; 10- сосиска 1 (высший сорт); 11- сосиска 2 (высший сорт); 12- колбаса говядина-свинина (высший сорт). М - ДНК маркеры (GeneRuler™ DNA Ladder Mix)

Данный метод применяется для ускоренной идентификации видоспецифичной ДНК *крупного рогатого скота* (*Bos taurus*), *свиньи* (*Sus scrofa*), *овцы* (*Ovis aries*), *лошади* (*Equus caballus*), а также *курицы* (*Gallus gallus*), *человека* (*Homo sapiens*), *собаки* (*Canis lupus*), *кролика* (*Oryctolagus cuniculus*), *мыши* (*Mus musculus*) и *крысы* (*Rattus rattus*).

Разработанная технология предназначена для ускоренной генетической идентификации видоспецифической ДНК соответствующих видов животных с высокой чувствительностью для любого типа мясного продукта (смешанных или однородных), в сыром или конечном, готовом к употреблению виде при минимальных затратах и малозатратном оборудовании.

Используя классический ПЦР с применением TaqMan SINE-ПЦР, у крупного рогатого скота/овцы был линейный диапазон длины специфических фрагментов, являющихся продуктами амплификации (195 п.н.), у свиньи (151 п.н.), у мыши/крысы (131 п.н.), человека (245 п.н.).

Таким образом, гибридно-видовая амплификация ограничивает эффективный диапазон каждого вида intra-SINE ПЦР к 0.01 пг (0.0001% в 10 нг образец), когда эквивалентные количества ДНК других видов могут присутствовать в образцах, что ограничивает эффективный диапазон Intra-SINE-ПЦР анализа, приблизительно к 0.01 пг, тестируя образцы ДНК, состоявшие из множественных видов млекопитающих. Таким образом, чувствительность метода составила 0,01%

Результаты исследований легли в основу разработанных методических рекомендаций «Ускоренная идентификация специфичной ДНК разных видов животных в пищевых продуктах».

## Выводы

1. На основании компьютерного анализа нуклеотидных последовательностей семейства SINE определены консервативные участки нуклеотидных последовательностей повторяющихся элементов SINE и их присоединение у сельскохозяйственных животных и птицы.

2. Сконструированы оригинальные видоспецифические праймеры для каждого из повторных элементов, чтобы сравнить эффективность и воспроизводимость амплификации.

3. Выбранные праймеры соответствуют мотивам, в достаточной мере сохраненным в ретротранспозонах, чтобы позволить амплификацию почти всех целей в геноме.

4. Разработан метод, позволяющий идентифицировать ДНК следующих биологических объектов: ДНК крупного рогатого скота (*Bos taurus*), свиньи (*Sus scrofa*), овцы (*Ovis aries*), лошади (*Equus caballus*), а также курицы (*Gallus gallus*), человека (*Homo sapiens*), собаки (*Canis lupus*), кролика (*Oryctolagus cuniculus*), мыши (*Mus musculus*) и крысы (*Rattus rattus*).

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Коваленок А.В., Соммер Н.В., Курочкин А.Ю. Мероприятия по предупреждению доступа фальсифицированных товаров для сетевых предприятий торговли//Все о мясе - 2015 -№2 –С.35-39
- [2] Закон Республики Казахстан от 10 июля 2002 года № 339-ІІ «О ветеринарии»
- [3] Закон Республики Казахстан от 4 мая 2010 года № 274-ІV «О защите прав потребителей»
- [4] Закон Республики Казахстан от 9 ноября 2004 года № 603-ІІ «О техническом регулировании» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 07.04.2016 г.)
- [5] Окара А.И. О возможности и целесообразности использования полимеразной цепной реакции//Мясная индустрия- 2004 - №9 -С.28-29.
- [6] Сиволап Ю.М., Кожухова Н.Э., Календарь Р.Н. Вариабельность и специфичность геномов сельскохозяйственных растений//Монография. – Одесса, 2011. – С.4 -335.
- [7] Kumar, A., Kumar, R., Sharma, B., Gokulakrishnan, P., Mendiratta, S., & Sharma, D. (2013). Identification of species origin of meat and meat products on the DNA basis: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55, 1340-1351
- [8] Singh, V., & Neelam, S. (2011). Meat species specifications to ensure the quality of meat: a review. *International Journal of Meat Science*, 1, 15-26.
- [9] Kalendar R, Lee D, Schulman AH FASTPCR software for PCR, *in silico* PCR, and oligonucleotide assembly and analysis. *Methods in Molecular Biology*, – 2014, 1116: 271-302. [http://dx.doi.org/10.1007/978-1-62703-764-8\\_18](http://dx.doi.org/10.1007/978-1-62703-764-8_18)
- [10] Kalendar R, Schulman AH Transposon based tagging: IRAP, REMAP, and iPBS. *Methods in Molecular Biology series: Molecular Plant Taxonomy. Protocols and applications*, ed. Besse P., – 2014, 1115: 233-255. ISBN 978-1-62703-766-2. [http://dx.doi.org/10.1007/978-1-62703-767-9\\_12](http://dx.doi.org/10.1007/978-1-62703-767-9_12)
- [11] Kalendar R, Flavell A, Ellis THN, Sjakste T, Moisy C, Schulman AH Analysis of plant diversity with retrotransposon-based molecular markers. *Heredity*. – 2011, 106: 520–530. <http://dx.doi.org/10.1038/hdy.2010.93>
- [12] Kalendar R, Tanskanen J, Chang W, Antonius-Klemola K, Sela H, Peleg O, Schulman AH Cassandra retrotransposons carry independently transcribed 5S RNA. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. – 2008, 105(15): 5833-5838. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0709698105>
- [13] Kalendar R, Schulman AH IRAP and REMAP for retrotransposon-based genotyping and fingerprinting. *Nature Protocols*. – 2006, 1(5): 2478-2484. <http://dx.doi.org/10.1038/nprot.2006.377>
- [14] Kalendar R, Vicient CM, Peleg O, Anamthawat-Jonsson K, Bolshoy A, Schulman AH Large retrotransposon derivatives: abundant, conserved but nonautonomous retroelements of barley and related genomes. *Genetics*. – 2004, 166(3): 1437-1450. <http://dx.doi.org/10.1534/genetics.166.3.1437>
- [15] Baumel A, Ainouch M, Kalendar R, Schulman AH Retrotransposons and genomic stability in populations of the young allopolyploid species *Spartina anglica* Hubard (Poaceae). *Molecular Biology and Evolution*. – 2002, 19 (8): 1218-1227.
- [16] Vicient C M, Kalendar R, Schulman AH Envelope-class retrovirus-like elements are widespread, transcribed and spliced, and insertionally polymorphic in plants. *Genome Research*. – 2001, 11: 2041-2049. <http://dx.doi.org/10.1101/gr.193301>
- [17] Proteinase K method for DNA extraction protocol [Электрон. ресурс].-2016-Режим доступа: <http://primerdigital.com/dna.html>
- [18] Genetic Information Research Institute (GIRI) [Электрон. ресурс].-2016-Режим доступа: <http://www.girinst.org/>
- [19] European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI), Multiple Sequence Alignment (MSA) [Электрон. ресурс].-2016-Режим доступа: <http://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/>
- [20] FastPCR is an integrated tool for PCR primers or probe design, *in silico* PCR, oligonucleotide assembly and analyses, alignment and repeat searching. [Электрон. ресурс].-2016-Режим доступа: <http://primerdigital.com/fastpcr.html>
- [21] Eurofins Genomics. [Электрон. ресурс].-2016-Режим доступа: <http://www.mwg-biotech.com>

М.Т. Нұрғалиева, Р.Н. Календарь, А.Қ. Смағұлов, Ж.А. Исакова

Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы қаласы, ҚР  
РМК Ұлттық биотехнология орталығы ШҚ ҚР БҒМ, ҚР

#### РЕТРОТРАНСПОЗОН ТІЗБЕКТЕР НЕГІЗІНДЕ ЕТ ШИКІЗАТЫН ЖӘНЕ ЕТ ӨНІМДЕРІН СӘЙКЕСТЕНДІРУ ҮШІН ПРАЙМЕРЛЕРДЫ ТЕСТІЛЕУ

**Аннотация.** Бұл зерттеуде Inter SINE ПЦР әдісін қолдана отырып ретротранспозондардың комплементарды шекті учаскелеріне праймерлердің комбинациясының тестілеу туралы қарастырылады.

**Тірек сөздер:** түрлері жалған, түрлі шығарылған еттің сәйкестендіру, ДНК, Inter SINE ПЦР әдісі, ретро-транспозоның консервативті учаскелері, праймерлер, нуклеотидтық жүйелілігі, геном.

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

ISSN 2224-5227

Volume 5, Number 315 (2017), 69 – 74

**Zh.T. Nurtai, A.S. Naukenova, T.S. Aubakirova, Sh.K. Shapalov**M.Auezov South Kazakhstan University, Shumkent, Tauke-han 5  
[zhadira\\_nurtai@mail.ru](mailto:zhadira_nurtai@mail.ru) [shermahan\\_1984@mail.ru](mailto:shermahan_1984@mail.ru)**THE OBTAINING OF COMPOSITIONAL MATERIALS WITH  
INDUSTRIAL WASTE USING WITH THE PURPOSE OF HING –  
MOUNTAIN AREAS PEOPLE PROTECTION FROM EMERGENCY  
SITUATIONS OF NATURAL CHARACTER**

**Abstract.** In this article, we consider information on the development of an optimal composition of composite materials using industrial wastes, characterized by high bending strength, for the manufacture of structures of mud protection facilities for the protection of the population of highland areas of the Republic of Kazakhstan in emergency situations of a natural nature.

**Keywords:** Emergencies, mudflows, reinforced composite materials, industrial waste, slags

УДК 666.973.2.00.2.

**Ж.Т. Нуртай, А.С. Наукенова, Аубакирова Т.С, Ш.К. Шапалов.**М.Ауезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қ, проспект Тауке-хан 5  
[zhadira\\_nurtai@mail.ru](mailto:zhadira_nurtai@mail.ru) [shermahan\\_1984@mail.ru](mailto:shermahan_1984@mail.ru)**ТАУЛЫ АЙМАҚТАРДАҒЫ ХАЛЫҚТЫ ТАБИҒИ  
СИПАТТАҒЫ ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙДАН ҚҰТҚАРУ МАҚСАТЫНДА  
ӨНДІРІСТІК ҚАЛДЫҚТАРДЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП  
КОМПОЗИЦИАЛЫҚ МАТЕРИАЛДАР АЛУ**

**Аннотация.** Жұмыста өнеркәсіптегі берік әрі майысу деңгейі жоғары ыңғайлы қалдық материалдарды селден қорғау құрылыстарының құрылымына қолдану, бұл композициялық материалдардың қолайлы құрамын зерттеу, Қазақстан Республикасындағы таулы аймақтарында тұратын халықты табиғи сипаттағы төтенше жағдайлардан қорғау іс-шараларын жетілдіру.

**Тірек сөздер:** Төтенше жағдайлар, селдер, арматураланған композициялық материал, өндіріс қалдықтары, шлакта, инженерлік қорғаныс.

**КІРІСПЕ**

Қауіпті геологиялық процестердің белсенділік алып тұрған қазіргі жағдайда, табиғи факторлармен қатар, адамзаттың шаруашылық қызметтері де әсерін тигізеді, бұл жағдайда таулы және тау бөліктеріндегі аудандардағы қазіргі дәрежедегі игерілу мәселесіндегі тиімді қорғаныс шараларын жүзеге асыру үлкен мемлекеттік маңызды жұмыс болып отыр. Қауіпті геологиялық процестер аумақтың экономикалық даму жағдайын анықтайды, сонымен қатар, олар әртүрлі ғимараттарды пайдалануға және құрылыстар салуға едәуір қиындықтар тудырады, және бұл жағдайда алдын-ала қорғаныс шараларын қабылдауды талап етеді. Инженерлік қорғаныс шараларын жүзеге асыру, қорғаныс жүйесінің қазіргі жағдайын талдап алмай, бас желіні жасау мүмкін болмайды [1].

Қазіргі уақытта, биік таулы аймақтардағы қауіпсіздікті сақтау мақсатында төтенше жағдайлар басқармасында технологиялар табысты түрде қолданылуда, олар инженерлік құрылыс кешендерінің көмегіне сүйенеді.

Қазақстанда 20-шы ғасырдан бастап үлкен жұмыстар ұйымдастырылып орындалды, бұл жағдайлар, инженерлік қорғаныс құрылыстарын және кешендерін жобалауға арналған ғылыми жұмыстың негізін қалауға мүмкіндік берді.

Жаңа әдістер және қорғаныс технологиясы қорғаныс шараларына кешенді түрде келудің негізінде жасалуы тиіс және аномалдық құбылыстардың жағдайын толық зерттеп алуды талап етеді. Қорғаныс және реттеп отыратын құрылыстардың сенімділігі, экономиялық тиімділігі, экологиялық және эстетикалық жағдайлары ауқымды түрде қарастырылуы тиіс.

Сонымен қатар, бірқатар құрылыстар 30-40 жыл бойы пайдаланылып келеді, олар тозған және бір бөлігі бұзылып қалған, міне осы жерде оларды күшейтіп қалпына келтіру әдістерін жасау керек. Бұл жағдайлардың барлығы тек қана теориялық және тәжірибелік зерттеулерді ғана талап етіп қоймайды, бұл жерде практикалық жұмыстар да жүргізілуі тиіс [2].

Қорғаныс шараларының негізіне қорғаныс құрылыстарының сапасын жоғарылату жатады, ол үшін шикізат қоспасын берік етіп дайындау керек, ол қорғаныс құрылысының қасиетін күшейтеді және оның пайдалану мерзімін ұзартады. Бұл жолға жету үшін пайдаланылып отырған құрылыстағы жұмыс жағдайын анализдеу және ғылыми тұрғыдан дәлелденген сенімді, кешенді қорғаныс шараларын жасау керек.

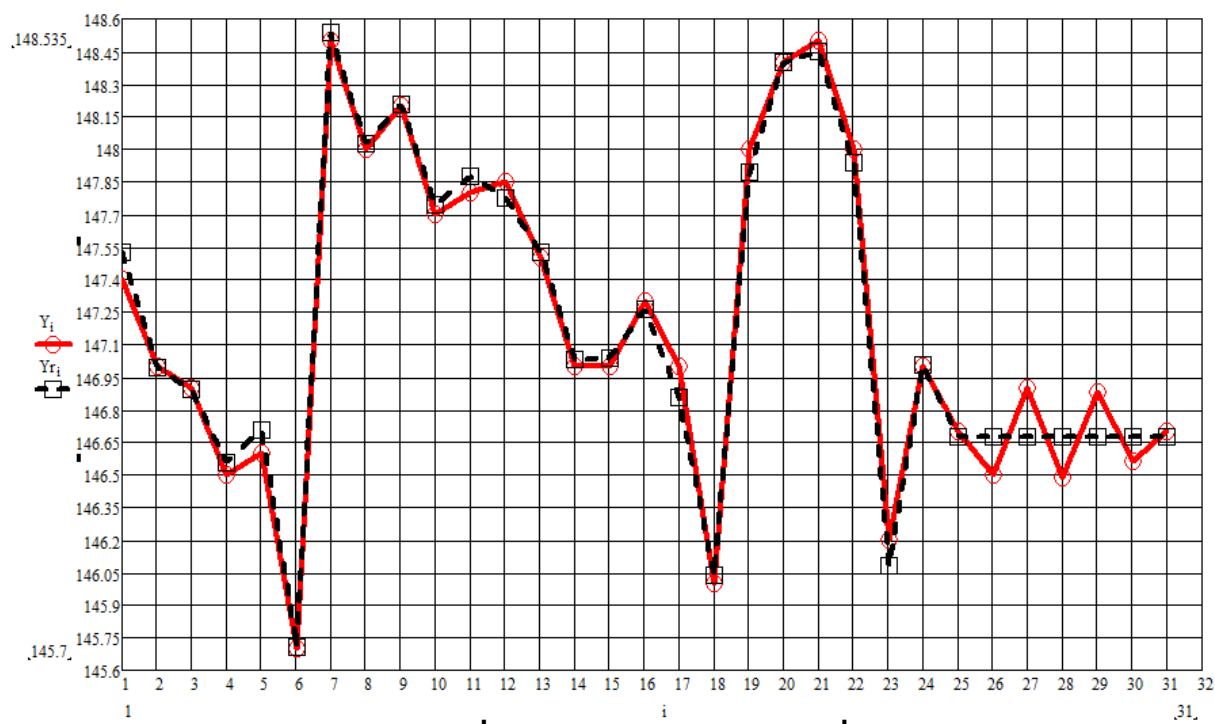
Аумақты инженерлік қорғау саласындағы, ғылым үшін ең күрделі міндет, қауіптіліктің жақындап қалғанын қалай болжауға болады және күтпеген апаттан сақтану үшін қандай шараларды қолдану жөніндегі мәселеге келіп тіреледі. Ғылыми дәлелденген тәсіл бойынша бұл мәселелерді шешу үшін үлкен материалдық заттарды үнемдеуге, экологияны жақсартуға, ең бастысы адамдардың өмірін сақтап қалуға мүмкіндік береді.

### **Зерттеу әдістері**

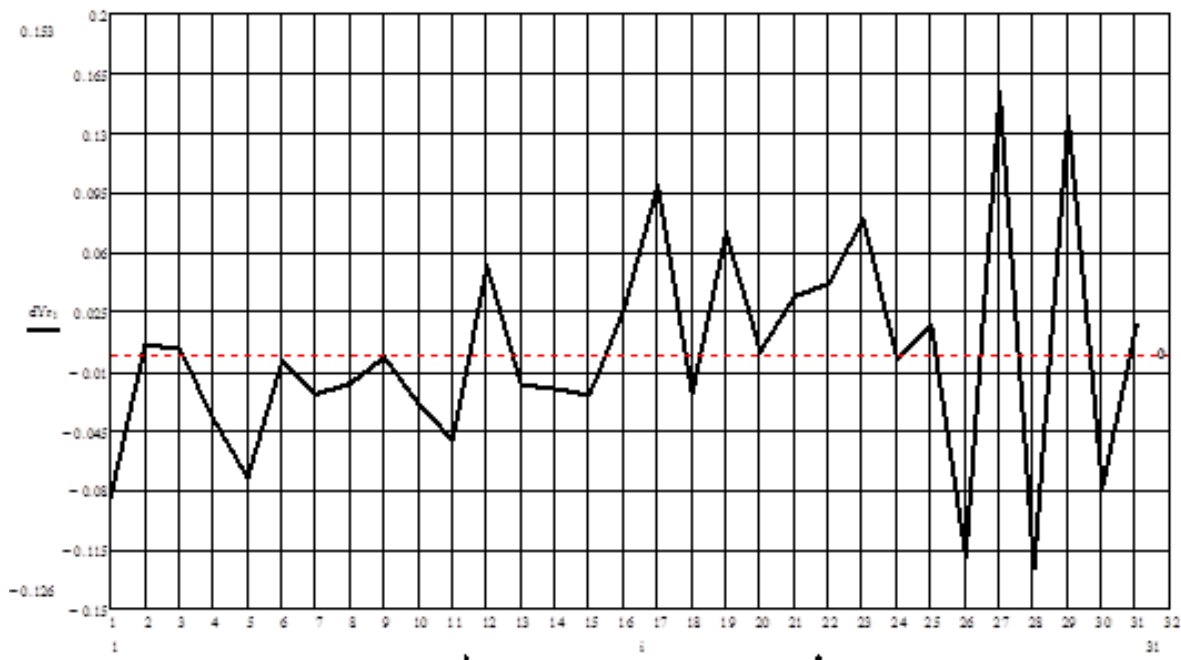
300-350 м<sup>2</sup>/кг майдаланған, белсендіру жолымен залалсыздандырылған, тұтқырлықпен алынған түйіршіктелген әктік фосфорлық шлакты (әк-шлакты тұтқырлық), цементпен (цемент-шлак), қайталанған цемент тозаңын (тозаңды-шлак) магний хлоридін (тұзды-шлак), күйдіргіш натрий (сілтілік-шлак) алынды. Белсендіргіш қатайтатын тұтқыр заттар мөлшері шлак массасымен алғанда 2-12% аралығында ауытқып отырады.

Гипроцемент әдістемелігі бойынша жарылуға беріктігін анықтау үшін цемент қоймалжыңынан құрсаудың үш үлгісін дайындайды, ол үшін металдан жасалған қалыптарды пайдаланады, оны 19 суреттен көруге болады, ол диаметрі 140 мм болатын тұғырдан тұрады, диаметрі 90 және биіктігі 30 мм өзектен тұрады. Осы секілді биіктікте сыртқы алмалы-салмалы құрсау болады, оның диаметрі 127 мм. шар тәріздес адысқа екі кг цементті сумен араластырып қалыпты қоймалжың жасаймыз. Одан соң бұл қоймалжыңды қосымша 2,5 минут араластырғышта араластырамыз және бұдан кейін оларды 3 қалыпқа салады, дөңгелек айналасына бірдей етіп жаяды. Одан соң цемент салынған қалыпты үстелге ұрып 3 минут сілкілейді. Артылған цемент қоймалжыңын кеседі және қалыптағы үлгілерді гидравликалық қақпағы бар ваннаға салады. 24 сағаттан соң үлгілерден сыртқы құрсауды алады және қоятын орынға әкеледі ол жердегі қалыпты ылғалдылық 50±5% және температурасы 20±2<sup>0</sup>С болады.

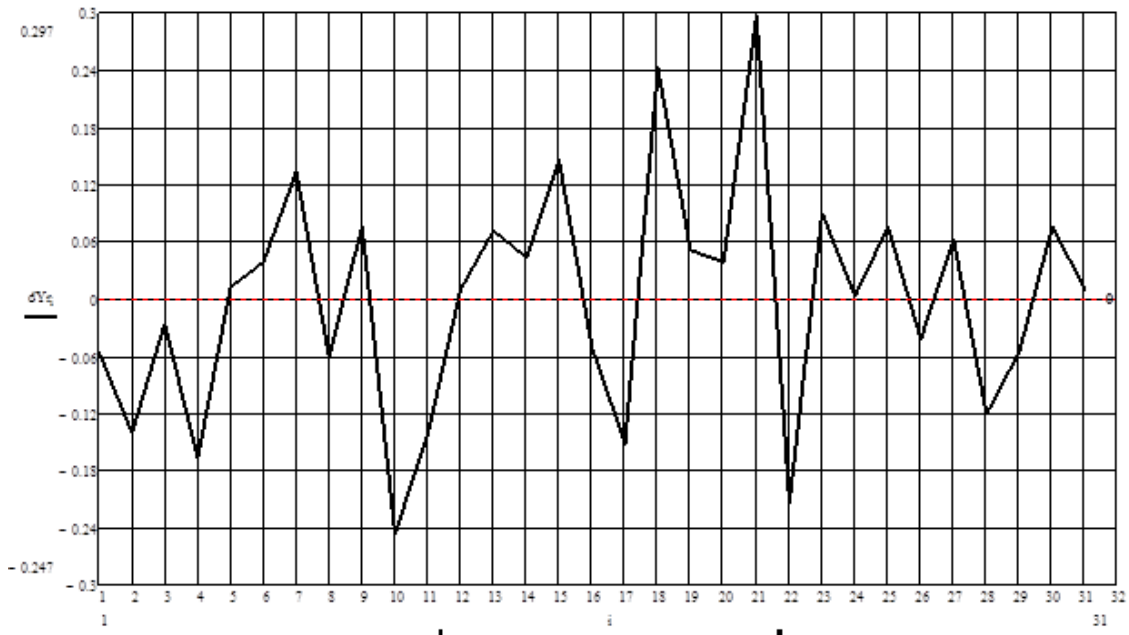
Фишер белгісі бойынша тексеру [3] тәжірибе нәтижелерінің бірдей екендігін көрсетті (Фишер белгісінің есептік мәні 3,0-ге тең болды, бұл ауыспалы 5,1 тең болудан кіші болып отыр. Сонымен қатар, R<sub>2</sub>=0.97-0.98 мәндері де алынды, яғни, оның мәні 1-ге жақын, бұл жағдай, алынған математикалық моделдің тепе-теңдігін қосымша түрде дәлелдеп отыр бұл факторлар өзгерісінің α-дан +α –ға дейінгі зерттеу диапазонына арналған.



1 сурет - Есептік және тәжірибелік мәндерді салыстыру графигі, бұл жерде 31 тәжірибенің әрқайсысына арналған, құрылғылардың майысу беріктігін зерттеу кезіндегі мәндер алынған (7 тәулік ұстаған уақытта)



2 сурет - Құрылымдардың майысуға беріктігін зерттеу кезіндегі әрбір тәжірибеге арналған аппроксимацияның салыстырмалы қателігі. (7 тәулік ұстаған уақытта)



3 сурет - Әрбір тәжірибелерге арналған, құрылғылардың майысуға беріктігін зерттеу тәжірибесіндегі аппроксимацияның салыстырмалы қателігі (28 тәулік ұстағандағысы)

Тепе-тең математикалық модель табылғаннан соң (1) оны тиімді құрамды іздестіруге арнап пайдаландық. Бұл жерде, біздер, сызықтық емес бағдарламаның негізінде квази-Ньютондық алгоритм әдісін қолдандық [4-5], ол Math cad-is жүйесімен таратылған. Тиімді құрамдардың нәтижелерін анықтау 1 кестеде көрсетілген.

1 кесте - Композициялық материалдардың қолайлы құрамын анықтау бойынша жүргізілген өңдеулердің жоспары және нәтижелері, бұл жердегі Y1-құрылғының майысуға беріктілігі, ол өзінің ең жоғарғы мәніне жетіп отыр (7 тәулік ұстағанда кг/см<sup>2</sup>)

№ тәжірибе	Ауыспалы кіріс				Шығыс		Кемшілік (қателік)		Қалыпты масштабтағы (1) математикалық модельдің коэффициенті	
	X1	X2	X3	X4	Үэсп.	Үесеп.	абсолютная	относительная %		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	94,80	1,63	3,13	1,35	147,400	147,5238	-0,1238	-0,0840	№	Маңызы
2	92,40	1,63	3,13	1,35	147,000	146,9924	0,0076	0,0052	1	473,0706
3	94,80	1,88	3,13	1,35	146,900	146,8954	0,0046	0,0031	2	3,8260
4	92,40	1,88	3,13	1,35	146,500	146,5562	-0,0562	-0,0384	3	-320,9542
5	94,80	1,63	4,38	1,35	146,600	146,7070	-0,1070	-0,0730	4	-159,0778
6	92,40	1,63	4,38	1,35	145,700	145,7068	-0,0068	-0,0046	5	-276,7881
7	94,80	1,88	4,38	1,35	148,500	148,5355	-0,0355	-0,0239	6	-0,0401
8	92,40	1,88	4,38	1,35	148,000	148,0259	-0,0259	-0,0175	7	23,5433
9	94,80	1,63	3,13	1,65	148,200	148,2034	-0,0034	-0,0023	8	0,9723
10	92,40	1,63	3,13	1,65	147,700	147,7437	-0,0437	-0,0296	9	-1,4522
11	94,80	1,88	3,13	1,65	147,800	147,8753	-0,0753	-0,0509	10	0,9252
12	92,40	1,88	3,13	1,65	147,850	147,7738	0,0762	0,0515	11	0,8049
13	94,80	1,63	4,38	1,65	147,500	147,5268	-0,0268	-0,0181	12	1,4044
14	92,40	1,63	4,38	1,65	147,000	147,0306	-0,0306	-0,0208	13	45,5884
15	94,80	1,88	4,38	1,65	147,000	147,0356	-0,0356	-0,0242	14	91,4725
16	92,40	1,88	4,38	1,65	147,300	147,2625	0,0375	0,0254	15	45,9248
17	96,00	1,75	3,75	1,50	147,000	146,8542	0,1458	0,0992	16	-0,2948
18	91,20	1,75	3,75	1,50	146,000	146,0346	-0,0346	-0,0237		
19	93,60	1,50	3,75	1,50	148,000	147,8949	0,1051	0,0710		
20	93,60	2,00	3,75	1,50	148,400	148,3982	0,0018	0,0012		
21	93,60	1,75	2,50	1,50	148,500	148,4494	0,0506	0,0340		



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
22	93,60	1,75	5,00	1,50	148,000	147,9393	0,0607	0,0410		
23	93,60	1,75	3,75	1,20	146,200	146,0841	0,1159	0,0793		
24	93,60	1,75	3,75	1,80	147,000	147,0047	-0,0047	-0,0032		
25	93,60	1,75	3,75	1,50	146,700	146,6751	0,0249	0,0170		
26	93,60	1,75	3,75	1,50	146,500	146,6751	-0,1751	-0,1195		
27	93,60	1,75	3,75	1,50	146,900	146,6751	0,2249	0,1531		
28	93,60	1,75	3,75	1,50	146,490	146,6751	-0,1851	-0,1264		
29	93,60	1,75	3,75	1,50	146,880	146,6751	0,2049	0,1395		
30	93,60	1,75	3,75	1,50	146,560	146,6751	-0,1151	-0,0785		
31	93,60	1,75	3,75	1,50	146,700	146,6751	0,0249	0,0170		
Жиынтық қате =							-0,22656	-0,0012		
Қатенің орташа маңыздылығы =							-0,01133	-0,0001		
Критерия маңызы Rквadrat =							<b>0,9837</b>			

### Зерттеу нәтижелері

Отандық және шетелдік әдебиеттерге аналитикалық шолу жасаудың және патенттік көздерге шолу жасаудың негізінде зерттеу міндеттеріне, майыстыруға берік болатын композициялық материалдарды селден қорғайтын құрылыстарға арнап дайындау бойынша зерттеу жүктелді.

Селден қорғайтын құрылыстардың цементтік матрицаларының механизмдерін оңайлату тексерілді, оларға салмақтың өз дәрежесінен жоғары сел. Жұмыстың мақсаты өнеркәсіптегі берік әлі майыстыруға ыңғайлы қалдық материалдарды селден қорғау құрылыстарының құрылымына дайындау, бұл композициялық материалдардың қолайлы құрамын жасау, бұл жағдай, Қазақстан Республикасындағы биік таулы аймақтарда тұр.

ҚР-ның ТЖМ-не «Қазселезащита»-ға «Қазақстанның селден қоғайтын министрлігіне» зерттелген зерттеулердің нәтижелерін талқылауға ұсыну керек, оның мақсаты нақты түрде зерттеліп болған соң қаражат бөлуі қажет және селден қорғайтын құрылыстың үлгісін алу, сонымен қатар, оның моделдік формасын нақты жағдайда сынақтан өткізу ұсыныладыатын халықты табиғи сипаттағы төтенше жағдайлардан қорғайды.

### Нәтижелерді талқылау

Қорғаныс шараларының негізіне қорғаныс құрылыстарының сапасын жоғарылату жатады, ол үшін шикізат қоспасын берік етіп дайындау керек, ол қорғаныс құрылысының қасиетін күшейтеді және оның пайдалану мерзімін ұзартады. Бұл жолға жету үшін пайдаланылып отырған құрылыстағы жұмыс жағдайын анализдеу және ғылыми тұрғыдан дәлелденген сенімді, кешенді қорғаныс шараларын жасау керек.

Аумақты инженерлік қорғау саласындағы, ғылым үшін ең күрделі міндет, апаттан сақтану үшін қандай шараларды қолдану жөніндегі мәселеге келіп тіреледі. Ғылыми дәлелденген тәсіл бойынша бұл мәселелерді шешу үшін үлкен материалдық заттарды үнемдеуге, экологияны жақсартуға, ең бастысы адамдардың өмірін сақтап қалуға мүмкін болады.

### Қорытынды

Қазақстанның таулы аймақтарында селдердің экзогендік жағдайдан шығу процесі өте қауіпті табиғат жағдайы болып табылады, олардың таралу аумағы оның 10% құрайды. Қауіпті процестің жайылған орындарында республиканың 25% дейінгі халықтары тұрады және олардың экономикалық потенциалының үш бөлігі шамасында жинақталған.

Қазіргі уақытта қауіпті процестің пайда болуына себепші болатын табиғи жағдай қабылдауға болатын деңгейден асып отыр. Шығындарды болдырмау бойынша жасалынатын шаралар жүйесі бұл қауіпке тең болмай отыр. 1980 жылдары жасалған қауіпті процестерден аумақты қорғау сызбасы толық жағдайда таралмаған және осы уақытта ол ескіріп қалған. Бұл жағдай, бір жағынан қорғаныс әдістерінің жаңа түрлерінің пайда болуынан болса, екінші жағынан қауіпті процестер болатын аумақтарда жаңа шаруашылық нысандардың пайда болуынан, бұл жерде табиғат қауіптілігі ескерілмеген.

Қауіпті табиғи процестерден аумақты және адамдарды қорғаудың сызбасына қорғаныс шараларының барлық спектрі ендірілуі тиіс, оған өткен ғасырдағы сызбалардағы секілді шектеу болмауы тиіс, ол жерде тек инженерлік құрылыстарға делінген.

Жүргізілген тәжірибелердің нәтижелері, өнеркәсіптік сынақтар, майыстыруға берік, селден қорғайтын құрылыстарға арналған материалдарды дайындау үшін ең жақсы құрамды ұсынуға мүмкіндік жасады, оны құрылыс индустриясына пайдалану тиімді, себебі бағасы да қымбат емес. Электротермофосфор, минералдық мақта және шифер-құбыр өндірістерінің қалдықтарын пайдалана отырып энергия жинақтайтын және ресурс сақтайтын технологиялар жасалды.

**Ж.Т. Нуртай, А.С. Наукенова, Т.С. Аубакирова, Ш.К. Шапалов**

Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауезов атындағы,  
г. Шымкент, проспект Тауке-хана 5

### **ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ С ЦЕЛЬЮ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЕ ВЫСОКОГОРНЫХ РАЙОНАХ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА**

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются сведения о разработке оптимального состава композиционных материалов с использованием отходов промышленности, отличающийся высокой прочностью на изгиб, для изготовления конструкций селезащитных сооружений по защите населения высокогорных районов Республики Казахстан при чрезвычайных ситуациях природного характера.

**Ключевые слова:** Чрезвычайные ситуации, сели, армированные композиционные материалы, промышленные отходы, шлаки.

### **ӘДЕБИЕТ**

- [1] Баймолдаев Т., Виноходов В. Оперативные меры до и после стихии. – Алматы.: Изд-во «Бастау», 2007. – 284б.
- [2] Концепция защитных мероприятий МЧС РК «Казселезащита» разработанный институтом географии АО «Центр наук о земле, металлургии и обогащения». Перспектива развития генеральных схем защиты территорий Республики Казахстан от оползневых явлений, селевых потоков и снежных лавин. – Алматы, 2007.
- [3] Постановление Правительства РК № 1383 от 31.12.03г. «О программе развития государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на 2004-2010 годы»
- [4] Айзенберг М.М., Вольфцун М.Л. Сели и условия их формирования // Опасные гидрометеорологические явления в Украинских Карпатах. – Л.: Гидрометеоздат, 2002. – 150-168 б.
- [5] Хегай А.Ю., Ахмедов Т.Х., Попов Н.В., Проблемы противоселевых мероприятий, Издательство «Казахстан», Алма-Ата, 2004.
- [6] Сарсенбаев Б.К., Момышев Т.А., Сарсенбаев Н.Б. Производство строительных материалов и изделий с использованием отходов промышленности, Сборник трудов I-го научно-практического семинара с участием иностранных специалистов.-2011 ж.- б. 77-84.

### **REFERENCES**

- [1] Bajmoldaev T., Vinohodov V. Operativnye mery do i posle stihii. Almaty.: Izd-vo «Bastau», 2007. 284b.
- [2] Konceptsiya zashhitnyh meroprijatij MChS RK «Kazselezashhita» razrabotannyj institutom geografii AO «Centr nauk o zemle, metallurgii i obogashhenija». Perspektiva razvitija general'nyh shem zashhity territorij Respubliki Kazahstan ot opolznevyh javlenij, selevyh potokov i snezhnyh lavin. Almaty, 2007.
- [3] Postanovlenie Pravitel'stva RK № 1383 ot 31.12.03g. «O programme razvitija gsudarstvennoj sistemy preduprezhdenija i likvidacii chrezvychajnyh situacij na 2004-2010 gody»
- [4] Ajzenberg M.M., Vol'fcun M.L. Seli i uslovija ih formirovanija // Opasnye gidrometeorologijacheskie javlenija v Ukrainskih Karpatah. L.: Gidrometeoizdat, 2002. 150-168 b.
- [5] Hegaj A.Ju., Ahmedov T.H., Popov N.V., Problemy protivoselevykh meroprijatij, Izdatel'stvo «Kazahstan», Alma-Ata, 2004.
- [6] Sarsenbaev B.K., Momyshev T.A., Sarsenbaev N.B. Proizvodstvo stroitel'nyh materialov i izdelij s ispol'zovaniem othodov promyshlennosti, Sbornik trudov I-go nauchno-prakticheskogo seminar s uchastiem inostrannyh specialistov. 2011. b. 77-84.

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 5, Number 315 (2017), 75 – 82

**Zh. Sh. Zhantayev, D. T. Shigayev, A. A. Kaldybayev,  
S. M. Nurakynov, N. G. Breusov, G. B. Mamyrbek, S.N. Mukasheva**

Institute of Ionosphere of The National Center of Space Research and Technology, Kazakhstan, Almaty  
[snmukasheva@gmail.com](mailto:snmukasheva@gmail.com)

## MONITORING OF THE TERRITORY OF THE CHARDARA HYDRO COMPLEX BASED ON SATELLITE RADAR INTERFEROMETRY DATA

**Abstract.** In this paper, the results of the application of the technology of radar satellite interferometry for monitoring and estimating the vertical displacements of the territory of the Chardara hydro complex are presented. The hydro complex studied is located in the south of Kazakhstan near the city of Chardara [41°15'17"N; 67°58'09"E]. The satellite technology of synthetic aperture radar (SAR) in recent years has become a powerful tool for studying soil deformations and is an effective tool for assessing the operational reliability and safety of hydro complexes. The main result of differential interferometric processing is displacement maps. Interferometric processing of a large series (15-20) of radar images (Persistent Scatterers) allows to achieve submillimeter accuracy of determination of vertical displacements. Archival images of the European SENTINEL1 satellite, probing at a wavelength of  $L = 23.5$  cm, were used to study vertical displacements of the earth's surface of the territory of the Chardara hydro complex on the basis of SAR interferometry. The radar data was processed using the SBAS (small baseline subsets) method. The obtained results are indicative of the relatively stable position of the hydro complex and the adjoining territory, with the presence of small areas of subsidence of the earth's surface with a speed of up to 10 mm / year within the projected regional network.

**Key words:** radar interferometry, hydraulic engineering structure.

УДК 621.396

**Ж.Ш. Жантаев, Д.Т. Шигаев, А.А. Калдыбаев,  
С.М. Нуракынов, Н.Г. Бреусов, Г.Б. Мамырбек, С.Н. Мукашева**

Институт ионосферы Национальный центр космических исследований технологий,  
Казахстан, г. Алматы

## МОНИТОРИНГ ТЕРРИТОРИИ ШАРДАРИНСКОГО ГИДРОКОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ СПУТНИКОВОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

**Аннотация.** В настоящей работе приведены результаты применения технологии радарной спутниковой интерферометрии для мониторинга и оценки вертикальных смещений территории Шардаринского гидрокомплекса. Изучаемый гидрокомплекс расположен на юге Казахстана вблизи г. Шардара [41°15'17"N; 67°58'09"E]. Спутниковая технология радиолокации с синтезированной апертурой, РСА, (Satellite Synthetic Aperture Radar Interferometry, InSAR, techniques) в последние годы становится мощным инструментом для исследования деформации грунта и является эффективным инструментом для оценки эксплуатационной надежности и безопасности гидрокомплексов. Основным результатом дифференциальной интерферомет-

рической обработки являются картограммы смещений. Интерферометрическая обработка большой серии (15-20) радиолокационных снимков (Persistent Scatterers) позволяет достигать субмиллиметровой точности определения вертикальных смещений. Для исследования вертикальных смещений земной поверхности территории Шардаринского гидрокомплекса на основе PCA интерферометрии использовались архивные изображения европейского спутника SENTINEL1, зондирующего на длине волны  $L=23,5$  см. Обработка радарных данных проводилась методом многопроходной интерферометрии SBAS (small baselines subsets). Полученные результаты свидетельствуют об относительно стабильном положении гидрокомплекса и прилегающей территории, с наличием небольших участков просадок земной поверхности со скоростью до 10 мм/год в пределах проектируемой региональной сети.

**Ключевые слова:** радарная интерферометрия, гидротехническое сооружение.

## 1. Введение

Современные техногенные нагрузки на тело плотины и процессы взаимодействия с вмещающими породами на протяжении длительного (десятки лет) отрезка времени эксплуатации могут привести к заметному изменению свойств и состояния пород в основаниях сооружений, непредсказуемому ухудшению напряженно-деформированного состояния плотины и, как следствие, снижению ее эксплуатационной надежности и безопасности. Особую актуальность эксплуатационные риски приобретают при размещении гидротехнического сооружения (ГТС) в непосредственной близости к активным тектоническим разломам и заметным усилением в связи с этим геодинамического влияния на безопасность эксплуатации гидрокомплекса. Спутниковая технология радиолокации с синтезированной апертурой, PCA, (Satellite Synthetic Aperture Radar Interferometry, InSAR, techniques) в последние годы становится мощным инструментом для исследования деформаций грунта и является эффективным инструментом для оценки эксплуатационной надежности и безопасности гидрокомплексов.

В работах [1-11] показан потенциал применения усовершенствованных дифференциальных методов InSAR, в частности, таких как A-DInSAR (Advanced Differential InSAR techniques), для мониторинга состояния плотин и прилегающих территорий. Методы радарной интерферометрии применялись для структурного мониторинга состояния плотин the Three Gorges Dam (Китай) [1-5], the Plover Cove Dam (Гонконг) [1-3, 5-6] и the San Liberato Dam (Италия) [1]. С использованием технологии InSAR обнаружено поверхностное смещение на дамбах водохранилища La Pedrera (Испания) [4], исследовано состояние Чарвакской плотины (Узбекистан) [5], проведен мониторинг деформаций плотин Paradela, Raiva и Alto Ceira (Португалия) [7]. Спутниковые данные InSAR с высоким пространственным разрешением использовались для мониторинга состояния четырех плотин в Норвегии и Швеции [8-9], двух плотин the Genzano di Lucania и Corbara в Италии [10]. Особый случай, демонстрирующий важность наблюдений с помощью дистанционного зондирования, это мониторинг состояния крупнейшей иракской плотины в Мосуле, состояние которой представляет реальную угрозу для населения, где контролю безопасной эксплуатации препятствуют политические разногласия [11].

В работах [12-13] приведены результаты дифференциальной радиолокационной интерферометрии с синтезированной апертурой (D-InSAR) и персистентной рассеивающей интерферометрии (PS-InSAR), двух усовершенствованных методов интерферометрии SAR для обнаружения, анализа и мониторинга медленно движущихся оползней в районах со сложной топографией, с крутым рельефом и уязвимыми геологическими условиями на Тибетском плато [12] и вдоль южного берега реки Yangtze (Китай) [13]. Технология InSAR использовалась для контроля уровня воды в бассейнах рек Амазонка и Конго [14]. В работе [15] показано, что возможна автоматическая многоцелевая калибровка крупномасштабной одномерной гидродинамической модели всей дельты реки the Mekong Delta (Вьетнам) вниз по течению от реки Kratie в Камбодже с помощью спутниковых изображений с расширенной синтетической апертурой (ASAR) ENVISAT.

При дистанционном зондировании используются как текущие снимки SAR с высоким разрешением, так и предыдущие изображения с низким разрешением, в зависимости от конкретных целей каждого конкретного исследования. Изображения SAR, полученные на двух разных орбитальных геометриях: при прохождении спутника с севера на юг (нисходящая геометрия) и с юга на север (восходящая геометрия), позволяют одну и ту же область наблюдать под двумя углами зрения, почти симметричными. Стабильность состояния дамбы явно является

ключевым и чрезвычайно чувствительным фактором для региона. Усовершенствованные дифференциальные методы РСА интерферометрии позволяют исследовать области трудно-доступные для традиционных методов мониторинга, а также отслеживать по архивным данным историю развития тех или иных ситуаций [1-15].

*Целью настоящего исследования* является применение метода радарной спутниковой интерферометрии для мониторинга и оценки вертикальных смещений территории Шардаринского гидрокомплекса.

## 2. Методы исследования

Метод спутниковой радиолокационной интерферометрии использует эффект интерференции электромагнитных волн и основан на математической обработке нескольких когерентных амплитудно-фазовых измерений одного и того же участка поверхности плотины со сдвигом в пространстве приемной антенны РСА [16-20].

Технология спутниковой радиоинтерферометрии обеспечивает измерение вертикального и горизонтального смещения земной поверхности с точностью до нескольких миллиметров с расстояния сотни километров из космического пространства. Этот метод с 1992 г. реализуется Европейским космическим агентством (ЕКА) и является аналогом стереосъемки и основан на обработке двух радиолокационных снимков, получаемых спутниками на относительно малой базе (расстояние между сенсорами) около 300 м [16].

Дифференциальная интерферометрия использует два изображения (иногда три) того же самого исследуемого участка. Поскольку можно измерять только смещения вдоль спутниковой линии обзора (LOS, Line of Sight), комбинации данных, полученных с разных точек зрения, позволяют улучшить информацию об ориентации смещения.

В настоящее время создано множество программных пакетов (GAMMA, Photomod Radar, InSAR ERDAS Imagine, SARscape, RAT, DORIS, PolSARpro, ROI PAC), реализующих интерферометрическую обработку радиолокационных космоснимков. Пакеты в открытых кодах также содержат описание математических методов, на которых основываются отдельные этапы интерферометрической обработки. Происходит постоянное развитие метода радарной интерферометрии на основе интеграции опыта обработки данных и создания новых приложений, возникающих в связи с совершенствованием приборов спутникового дистанционного зондирования.

Основным результатом дифференциальной интерферометрической обработки являются картограммы смещений. Интерферометрическая обработка большой серии (15-20) радиолокационных снимков (Persistent Scatterers) позволяет достигать субмиллиметровой точности определения вертикальных смещений. Радиолокационная съемка аппаратами с синтезированной апертурой обладает рядом существенных преимуществ по сравнению со съемками в видимом и инфракрасном диапазонах: всепогодностью, круглосуточным режимом, стереоскопичностью и, главное, позволяет фиксировать вертикальные и горизонтальные движения поверхности с необходимой периодичностью и максимальной точностью – до миллиметров [1, 16]. Этот вид съемки обладает проникающей способностью до десятков метров, что позволяет изучать состояние структуры плотины. Интерферометрическая РСА – это альтернатива традиционной стереофотографической технике, которая может применяться для определения перемещений поверхности плотин вне зависимости от погодных условий и времени суток при съемке.

## 3. Результаты исследования

*Объектом исследования* является территория гидрокомплекса, расположенного вблизи города Шардара [41°15'17"N; 67°58'09"E] на юге Казахстана. Плотина гидроэлектростанции (ГЭС) на реке Сырдарья образует крупное Шардаринское водохранилище преимущественно ирригационного и противопаводкового назначения. Длина водохранилища по периметру – 80 км, ширина по периметру – 25 км, площадь – 783 км<sup>2</sup>, полный объем – 5,7 км<sup>3</sup>, полезный объем – 4,2 км<sup>3</sup>, длина плотины по бьефу – 5 км, ширина плотины от подошвы – 35 м. Первый пробный запуск был произведен в 1965г., в 2008г. была произведена частичная модернизация. Космический снимок Шардаринского гидрокомплекса приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Космический снимок Шардаринского гидрокомплекса

Исследование вертикальных смещений земной поверхности территории Шардаринского гидрокомплекса на основе данных РСА интерферометрии. При выборе исходных данных для территории Шардаринского водохранилища, в первую очередь, учитывался временной диапазон и достаточно равномерные промежутки времени между снимками. Подходящие данные, по выбранным критериям, были найдены в архиве европейского спутника SENTINEL1 (<https://scihub.copernicus.eu/>), длина зондирующей волны спутника  $L=23,5$  см. Исходный архив из 14 снимков спутника SENTINEL1 представлен на рисунке 2, где показана область покрытия снимками и даты снимков. Как видно из рисунка 2, временное покрытие распределено недостаточно равномерно (количество снимков за год сильно варьируется), количество зимних снимков составляет почти 50% от общего объема.

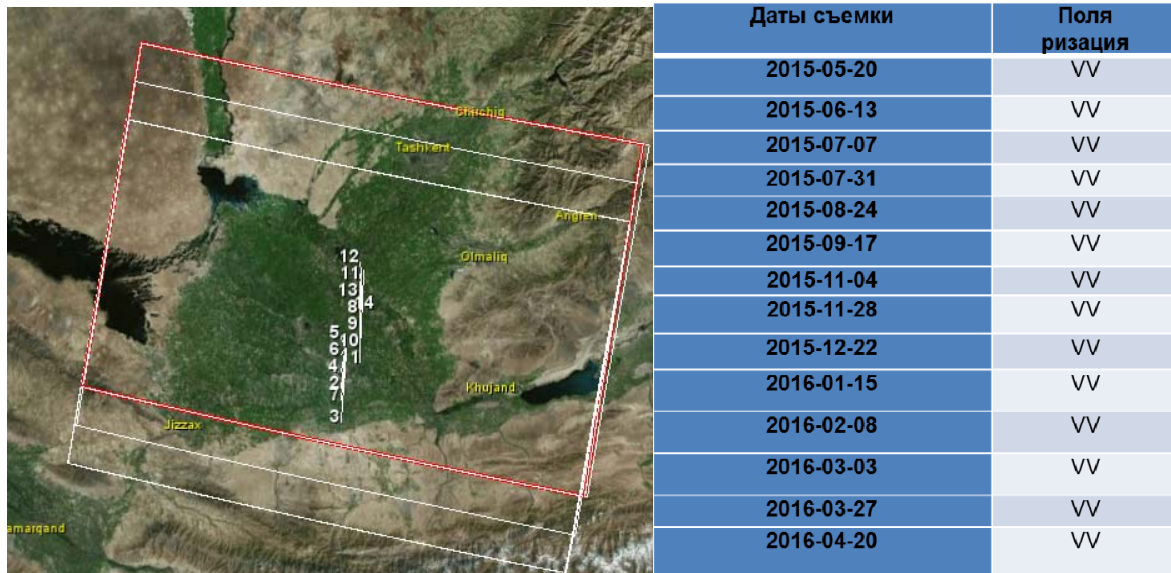


Рисунок 2 – Схема покрытия изучаемого участка снимками со спутника SENTINEL1 и таблица с датами снимков для территории Шардаринского гидрокомплекса

Результаты обработки радарных данных методом многопроходной интерферометрии SBAS (small baselines subsets). При выборе программного обеспечения для обработки радарных снимков учитывалась полнофункциональность выбранной программы: наличие модуля фокусировки сырых

радарных голограмм, наличие модуля обработки многопроходных пар и его технические возможности. Под описанные параметры лучше всего подходит программный комплекс SARscape от швейцарских разработчиков компании SARmap, который работает в программной оболочке ENVI от другой компании разработчиков Exelis (США). Интерфейс программы адаптивный и дружелюбный – внедрена возможность многопоточной обработки данных, вся цепочка многопроходной интерферометрии разбита на отдельные этапы, что позволяет полностью контролировать параметры обработки.

Модуль многопроходной интерферометрии малых базовых линий SBAS при задании значений пространственной линии (расстояние между повторными орбитами) и временной базы (время между датами съемки снимков) строит комбинации связей между снимками, что позволяет на выходе получать не 19 пар (интерферограмм) в нашем случае, а 190 (20x19/2). По заданным параметрам пространственной и временной линии были построены парные снимки, в дальнейшем обработка проводилась для выбранных интерферограмм. Обработка методом SBAS с использованием программного комплекса SARscape состоит из следующих этапов:

- 1) автоматическая корегистрация, расчет интерферограмм, синтез фазы рельефа, вычитание фазы рельефа из интерферограммы, фильтрация дифференциальной интерферограммы, расчет когерентности, развертка фазы;
- 2) набор точек с известными координатами и высотами для коррекции орбитальных параметров (GCP- groundcontrolpoints – наземные контрольные точки);
- 3) расчет скорректированных дифференциальных интерферограмм и развернутых фаз;
- 4) инверсия полученных перекрестных во времени развернутых фаз по методике SBAS с восстановлением последовательной во времени истории смещений;
- 5) геокодирование результатов и экспорт векторных и растровых данных.

Выходным файлом результатов обработки был геопривязанный растровый файл скорости смещений точек земной поверхности, где в информации каждого пикселя записаны значения вертикальных смещений поверхности (рисунок 3).

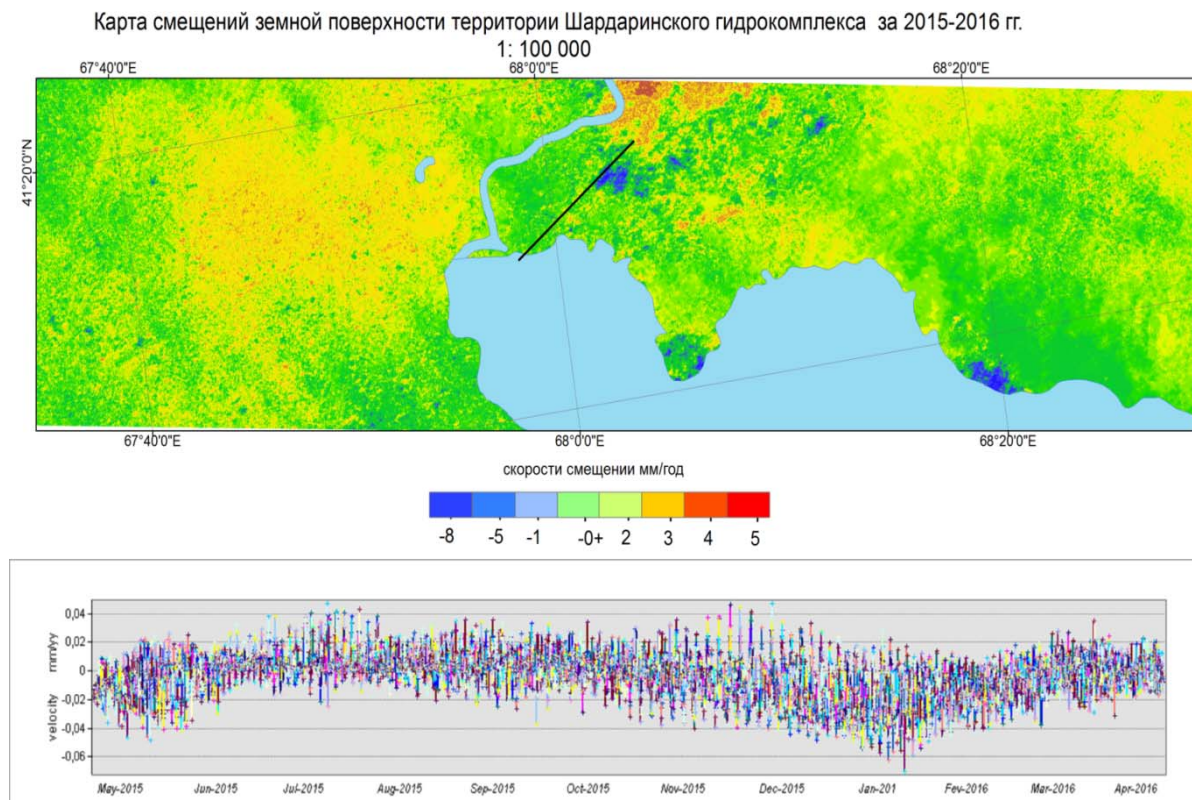


Рисунок 3 – Интерполированная карта скоростей вертикальных смещений точек земной поверхности территории Шардаринского гидрокомплекса, в мм/год

#### 4. Обсуждение результатов

Результаты обработки методом SBAs, представленные на рисунке 3, показывают сильную зашумленность на территориях сельскохозяйственных полей, где когерентность сигнала падает ввиду постоянной изменчивости отражающей поверхности. Также негативное влияние оказал тот факт, что исходный архив снимков состоял на 50% из зимних снимков. Так как отражающая поверхность данной территории рано покрывается снегом (конец октября – начало ноября), а сход снежного покрова происходит в конце марта – начале апреля, то и сохранение стабильной когерентности такой поверхности маловероятна.

По проведенным исследованиям можно сделать следующие выводы: непосредственно территория Шардаринского гидрокомплекса стабильна и лишь немного подвержена процессам вертикальных деформаций точек земной поверхности. Для более достоверного анализа, с учетом условий отражающей поверхности, лучшим вариантом выбора съемочной системы будет РСА системы COSMO-SkyMed (Constellation of Small Satellites for The Mediterranean Basin Observation) [21] с пространственным разрешением 5 м и возможностью съемки до 4 снимков в месяц.

#### Выводы

Геодинамический мониторинг осуществляется с целью обеспечения постоянного контроля за состоянием безопасности гидротехнического сооружения, его воздействия на окружающую среду для предотвращения возникновения аварийных ситуаций и создания условий для безопасной эксплуатации. Представляет научный и практический интерес изучение деформационных процессов прилегающей территории и гидрокомплекса, находящегося в сейсмоопасной зоне на юге Казахстана вблизи города Шардара [41°15'17"N; 67°58'09"E], в непосредственной близости от государственной границы с Узбекистаном и его столицы, промышленного, финансового и туристического центра города Ташкента.

В настоящей работе показано использование данных дистанционного зондирования Земли, а именно, технологии радарной спутниковой интерферометрии для мониторинга и оценки вертикальных смещений территории Шардаринского гидрокомплекса.

Выполнен анализ снимков европейского спутника SENTINEL1 территории, включающей Шардаринский гидрокомплекс. Полученные результаты свидетельствуют об относительно стабильном положении гидрокомплекса и прилегающей территории, с наличием небольших участков просадок земной поверхности со скоростью до 10 мм/год в пределах проектируемой региональной сети.

Результаты исследований рекомендуется также использовать при построении геомеханических моделей деформационных процессов в земной коре территории, включающей Шардаринский гидрокомплекс.

*Благодарности.* Мы благодарны Европейскому космическому агентству за возможность доступа к снимкам спутника SENTINEL1 на сервере «The Copernicus Open Access Hub».

*Работа выполнена в рамках НТП «Развитие космических технологий мониторинга процессов на земной поверхности и в литосфере, создание элементной базы и аппаратуры для его проведения, разработка приборов, аппаратно-программных средств и подсистем космической техники» (Шифр О.0673), подпрограмма «Развитие технологий наземно-космического геодинамического мониторинга территории Казахстана», тема «Разработать методологию выполнения комплексных мониторинговых наблюдений для предупреждений техногенных и геоэкологических катастроф на гидротехнических сооружениях с использованием спутниковых данных и методов математического моделирования», регистрационный номер (РН) 0115РК01278.*

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Mazzanti P., Perissin D., Rocca A. (2015) Structural Health Monitoring of Dams by Advanced Satellite SAR Interferometry: Investigation of Past Processes and Future Monitoring Perspectives. Proceedings of 7th International Conference on Structural Health Monitoring of Intelligent Infrastructure. Torino, Italy. P.10. DOI: Monitoring\_Dams\_A-DInSAR.pdf



- [2] Wang T., Perissin D., Rocca F., Liao M. S. (2011) Three Gorges Dam Stability Monitoring With Time-Series InSAR Image Analysis. *Sci China Earth Sci.* 54(5), P. 720-732. DOI: 10.1007/s11430-010-4101-1
- [3] Tiantianuparp P., Shi X., Zhang L., Balz T., Liao M. (2013) Characterization of Landslide Deformations in Three Gorges Area Using Multiple InSAR Data Stacks. *Remote Sens.* V. 5, P. 2704-2719. DOI: 10.3390/rs5062704
- [4] Tomas R., Cano M., García-Barba J., Vicente F., Herrera G., Lopez-Sanchez J. M., Mallorqui J. J. (2013) Monitoring An Earthfill Dam Using Differential Sar Interferometry: La Pedrera Dam, Alicante, Spain. *Engineering Geology.* V.157. P.21-32. DOI: 10.1016/j.enggeo.2013.01.022
- [5] Lazecky M., Perissin D., Zhiying W., Ling L., Yuxiao Q. (2015) Observing Dam's Movements with Spaceborne SAR Interferometry. *Engineering Geology for Society and Territory.* Springer International Publishing Switzerland. V. 5, P. 131-136. DOI: 10.1007/978-3-319-09048-1\_26.
- [6] Lazecky M., Perissin D., Scaioni M., Lei L., Qin Y. (2013) Plover Cove dam monitoring with spaceborne InSAR technique in Hong Kong. *Proceedings of 2nd Joint International Symposium on Deformation Monitoring (JISDM), Nottingham UK.* 4 pp.
- [7] Sousa J. J. M., Lazecky M., Hlavacova I., Bakon M., Patricio G., Perissin D. (2015) Satellite SAR Interferometry for Monitoring Dam Deformations in Portugal. *Proceedings of VIII Conferência Nacional de Cartografia e Geodesia (VIII CNCG), Academia Militar - Aquartelamento da Amadora.* Available on: [http://viiiincng.ordemengenheiros.pt/fotos/editor2/VIIICNCG/cncg2015\\_comunicacao\\_13.pdf](http://viiiincng.ordemengenheiros.pt/fotos/editor2/VIIICNCG/cncg2015_comunicacao_13.pdf)
- [8] Lier Ø., Cetinic F., Ekström I., Tom Rune Lauknes T.R., Larsen Y. (2015) InSAR on Embankment dams: Pilot on deformation measurement. *ENERGIFORSK, Swedish Energy Research Centre.* 34p. ISBN 978-91-7673- 212-0.
- [9] Lier Ø. E., Ekström I., Larsen Y., Lauknes T. R. (2015) Verification of Remote Sensing in Dam Surveillance – Results of the Scandinavian InSAR pilot. *Proceedings of ICOLD 25 th Congress/ ICOLD 83rd Annual Meeting Symposium Hydropower'15.* Stavanger, Norway. 10 p.
- [10] Riccardi P., Tessari G., Lecci D., Floris M., Pasquali P. (2017) Use of Sentinel-1 SAR data to monitor Mosul dam vulnerability. *Proceedings of General Assembly the European Geosciences Union, EGU2017.* V. 19. P. EGU2017-13098.
- [11] Corsetti M., D'Aranno P.J.V., Giancola F., Marsella M., Scifoni S., Sonnessa A., Manunta M. (2016) Satellite Techniques: New Perspectives for the Monitoring of Dams. *Proceedings of The Joint International Symposium on Deformation Monitoring, The Vienna University of Technology, Vienna, Austria.* 6p.
- [12] Wang Z., Perissin D. (2012) Cosmo SkyMed AO projects – 3D reconstruction and stability monitoring of the Three Gorges dam. *Proceedings of IEEE Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS 2012.* Munich, Germany. P. 3831-3834. DOI:10.1109/IGARSS.2012.6350577
- [13] Perissin D., Wang Z., Prati C. Rocca F. Terrain Monitoring in China via PS-QPS INSAR: Tibet and The Three Gorges Dam. Available on: <https://pdfs.semanticscholar.org/02c4/26256cc1733b9eb7b4c22791d2b7d887f19a.pdf>
- [14] Jung H. C., Hamski J., Durand M., Alsdorf D., Hossain F., Lee H., Azad Hossain A. K. M., Hasan K., Khan Abu S. Zeaul Hoque A.K.M. (2010) Characterization of complex fluvial systems using remote sensing of spatial and temporal water level variations in the Amazon, Congo, and Brahmaputra Rivers. *Earth Surf. Process. Landforms*, Published online in Wiley InterScience: [www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com). DOI: 10.1002/esp.1914
- [15] Dung N. V., Merz B., Bardossy A., Thang T. D., Apel H. (2011) Multi-objective automatic calibration of hydrodynamic models utilizing inundation maps and gauge data. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, V.15, P. 1339-1354. DOI:10.5194/hess-15-1339-2011
- [16] Ferretti A., Prati C., Rocca F. (2001) Permanent Scatterers in SAR Interferometry. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, V. 39. No 1. P. 8-20.
- [17] Ferretti, A., C. Prati, and F. Rocca (2000) Nonlinear subsidence rate estimation using permanent scatterers in differential SAR interferometry. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, V. 38. P. 2202-2212.
- [18] Pritchard M.E. (2006) InSar, a tool for measuring Earth's surface deformation // *Physics Today.* American Institute of Physics. P. 68-69. S-0031-9228-0607-370-4
- [19] Costantini M., Falco S., Malvarosa F., Mammone C., Minati F., Paglia L., Trillo F., Vecchioli F. (2015) Persistent scatterer pair (PSP) Interferometry and Surface Reconstruction Techniques for Urban DSM from High Resolution Satellite SAR Acquisitions. *Proceedings of Advances in the Science and Applications of SAR Interferometry and Sentinel-1 InSAR Workshop.* The European Space Agency, Frascati, Italy (Rome). 5 p.
- [20] Hooper A., Zebker H., Segall P., Kampes B. (2004) A new method for measuring deformation on volcanoes and other natural terrains using InSAR persistent scatterers. *Geophysical Research Letters.* V. 31, L23611. doi:10.1029/2004GL021737
- [21] Herbert J.K. (2002) *Observation of the Earth and Environment.* Springer, Germany. ISBN: 3-540-42388-5

**Ж.Ш. Жантаев, Д.Т. Шығаев, А.А. Қалдыбаев,  
С.М. Нұрақынов, Н.Г. Бреусов, Ғ.Б. Мамырбек, С.Н. Мұқашева**

Ионосфера институты, Алматы, 050020, Қазақстан

### **ШАРДАРА СУ КЕШЕНІНІҢ АУМАҒЫН ЖЕР СЕРІКТІК РАДИОЛОКАЦИЯЛЫҚ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ ДЕРЕКТЕРІ НЕГІЗІНДЕ БАҚЫЛАУ**

**Андатпа.** Бұл жұмыста Шардара су кешенінің аумағын бақылау және вертикальды жылжуын бағалау үшін жер серіктік радиолокациялық интерферометрияны қолдану нәтижелері келтірілген. Қарастырылып отырған су кешені Қазақстанның оңтүстігіндегі Шардара қаласы жанында орналасқан [41°15'17"N; 67°58'09"E]. Синтезделген апертурамен РСА, (Satellite Synthetic Aperture Radar Interferometry, InSAR, techniques) жер серіктік радиолокация технологиясы кейінгі жылдары су кешендерінің жер деформациясын зерттеуде күшті құрал ретінде қалыптасуда және пайдалану беріктігін және қауіпсіздігін бағалайтын тиімді құрал болып табылады. Дифференциалды интерферометрикалық өңдеу нәтижесі болып жылжу картограммалары болып табылады. Радиолокациялық кескіндердің (Persistent Scatterers) үлкен серияларын (15-20) интерферометриялық өңдеу вертикальды жылжуларды анықтауда субмиллиметрлік дәлдігіне қол жеткізеді. РСА интерферометрия негізінде Шардара су кешенінің аумағының жер бетінің вертикальды жылжуын зерттеуде  $L=23,5$  см. ұзындықтағы толқынында зондтайтын SENTINEL1 еуропалық жер серігі мұрағаттық кескіндер пайдаланылды. Радарлы деректер SBAS (small baselines subsets) көп өтпелі интерферометрия әдісімен өңделді.

Алынған нәтижелер су кешені мен оның аумағының тұрақты жағдайда екенін және жобаланылып отырған жергілікті торап шекарасында шағын жер телімдерінің жылдамдығы 10 мм/жыл жер бетінің шөгуге орын алғанын айғақтайды.

**Тірек сөздер:** радарлы интерферометрия, гидротехникалық құрылыстар.

#### **Сведения об авторах:**

Жантаев Жумабек Шабденамович - д-р физ.-мат. наук, директор ДТОО «Институт ионосферы», Алматы, Садоводческое товарищество «Ионосфера», дом 117, ДТОО «Институт ионосферы» АО «НЦКИТ», [admion1@mail.ru](mailto:admion1@mail.ru);

Шигаев Даурен Талгатович - PhD-докторант, начальник отдела НКГГМ ДТОО «Институт ионосферы», Алматы, Садоводческое товарищество «Ионосфера», дом 117, ДТОО «Институт ионосферы» АО «НЦКИТ», [dashigaev@gmail.com](mailto:dashigaev@gmail.com);

Қалдыбаев Азамат Алмасханович - PhD-доктор, заведующий лабораторией НКГГМ ДТОО «Институт ионосферы», Алматы, Садоводческое товарищество «Ионосфера», дом 117, ДТОО «Институт ионосферы» АО «НЦКИТ», [azamat.kaldybaev@gmail.com](mailto:azamat.kaldybaev@gmail.com);

Нұрақынов Серик Маратович - PhD-докторант, заведующий сектором отдела НКГГМ ДТОО «Институт ионосферы», Алматы, Садоводческое товарищество «Ионосфера», дом 117, ДТОО «Институт ионосферы» АО «НЦКИТ», [ser87n@mail.ru](mailto:ser87n@mail.ru);

Бреусов Николай Георгиевич - канд.геол.-мин. наук, главный научный сотрудник отдела НКГГМ ДТОО «Институт ионосферы», Алматы, Садоводческое товарищество «Ионосфера», дом 117, ДТОО «Институт ионосферы» АО «НЦКИТ», [breusov47@mail.ru](mailto:breusov47@mail.ru);

Мамырбек Габит Байжумаулы - заведующий сектором отдела НКГГМ ДТОО «Институт ионосферы», Алматы, Садоводческое товарищество «Ионосфера», дом 117, ДТОО «Институт ионосферы» АО «НЦКИТ», [gmb\\_79@mail.ru](mailto:gmb_79@mail.ru);

Мұқашева Сауле Нурмуханбетовна - ведущий научный сотрудник отдела НКГГМ ДТОО «Институт ионосферы», Алматы, Садоводческое товарищество «Ионосфера», дом 117, ДТОО «Институт ионосферы» АО «НЦКИТ», [gmb\\_79@mail.ru](mailto:gmb_79@mail.ru)

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 5, Number 315 (2017), 83 – 92

УДК665.656.2;622.361.16

N.A.Zakarina<sup>1</sup>, A.K.Akurpekova<sup>1</sup>, L.S. Djumabaeva<sup>2</sup>, D.A.Zhumadullaev<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>JSC «D.V.Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry», Almaty;

<sup>2</sup>Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty)

e-mail: [djumabaevals@mail.ru](mailto:djumabaevals@mail.ru)

## ISOMERIZATION OF n-HEXANE OVER NANODISPERSE Pd-CATALYSTS SUPPORTED ON Al-Zr- PILLARED MONTMORILLONITE

**Abstract.** The paper presents data on the hydroisomerization of n-hexane on nano-dispersed Pd-catalysts, deposited to the Al-ZrTaganmontmorillonite. It is shown that a decrease in the Pd content from 0.35 to 0.1% in Pd-zole/AlZrCaHMM results in a slight increase in the specific surface area of the sample, the total pore volume and the number of mesopores. Conversion of n-hexane increases with increasing temperature and reaches 56.8% on 0.35% Pd catalyst and 46.6% by 0.1% Pd catalyst at 400°C. The selectivity for C<sub>6+</sub> isomers at 400°C remains very high by 93.6-93.8%. The output of hydrocracking products does not exceed 0.4%. The introduction of mordenite into Pd-zole/AlZrSaHMM increases its activity and selectivity, especially at temperatures of 250°C and 300°C. With an increase of isomerization temperature up to 400°C, the conversion of n-hexane increases to 57.8% with selectivity to C<sub>6+</sub> 87.3%, the output of isohexanes is 42.7%. When the palladium content is reduced to 0.1% at 350°C, the conversion of n-hexane falls from 54.8% to 51.8%. In the investigated temperature range, the selectivity up to C<sub>6+</sub> isomers for all the catalysts remains high at 87.2-96.6%. The amount of hydrocracking products does not exceed 0.5%. The size of Pd-zole particles, determined electro-microscopically (EMB-125K), is 4-7 nm. According to electron microscopy data, the catalysts are characterized by a uniform size distribution of particles.

**Key words:** Isomerization, n-hexane, pillared montmorillonite, catalyst, palladium, aluminum, zirconium, nanoparticles, micropores, mesopores.

УДК 665.656.2;622.361.16

Н.А. Закарина<sup>1</sup>, А.К. Акурпекова<sup>1</sup>, Л.С. Джумабаева<sup>2</sup>, Д.А. Жумадуллаев<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», г. Алматы;

<sup>2</sup>Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, г. Алматы)

e-mail: [djumabaevals@mail.ru](mailto:djumabaevals@mail.ru)

## ИЗОМЕРИЗАЦИЯ Н-ГЕКСАНА НА НАНОДИСПЕРСНЫХ Pd-КАТАЛИЗАТОРАХ, НАНЕСЕННЫХ НА ПИЛЛАРИРОВАННЫЙ Al-Zr- МОНТМОРИЛЛОНИТ

**Аннотация.** В работе приведены данные по гидроизомеризации н-гексана на нанодисперсных Pd-катализаторах, нанесенных на Al-ZrТаганский монтмориллонит. Показано, что уменьшение содержания Pd от 0,35 до 0,1% в Pd-золь/AlZrCaHMM приводит к небольшому увеличению удельной поверхности образца, общего объема пор и количества мезопор. Конверсия н-гексана растет с повышением температуры и достигает 56,8% на 0,35% Pd-катализаторе и 46,6% на 0,1% Pd-катализаторе при 400°C. Селективность по C<sub>6+</sub> изомерам при 400°C сохраняется очень высокой 93,6-93,8%. Выход продуктов гидрокрекинга не

превышает 0,4%. Введение морденита в состав Pd-золей/AlZrCaHMM повышает его активность и селективность, особенно при температурах 250<sup>0</sup> и 300<sup>0</sup>С. С повышением температуры изомеризации до 400<sup>0</sup>С конверсия н-гексана растет до 57,8% с селективностью по C<sub>6+</sub> 87,3%, выход изогексанов составляет 42,7%. При уменьшении содержания палладия до 0,1% при 350<sup>0</sup>С конверсия н-гексана падает от 54,8% до 51,8%. В исследованном интервале температур селективность по C<sub>6+</sub> изомерам для всех катализаторов сохраняется высокой 87,2–96,6%. Количество продуктов гидрокрекинга не превышает 0,5%. Размер частиц Pd-золей, определен электронно-микроскопически (ЕМВ-125К), составляет 4-7нм. Согласно данным электронной микроскопии катализаторы характеризуются однородным распределением частиц по размерам.

**Ключевые слова:** изомеризация, н-гексан, столбчатый монтмориллонит, катализатор, палладий, алюминий, цирконий, наночастицы, микропоры, мезопоры.

**Введение.** В основе процессов получения компонентов экологически чистых бензинов лежат реакции скелетной изомеризации алканов [1-3]. Изомеризация легких бензиновых фракций с образованием из нормальных парафинов многоветвленных изомеров приобретает все большее значение в производстве моторных топлив и становится стратегическим «бензиновым» процессом, обеспечивающим значительный рост октанового числа во фракциях C<sub>5</sub> – C<sub>6</sub> [4-5]. В связи с этим разрабатываются различные катализаторы изомеризации, которые подразделяются по температурным режимам, по доступности и дешевизне, простоте приготовления и использования, что ведет к разработке новых катализаторов или совершенствованию существующих катализаторов изомеризации [6-9].

Более 20 лет термин «наночастица» или «наноразмерная частица» используется в научной сфере. В последнее время определение наночастиц связывают не только с их размером, а с проявлением у них новых свойств, отличных от свойств объемной фазы. Так, при переходе вещества от макроразмеров к размерам, всего на один-два порядка больше молекулярных, резко меняются его свойства – с увеличением удельной поверхностной энергии изменяется его поверхностное натяжение, температура плавления и температуры структурных переходов; может измениться сама структура, его электронные характеристики, то есть весь спектр физико-химических свойств становится иным, чем для веществ в макросостоянии [10-13].

В качестве источника для получения нанодисперсных частиц активного металла в настоящей работе были использованы гидрозолы палладия, которые синтезировались при восстановлении водородом коллоидных растворов полигидроксикомплексов Pd [11]. Такой метод синтеза обеспечивает получение устойчивых золей со средним размером металлических частиц палладия, равным 4,5 нм [14].

В данной работе изучены свойства бифункциональных морденитсодержащих Pd-катализаторов из гидрозолей Pd, нанесенных на Al-Zr-пилларированный монтмориллонит, и их каталитическая активность в реакции изомеризации н-гексана.

### Экспериментальная часть

Pd-катализаторы готовили методом пропитки носителя водным раствором золей Pd, стабилизированных полиоксометаллатами. Для приготовления золей палладия смешивали раствор Na<sub>2</sub>PdCl<sub>4</sub> и раствор соли Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>, смесь нагревали до кипения до образования коллоидного раствора полигидроксикомплексов Pd(II), который затем охлаждали и пропускали водород до полного почернения раствора, что свидетельствует об образовании Pd-золя.

При синтезе пилларированных глин в качестве фиксирующего агента использован гидроксокомплекс алюминия предполагаемого состава [Al<sub>13</sub>O<sub>4</sub>(OH)<sub>24</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>12</sub>]<sup>7+</sup>, сокращенно (Al<sub>13</sub><sup>7+</sup>) с четырехкоординированным атомом алюминия. Методика получения олигомерного (Al<sub>13</sub><sup>7+</sup>) состоит в гидролизе водного раствора AlCl<sub>3</sub> водным раствором NaOH с соотношением OH/Al<sup>3+</sup>=2,5 и конечным рН=4,1 в условиях интенсивного перемешивания. Методика синтеза алюминиевого монтмориллонита (AlNaHMM) описана в [14].

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 методике [15-17]. В синтезированных нами образцах соотношение Zr<sup>4+</sup>/глина составляло 2,5 ммоль/г глины, а соотношение Al:Zr составляло 1:1. Монтмориллонит пилларировали последовательно путем введения сначала Zr, а затем Al.

Палладий в количестве 0,35 и 0,1 масс.% вносили в пилларированный Al:Zr-монтмориллонитметодом пропитки раствором Pd-золя. Текстуальные характеристики образцов определяли методом БЭТ по низкотемпературной адсорбции азота на приборе ACCUSORB.

Активность образцов в изомеризации н-гексана исследовали в проточном реакторе при варьировании температуры процесса в интервале 250-400<sup>0</sup>С. Процесс проводился в токе водорода при объемной скорости подачи сырья 0,82час<sup>-1</sup>.

### Результаты и их обсуждение

Физико-химические характеристики палладиевых катализаторов на Al-Zr-пилларированном монтмориллоните приведены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, уменьшение содержания Pd от 0,35 до 0,1% в Pd-золь/AlZrCaHMM приводит к небольшому увеличению удельной поверхности образца (от 196,1 до 198,5 м<sup>2</sup>/г) и общего объема пор (от 0,238 до 0,260 см<sup>3</sup>/г). Бесцеолитные Pd-катализаторы являются преимущественно мезопористыми, причем с ростом содержания Pd от 0,1 до 0,35 % количество мезопор уменьшается от 81,6 до 64,2%, в то время как содержание микропор в этих катализаторах растет с 18,4 до 35,8%.

Таблица 1- Удельная поверхность, эффективный объем пор и их распределение для Pd-золь /AlZrCaHMM-катализаторов.

Образец	S, м <sup>2</sup> /г	Общий объем пор, см <sup>3</sup> /г	R, Å	Относительное количество, %	
				Микропоры, (0-20Å)	Мезопоры, (20-80Å)
AlZrCaHMM+HM	249,9	0,167	12,0-70,0	70,7	29,3
0,35%Pd/AlZrCaHMM	196,1	0,238	10,0-65,0	35,8	64,2
0,1%Pd/AlZrCaHMM	198,5	0,260	10,0-70,0	18,4	81,6
0,35% Pd/AlZrCaHMM+HM	219,2	0,247	12,0-69,0	15,2	84,8
0,1% Pd/AlZrCaHMM+HM	222,5	0,216	12,0-69,0	44,1	55,9

Из таблицы 1 видно, что введение морденита способствует росту удельной поверхности пилларированного монтмориллонита и палладиевых катализаторов на его основе. Удельная поверхность морденитсодержащих Pd-катализаторов растет в равной степени независимо от количества Pd в катализаторе.

Введение морденита в Pd-катализаторы на Al-Zr-CaHMM, характеризуется не только ростом удельной поверхности, но и перераспределением пор по размерам по сравнению с Pd-катализаторами без цеолита. Количество мезопор в 0,35%Pd/AlZrCaHMM составляет 64,2%, а с введением морденита количество мезопор увеличивается до 84,8%. При сопоставлении распределения пор по размерам на морденитсодержащем носителе и на Pd-катализаторах на их основе можно видеть, что сам носитель характеризуется микропористой структурой, а при нанесении палладия количество микропор снижается. Так, при введении 0,1% Pd количество микропор уменьшается от 70,7 до 44,1%, в то время как на 0,35%Pd количество микропор еще меньше-15,2%.

Меняющуюся пористую структуру в зависимости от количества нанесенного палладия и наличия морденита наглядно иллюстрируют рисунки 1 и 2. Из рисунка 1 виден рост числа мезопор и уменьшение количества микропор в бесцеолитном Pd-катализаторе с уменьшением содержания палладия. С введением морденита количественное соотношение микро- и мезопор определяется количеством палладия в катализаторе. Для 0,1%Pd- катализатора содержание микропор растет, а количество мезопор снижается с введением морденита. В случае 0,35% Pd- катализатора наблюдается обратная картина: количество микропор уменьшается, а мезопор – увеличивается.

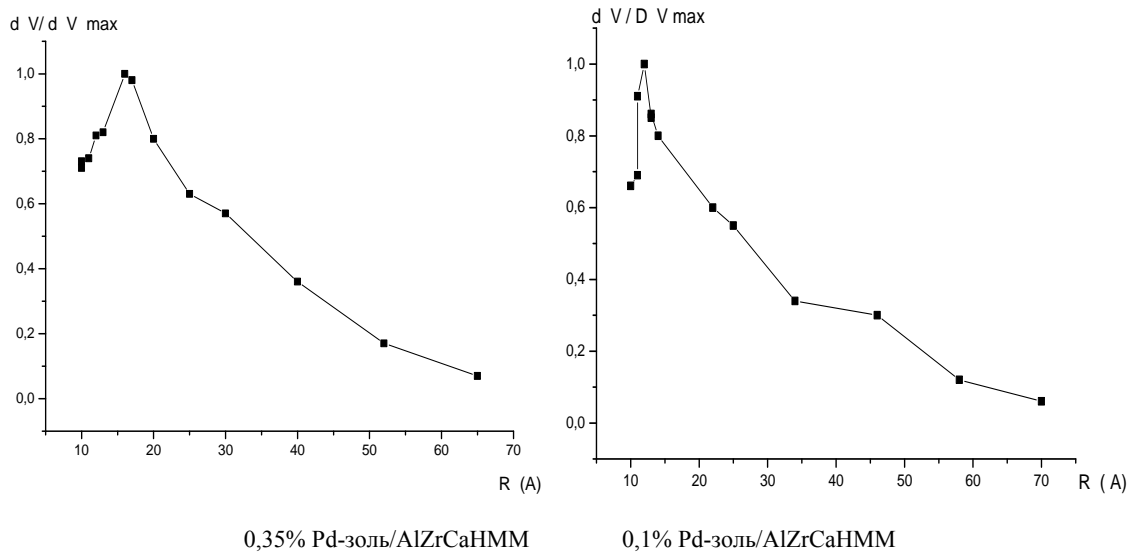
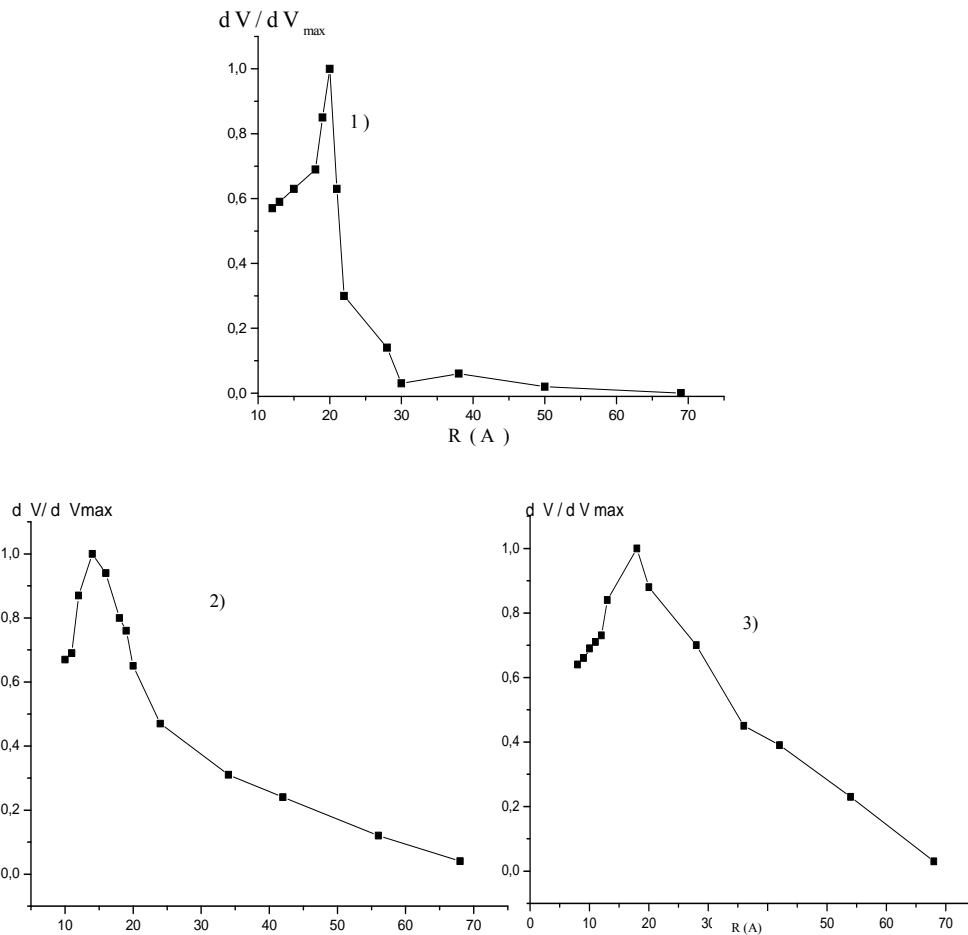


Рисунок 1– Кривые распределения пор по их эффективным радиусам в Pd-золь/AlZrCaHMM – композитных катализаторах в зависимости от содержания металла



Обозначения кривых: AlZrCaHMM+HM (1); 0,35% Pd/AlZrCaHMM+HM (2); 0,1% Pd/AlZrCaHMM+HM (3)

Рисунок 2– Кривые распределения пор по их эффективным радиусам на Pd- AlZrCaHMM+HM – композитном катализаторе в зависимости от содержания металла

Такое изменение текстурных характеристик катализаторов влияет и на их изомеризующую активность в процессе гидроконверсии н-гексана [18-19].

На рисунке 3 и табл.2 показаны изменения конверсии н-гексана, выхода изогексанов, селективности по изомерам на 0,35% и 0,1% Pd-контактах в зависимости от температуры.

Таблица 2 - Изомеризация н-гексана на Pd-золи/AlZrCaHMM– композитном катализаторе

Кат-р	T, °C	$\alpha$ , %	S <sub>C<sub>6</sub></sub> , %	S <sub>C<sub>6</sub>+</sub> , %	Выход продуктов реакции, %											
					{C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub> }	i-Б	2МБ	2,2-ДМБ	2 МП	2,2-ДМП	2,4-ДМП	2,2,3-ТМБ	3,3-ДМП	2 МГ	3 МГ	3 ЭП
0,35 % Pd	250	9,6	68,9	95,7	-	0,2	0,2	3,8	2,8	-	-	2,3	0,1	0,2	-	-
	300	36,6	90,5	96,7	0,1	0,6	0,5	17,9	15,2	-	-	1,5	0,4	0,2	0,2	-
	350	49,9	85,4	93,7	0,2	0,8	2,1	23,0	19,6	0,1	0,3	1,1	0,9	0,4	0,5	0,9
	400	56,8	79,1	93,6	0,2	0,5	3,0	25,2	19,8	0,9	0,6	1,9	1,4	0,6	2,5	0,27
0,1% Pd	250	8,0	63,8	95,3	-	0,14	0,24	2,96	2,15	-	-	2,16	0,04	0,33	-	-
	300	27,7	89,1	98,2	-	0,2	0,3	14,4	10,3	-	-	1,98	0,39	0,03	0,07	0,05
	350	43,0	88,5	95,3	0,16	0,46	1,4	19,7	18,3	0,1	0,2	0,26	1,5	0,6	0,12	0,15
	400	46,6	82,5	93,8	0,43	0,45	2,0	19,9	18,5	0,5	0,5	1,33	1,37	0,43	0,83	0,27

Анализ результатов изомеризации н-гексана на 0,35% и 0,1% палладиевых катализаторах на основе золей показали, что их активность и селективность меняются с уменьшением содержания палладия. Как видно из таблицы 2, конверсия н-гексана растет с повышением температуры и достигает 56,8% на 0,35% Pd-катализаторе и 46,6% на 0,1% Pd-катализаторе при 400<sup>0</sup>С. Селективность по C<sub>6+</sub> изомерам при 400<sup>0</sup>С сохраняется очень высокой 93,6-93,8%. Выход диметилбутана при 400<sup>0</sup>С на 0,35% Pd-контакте составляет 25,2%. При уменьшении содержания палладия до 0,1% выход C<sub>6</sub>-диизомеров уменьшается и составляет 19,9%. При этом выход продуктов гидрокрекинга не превышает 0,4%. На 0,35% Pd-катализаторе при 400<sup>0</sup>С содержание C<sub>6</sub>-изомеров составляет 45%, при уменьшении содержания палладия до 0,1% выход изогексанов составляет 42,2%.

Наглядно данные по выходу изогексанов, селективности и конверсии процесса изомеризации н-гексана на 0,35% и 0,1% Pd-золь-катализаторах при различных температурах иллюстрирует рисунок 3.

Максимальные выходы изогексанов были получены на 0,1-0,35%Pd-катализаторах при температуре 400<sup>0</sup>С, которые составили 38,4-45,0%.

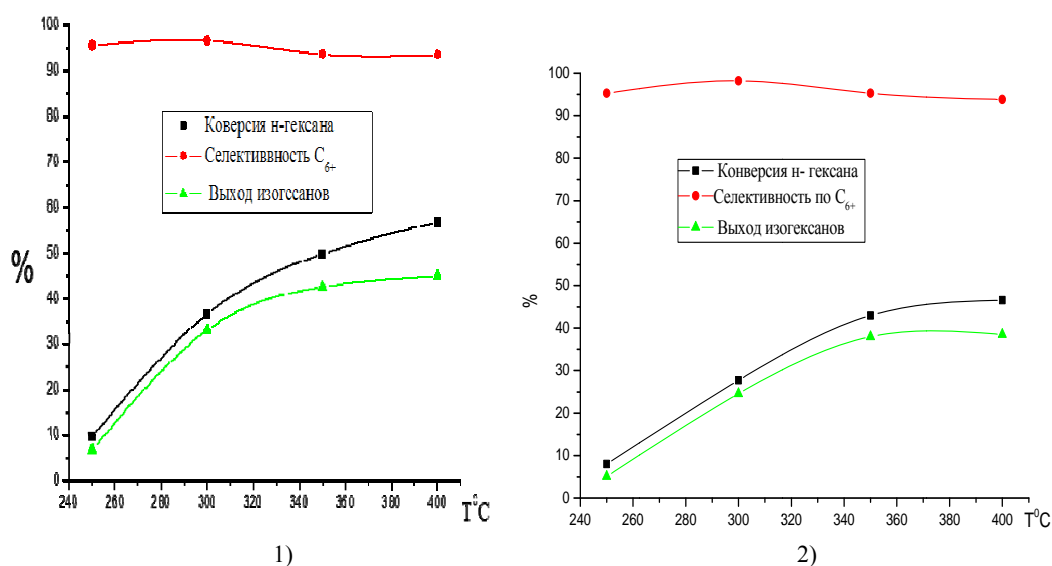


Рисунок 3 - Выход изогексанов, селективности и конверсии процесса изомеризации н-гексана на 0,35%Pd-золь/AlZrCaHMM(1);0,1%Pd-золь/AlZrCaHMM (2)- катализаторах в зависимости от температуры

В таблице 3 и на рисунке 4 приведены данные по изомеризирующей активности Pd-золь/AlZrCaHMM, модифицированном морденитом, в зависимости от содержания металла.

Таблица 3 - Изомеризация н-гексана на Pd-золь/AlZrCaHMM+HM- композитном катализаторе

Кат-р	T, °C	α, %	S <sub>C6</sub> , %	S <sub>C6+</sub> , %	Выход продуктов реакции, %											
					{C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub> }	i-B	2МБ	2,2ДМБ	2МП	2,2 ДМП	2,4ДМП	2,2,3ТМБ	3,3ДМП	2МГ	3МГ	3ЭП
0,35 % Pd	250	17,5	80,9	96,6	-	0,3	0,3	8,6	5,6	-	-	2,3	0,2	0,2	0,1	-
	300	45,4	88,7	94,2	0,4	0,9	1,4	21,5	18,8	-	-	1,5	0,6	0,2	0,2	-
	350	54,8	80,9	87,2	0,5	2,2	4,4	24,7	19,6	0,2	0,1	1,5	1,1	0,2	0,3	-
	400	57,8	73,9	87,3	0,5	2,5	4,3	23,4	19,3	0,7	0,7	1,7	1,6	0,5	2,3	0,3
0,1% Pd	250	13,3	76,2	96,3	-	0,18	0,31	6,04	4,12	-	-	2,29	0,14	0,25	-	-
	300	39,3	91,5	96,8	0,15	0,3	0,8	19,3	16,7	-	-	1,5	0,45	0,06	0,07	-
	350	51,8	83,9	90,1	0,34	1,5	3,3	23,7	19,8	0,17	0,2	0,47	1,17	0,91	0,15	0,16
	400	50,8	76,1	90,1	0,51	1,53	2,6	20,0	18,7	0,86	0,7	2,28	1,37	0,73	1,3	0,27

Введение морденита в составPd-золь/AlZrCaHMM мало влияет на его активность и селективность. На 0,35%Pd/AlZrCaHMM+HM-катализаторемаксимальный выход изогексанов, наблюдается при 350<sup>0</sup>C, который достигает 44,3%, при этом количество С<sub>6</sub> – дизамещенных изомеров составляет 24,7%.

С повышением температуры изомеризации до 400<sup>0</sup>C конверсия н- гексана растет до 57,8% с селективностью по С<sub>6+</sub>87,3%, выход изогексановсоставляет 42,7%. При уменьшении содержания палладия до 0,1% при 350<sup>0</sup>C конверсия н-гексанападает от 54,8% до 51,8%. На этом катализаторе выход изогексанов составляет 43,5%, количество 2,2 диметилбутанов 23,7%. Найдено, что в исследованном интервале температур селективность по С<sub>6+</sub> изомерам для всех катализаторов сохраняется высокой 87,2–96,6%. Количество продуктов гидрокрекинга не превышает 0,5%.

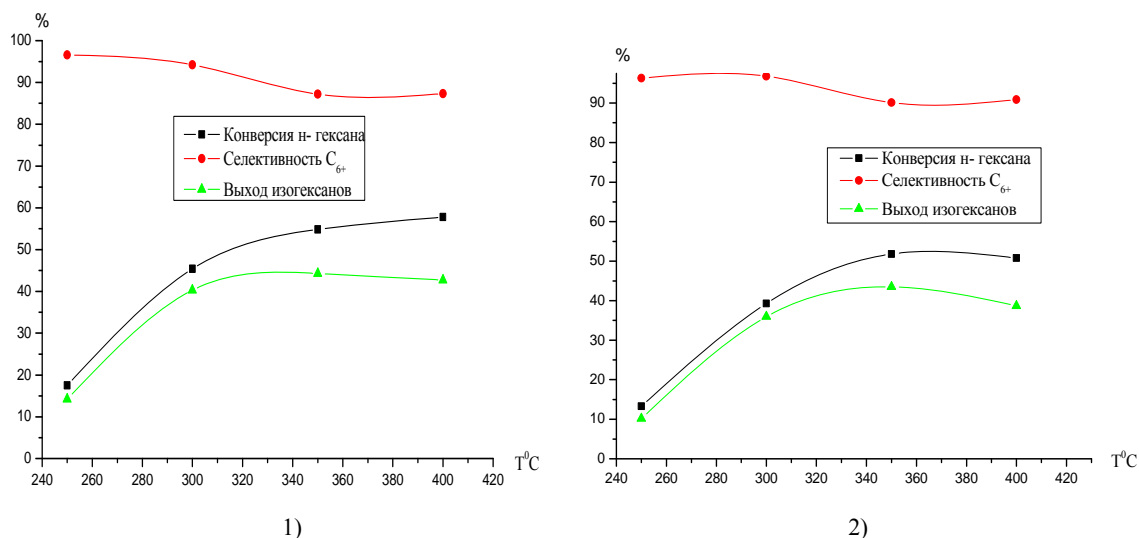


Рисунок 4 - Выход изогексанов, селективности и конверсии процесса изомеризации н-гексана на 0,35%Pd-золь /AlZrCaHMM+HM (1); 0,1%Pd-золь /AlZrCaHMM+HM (2)- катализаторов в зависимости от температуры процесса

Максимальный выход изогексанов был получен на 0,35%Pd/AlZrCaHMM -катализаторе при 400<sup>0</sup>C, что составляет 44,94%. Образование С<sub>7</sub>-изомеров 2,2 ДМП, 2,4 ДМП 2,2,3 ТМБ, 2 МГ, 3МГ, 3 ЭП в количестве 8,2% на этом катализаторе свидетельствует, вероятно, о побочно протекающих процессах при изомеризации н-гексана.

При добавлении морденита в 0,35%Pd-золь-катализатор выход изогексанов составляет 44,3%, а С<sub>7</sub>- изомеры образуются в количестве 3,5%. Аналогичный рост изомеризирующей активности наблюдался наPt-катализаторе, нанесенном на сульфатированный ZrO<sub>2</sub>, при температуре 400<sup>0</sup>C, как и в случае Pd-катализатора на пилларированной глине, что характерно для высокотемпературной



изомеризации по бифункциональному механизму. В классическом виде бифункциональный механизм подразумевает независимое действие «металлических» и «кислотных» центров [20].

Дисперсность частиц Pd-золей определяли электронно-микроскопическим методом (ЕМВ-125К) с применением микродифракции. Согласно данным электронной микроскопии катализаторы характеризуются однородным распределением частиц по размерам (рис. 5). Ранее было показано, что при нанесении Pd-золей на носители размер частиц металла не меняется [14]. В 0,1%Pd-катализаторе из золей микродифракционной картины найдены рефлексы, которые можно отнести к  $\text{Pd}_5\text{Si}$  и  $\text{ZrO}$ , что свидетельствует о взаимодействии Pd с элементами носителя с образованием силицида палладия (рис. 5а). Возможно, это взаимодействие имеет место при проникновении наночастиц Pd-золей в пористую структуру пилларированного монтмориллонита с последующей необратимой сорбцией полиоксометаллата, являющегося неорганическим стабилизатором золя. Действительно, средний размер частиц палладия в 0,35%Pd, полученном из золя полиоксомолибдата ( $\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ ), составляет 3,5–5,5 нм, который мало меняется при нанесении на пилларированную глину (рис. 5б).

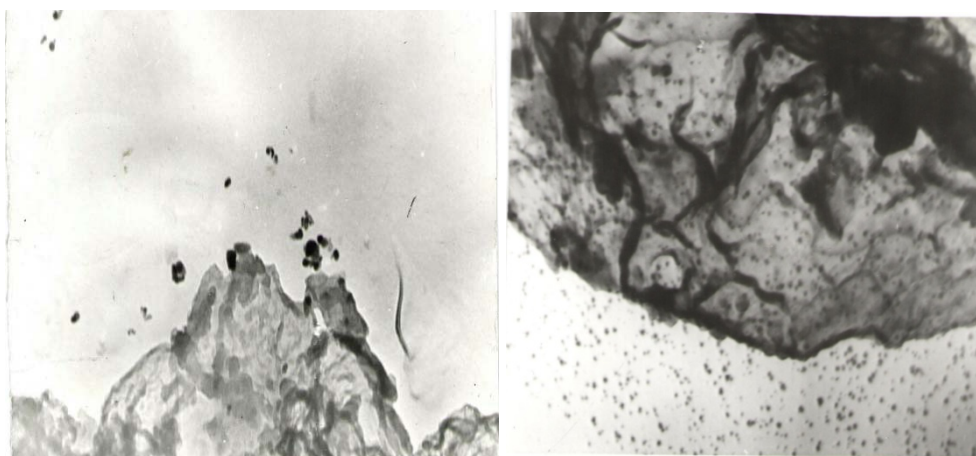


Рисунок 5– Электронномикроскопический снимок 0,35%Pd-золей/ $\text{AlZrCaHMM}$ -катализатора (Увеличение 50000)

На электронномикроскопическом снимке 0,35%Pd-золей/ $\text{AlZrCaHMM}$ -катализаторе видны обширные участки скопления частиц Pd размером 4–5 нм, а также идентифицирован  $\text{ZrO}$ .

С введением морденита в катализатор размер частиц палладия не меняется, что видно на рисунке 6.

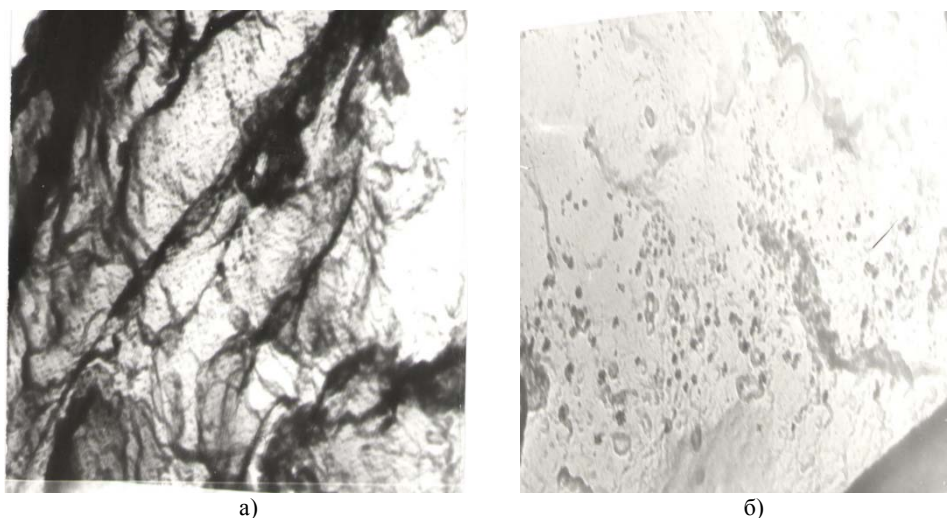


Рисунок 6– Электронномикроскопические снимки 0,1%Pd-золей/ $\text{AlZrCaHMM}+\text{HM}$  (а) (Увеличение 24000); 0,35%Pd-золей/ $\text{AlZrCaHMM}+\text{HM}$  (б) -катализаторов (Увеличение 50000)

Как видно из рисунка 6(а) на катализаторе 0,1%Pd-Z/AlZrCaНММ+НМ, модифицированном морденитом, количество Pd-наночастиц размером частиц -4-5нм небольшое. При увеличении содержания палладия до 0,35% в морденитсодержащем катализаторе(рис.6б) видны мелкие плотные частицы Pd размером 5-7нм, которые образуют небольшие агрегаты из нескольких частиц.

**Выводы.** Были синтезированы Pd-катализаторы из золь, стабилизированных полиоксометаллатами и нанесенных на пилларированный Al/Zr монтморилонит. Определены текстурные свойства носителей и Pd-катализаторов на их основе.

Электронно-микроскопически определен размер частиц палладия в золях, равный 4-7 нм, который не меняется при нанесении на носитель.

Введение морденита в Pd-катализаторы для концентрации Pd 0,35% и 0,1% приводит к увеличению конверсии н-гексана при сохранении высокой селективности.

Испытания полученных катализаторов показали их высокую изомеризующую активность и селективность в реакции изомеризации н-гексана. Максимальный выход изогексанов (24,7%, 2,2ДМБ + 19,6% 2МП) составляет 44,3% при температуре 350<sup>0</sup>С и атмосферном давлении на 0,35%Pd-золь/AlZrCaНММ+НМ.

Авторы благодарят сотрудников лаборатории физико-химических методов исследования за анализ образцов методами БЭТ и электронной микроскопии младшего научного сотрудника Нурмаканова Ержана и научного сотрудника Комашко Ларису Владимировну.

**Источник финансирования исследований.** Работа выполнена в рамках проекта 0256/ГФ4 «Регулирование физико-химических и каталитических свойств модифицированных слоистых алюмосиликатов для синтеза высокооктановых изомеров из н-парафинов нефти».

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Смоликов М.Д., Бикметова Л.И., Кирьянов Д.И., Затолокин Е.В., Казанцев К.В., Муромцев И.В., Белый А.С. Катализаторы изомеризации бензиновых фракций на основе сульфатированного диоксида циркония, нанесенного на Г-AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>// Катализ в промышленности - 2014. - №. - С.44-48.
- [2] Боруцкий П.Н., Подклетнова Н.М. // Катализ в промышленности. 2002. № 2. С. 86—88.
- [3] Зиннуров Р. Р., Зиннуров Д. Р., Ахмедьянова Р. А., Лиакумович А. Г. Скелетная изомеризация н-пентана и н-гексана при комнатной температуре в присутствии каталитических систем на основе галогенидов алюминия, обладающих суперкислотными свойствами. // Вестник казанского технологического университета, 2011 г. №8. С.51-59.
- [4] Кузьмина Р.И., Фролов М.П., Ливенцев В.Т. Изомеризация процессов получения экологически чистых бензинов: учеб. Методическое пособие- Саратовск: изд. Саратовский университет, 2008 г. -88с.
- [5] Бурсиан, Н.Р. Технология изомеризации парафиновых углеводородов. – М.: Химия, 1985. – 191 с.
- [6] Сидоров Г.М., Ахметов А.Ф., Зиннатуллин Р.Р. Опыт получения компонентов автомобильных бензинов с улучшенными экологическими характеристиками// Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 1. – С.31-33.
- [7] Иванова А.А., Гильмутдинов А.Т. Исследование низко- и среднетемпературной изомеризации пентангексановой фракции // Нефтегазовое дело -2013. -№1. -С.341-348.
- [8] Смирнов В.К. Талисман Е.Л., Капустин В.М., Бабаева И.А. и др. Промышленный опыт среднетемпературной изомеризации легкой бензиновой фракции // Нефтепереработка и нефтехимия –2005. -№2. -С.14-17.
- [9] Травкина О.С., Куватова Р.З., Павлова И.Н. и др. Изомеризация н- гексана в присутствии катализатора на основе гранулированного морденита без связующих веществ // Нефтехимия –2015. -№5. -С.826-837.
- [10] Попов Ю. В, Мохов В. М., Небыков Д. Н., Будко И. И. Наноразмерные частицы в катализе: получение и использование в реакциях гидрирования и восстановления (обзор) // ИЗВЕСТИЯ Волг ГТУ -2014. Часть 1- С.5-44.
- [11] Ролдугин, В. И. Самоорганизация наночастиц на межфазных поверхностях / В. И. Ролдугин // Успехи химии. – 2004. – Т. 73, № 2. – С. 123–156.
- [12] Ершов, Б. Г. Наночастицы металлов в водных растворах: электронные, оптические и каталитические свойства // Российский хим. журнал. – 2002. – Т. 45, № 3. – С. 20–30.
- [13] Казаков М.О, Лавренов А.В, Бельская О.Б, Финевич В.П. Влияние природы металлического компонента на свойства бифункционального катализатора изомеризации алканов. // Конференция молодых ученых по нефтехимии к 100-летию со дня рождения проф. А.Ф. Платэ. 3-6 октября 2006г. г. Звенигород - С. 51.
- [14] Максимов Г.М., Зайковский В.И., Матвеев К.И., Лихолобов В.А. Получение коллоидных растворов металлического Pd, стабилизированных полиоксометаллатами, и нанесенных катализаторов на их основе. // Кинетика и катализ. - 2000. -Т.41, №6. 925-932.
- [15] Закарина Н.А., Акурпекова А.К., Волкова Л.Д., Григорьева В.П., Шаповалов А.А. Изомеризация н-гексана на Pd-содержащем столбчатом алюминиевом монтмориллоните. Известия НАН РК, Серия химическая. 2005. №5. С.3-7.

- [16] Gil A., Massinon., Grange P. Analysis and comparison of the microporosity in Al-, Zr- and Ti-pillared clays // *Microporous Materials* -1995 -Vol. 4, №5. –P. 369-378.
- [17] Малимбаева М.М., Закарина Н.А., Акулова Г.В. Pt- катализаторы на столбчатом цирконийсодержащем монтмориллоните в изомеризации н-гексана // *Известия НАН РК. Сер.хим.* -2007. -№3. –С. 27-31.
- [18] 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.
- [19] Liu, C Pt-Pd bi-metall nanoparticles captured and stabilized by imine groups in a periodicmesoporousorganosilica of SBA-15 for hydrogenation of nitrobenzene/ C.Liu, R. Tan, N.Yu, D.Yin// *Microporous and mesoporous materials* – 2010.- V.131.-P.162-169.
- [20] Бикметова Л.И., Казанцев К.В., Затолокина Е.В. 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 н-гексана // *Химия в интересах устойчивого развития.* -2013. -№1. – С. 47-53.

## REFERENCES

- [1] Smolnikov M.D., Bikmetova L.I., Kir'yanov D.I., Zatolokin E.V., Kazancev K.V., Muromcev I.V., Belyj A.S. Kataliz v promyshlennosti. **2014**, 44-48. (in Russ.).
- [2] Boruckij P.N., Podkletova N.M. Kataliz v promyshlennosti. **2002**, 2, 86—88. (in Russ.).
- [3] Zinnurov R. R., Zinnurov D. R., Ahmed'yanova R. A., Liakumovich A. G. Vestnik kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. **2011**, 8, 51-59. (in Russ.).
- [4] Kuz'mina R.I., Frolov M.P., Livencev V.T. Metodicheskoe posobie-Saratovsk: izd. Saratovskij universitet, **2008**, 88. (in Russ.).
- [5] Bursian, N.R. N.R. Bursian. M.: Himiya, **1985**, 191. (in Russ.).
- [6] Sidorov G.M., Ahmetov A.F., Zinnatullin R.R. Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. – **2014**, 1, 31-33. (in Russ.).
- [7] Ivanova A.A., Gil'mutdinov A.T. *Neftegazovoedelo*, **2013**, 1, 341-348 (in Russ.).
- [8] Smirnov V.K., Talisman E.L., Kapustin V.M., Babaeva I.A. idr. *Neftepererabotkaineftekhimiya* **2005**, 2, 14-17 (in Russ.).
- [9] Travkina O.S., Kuvatova R.Z., Pavlova I.N., idr. *Neftekhimiya*, **2015**, 5, 826-837 (in Russ.).
- [6] Skornikova S.A., Kiseleva T.P., Celyutina M.I. idr. *Vestnikirkutskogogosudarstvennogotekhnicheskogouniversiteta*, **2010**, 4, 147-151. (in Russ.).
- [7] Tagiev D.B., Imanova R.V., Starikov R.V. idr. *Neftekhimiya*, **2008**, 1, 29-32. (in Russ.).
- [8] Smolnikov M.D., SHkurenok V.A., Yablokova S.S. *Kataliz v neftepererabatyvayushchejpromyshlennosti*, **2014**, 2, 51-58 (in Russ.).
- [9] Issaadi R., Garin F., Chitour Ch.E., Maire G. *Applied Catal.* **2001**, 207, 323-332.
- [10] Popov Y. V., Mohov V. M., Nebykov D. N., Budko I. I. (obzor) *IZVESTIYA Volg GTU* **2014**, 1: 5-44. (in Russ.).
- [11] Roldugin, V. I. *Uspekhimii*, **2004**, 2, 123–156. (in Russ.).
- [12] Ershov, B. G. *Rossijskij him. Zhurnal*, **2002**, 45: 3, 20–30. (in Russ.).
- [13] Kazakov M.O., Lavrenov A.V., Bel'skaya O.B., Finevich V.P. *Konferenciya molodyh uchennyh ponedel'nyh k 100-letiyu so dnyarozhdeniya prof. A.F. Plateh.* 3-6 oktyabrya, **2006**, Zvenigorod, 51 (in Russ.).
- [14] Maksimov G.M., Zajkovskij V.I., Matveev K.I., Liholobov V.A. *Kinetika kataliz.* **2000**, 6, 925-932 (in Russ.).
- [15] Zakarina N.A., Akurpekova A.K., Volkova L.D., Grigor'eva V.P., SHapovalov A.A. *Izvestiya NAN RK, Ceriya himicheskaya*, **2005**, 5, 3-7 (in Russ.).
- [16] Gil A., Massinon., Grange P. *Microporous Materials.* **1995**, 4, 5, 369-378.
- [17] Malimbaeva M.M., Zakarina N.A., Akulova G.V. *Izvestiya NAN RK. Ser.him.* **2007**, 3, 27-31 (in Russ.).
- [18] Issaadi R., Garin F., Chitour Ch.E., Maire G. *Applied Catal*, **2001**, 207, 323-332.
- [19] Liu, C., *Microporous and mesoporous materials.* **2010**, 131, 162-169.
- [20] Bikmetova L.I., Kazancev K.V., Zatolokina E.V. *Issledovanie Himiya v interesah ustojchivogorazvitiya*, **2013**, 1, 47- 53 (in Russ.).

Н.А. Закарина<sup>1</sup>, А.К. Акурпекова<sup>1</sup>, Л.С. Джумабаева<sup>2</sup>, Д.А. Жумадуллаев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>«Д.В. Сокольский атындағы жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ, Алматы қ.;

<sup>2</sup>Қ.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ.

**Al-Zr-МЕН ПИЛЛАРИРЛЕНГЕН МОНТМОРИЛЛОНИТКЕ  
ҚОНДЫРЫЛҒАН НАНОДИСПЕРСТІ Pd-КАТАЛИЗАТОРЛАРДАҒЫ  
Н-ГЕКСАН ИЗОМЕРИЗАЦИЯСЫ**

**Түйін.** Бұл жұмыста Тағандық монтмориллонитке Al-Zr енгізілген нанодисперсті Pd –катализаторларындағы н-гексан гидроизомеризациясы мәліметтері келтірілген. Нәтиже бойынша, Pd мөлшерінің Pd-Z/AlZrCaHMM–да 0,35–тен бастап, 0,1%–ке дейін төмендеуі кеуектердің жалпы көлемінің, мезокеуектер мөлшерінің және меншікті беттің аздап үлкеюіне әкеледі. н-гексан конверсиясы температура артқан сайын

өседі және 400<sup>0</sup>С кезінде 0,35%Pd-катализаторында 56,8% дейін, ал 0,1% Pd-катализаторында 46,6% дейін жетеді. Нәтиже бойынша, Pd көрсеткішінің Pd-Z/AlZrCaНММ-да 0,35-тен бастап, 0,1%-ке дейін төмендеуі нақты бетінің үлгісі 196,1 м<sup>2</sup>/г-нан 198,5 м<sup>2</sup>/г-ға дейін артуына әкеледі. 400<sup>0</sup>С кезінде C<sub>6+</sub> изомерлері бойынша селективтілігі өте жоғары күйінде сақталады: 93,6-93,8%. Крекинг өнімдерінің шығымы 0,4% аспайды. Pd-золь/AlZrCaНММ құрамына морденит енгізгенде, әсіресе, 250<sup>0</sup>С және 300<sup>0</sup>С температураларында белсенділігі мен селективтілігі артады. Изомеризация температурасын 400<sup>0</sup>С дейін көтерген кезде, C<sub>6+</sub> 87,3% селективтілік кезінде n-гексан конверсиясы 57,8% дейін артып, изогександар шығымы 42,7% құрайды. 350<sup>0</sup>С кезінде палладий мөлшерінің 0,1% дейін төмендегенде n-гексан конверсиясы 54,8%-дан 51,8% дейін төмендейді. Зерттелген температурлар интервалында C<sub>6+</sub>-изомерлер бойынша селективтілік барлық катализаторлар үшін жоғары болды 87,2–96,6%. Гидрокрекингтің өнімдер мөлшері 0,5%-дан аспайды. Pd-золь бөлшектерінің өлшемі электронды-микроскопиялық әдіспен (ЕМВ-125К) анықталған, 4-7 нм құрайды. Электронды микроскопияның нәтижесіне сәйкес катализаторлар өлшемдері бойынша бөлшектердің біртекті таралуымен сипатталады.

**Тірек сөздер:** Изомеризация, n-гексан, бағаналы монтмориллонит, катализатор, палладий, алюминий, цирконий, нанобөлшектер, микрокеуектер, мезокеуектер.

**Сведения об авторах:**

Закарина Н. А. - д.х.н., проф. Алматы, ул. Кунаева 142, ИТКЭ им Д.В. Сокольского, 291-67-90 [nelly\\_zakarina@rambler.ru](mailto:nelly_zakarina@rambler.ru);

Акурпекова А.К. - к.х.н., с.н.с. Алматы, ул. Кунаева 142, ИТКЭ им Д.В. Сокольского, 291-67-90, [akurpekova@mail.ru](mailto:akurpekova@mail.ru);

Джумабаева Л.С. - PhD-докторант, Алматы, ул. Сатпаева 22, КазННТУ им. К.И. Сатпаева [djumabaevs@mail.ru](mailto:djumabaevs@mail.ru);

Жумадуллаев Д.А. - м.н.с., Алматы, ул. Кунаева 142, ИТКЭ им Д.В. Сокольского, 291-67-90 [dauletmmm@mail.ru](mailto:dauletmmm@mail.ru)

**Zh. Zhantayev, G. Khachikyan**

Institute of Ionosphere, Almaty, Kazakhstan

E-mail: [admion1@mail.ru](mailto:admion1@mail.ru)

## ON CREATION OF INTERSTATE SPACE SYSTEM FOR SEISMIC-PROGNOSTIC MONITORING

**Abstract:** The information on the tasks of the pilot project: "Development and certification of the multi-purpose aerospace forecasting monitoring system", planned for execution within the framework of the "Interstate program for innovative cooperation of the CIS member states for the period until 2020" ([http://online.zakon.kz/Document/?Doc\\_id=31399890#pos=1;-230](http://online.zakon.kz/Document/?Doc_id=31399890#pos=1;-230)) by the decision of the Council of CIS Heads of Government of May 31, 2013 (<http://rs.gov.ru/en/pages/5>) is presented. The possibilities of space facilities for solving seismic forecasting problems, as well as possible types of seismic-prognostic information extracted from space monitoring data of modern movements of the earth's crust and ionospheric parameters are considered.

**Keywords:** seismic activity, geodynamics, near earth space.

УДК 550.348

**Ж.Ш. Жантаев<sup>1</sup>, Г.Я. Хачикян<sup>2</sup>**

Институт ионосферы, Алматы

## О СОЗДАНИИ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СЕЙСМОПРОГНОЗНОГО МОНИТОРИНГА

**Аннотация.** Приведена информация о пилотном проекте: «Разработка и сертификация многоцелевой аэрокосмической системы прогнозного мониторинга (МАКСМ)», запланированного для исполнения в рамках «Межгосударственной программы инновационного сотрудничества государств – участников СНГ на период до 2020 года» ([http://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=31399890#pos=1;-230](http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31399890#pos=1;-230)) по решению Совета глав правительств СНГ от 31 мая 2013 года (<http://rs.gov.ru/ru/pages/5>). Рассмотрены возможности космических средств для решения задач сейсмопрогнозного мониторинга, а также возможные виды сейсмопрогностической информации, извлекаемой из данных наземно-космического мониторинга современных движений земной коры и ионосферных параметров.

**Ключевые слова:** сейсмическая активность, геодинамика, околоземное космическое пространство.

### 1. Введение

Эра космических исследований показала, что при решении проблемы прогноза и предупреждения о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера неоценимую пользу вносят данные по исследованию Земли из космоса [1]. Это касается, в том числе, проблемы прогноза катастрофических землетрясений, когда могут погибать сотни тысяч человек, как в случае события М9.1, произошедшего 26 декабря 2004г вблизи острова Суматра, а экономический ущерб может достигать сотен миллиардов долларов США, как в случае события М9.0, произошедшего в Японии 11 марта 2011г. В последние годы разработка методов прогноза сильных землетрясений находится в центре внимания ученых многих развитых стран: Япония, Китай, Тайвань, Индия, Италия, Турция, США, Россия. Примерно 30% территории Казахстана располо-

жено в сейсмоопасных районах, где в недалеком прошлом происходили разрушительные землетрясения с магнитудой более 7.0 (Верненское - 1887г), и даже более 8.0 (Чиликское - 1889г., Кеминское - 1911г), и где такие же события неизбежны в будущем [2], поэтому проблема разработки методов прогноза сильных землетрясений весьма актуальна для Казахстана.

Следует заметить, что в современном обществе практически всегда ставится знак тождества между сейсмологией и прогнозом землетрясений, однако, эти две области деятельности очень далеко отстоят друг от друга. Сейсмология это наука, изучающая внутреннее строение Земли с помощью сейсмических волн, а также регистрирующая и изучающая последствия воздействий сейсмических волн. На самом деле ни сейсмология, ни сейсмометрия (наука об измерениях сейсмических событий) не направлены на прогнозирование землетрясений и, действительно, сегодня ни один сейсмолог в мире не может прогнозировать землетрясения со сколько-нибудь высокой статистической достоверностью. Для прогноза землетрясений необходимо развивать специальную службу, как существует достаточно развитая в настоящее время служба прогноза погоды, оперирующая несметным количеством данных наземно-космического мониторинга о различных атмосферных параметрах, обладающая мощными компьютерными средствами обработки поступающих данных и современными системами моделирования атмосферных процессов. По аналогии, служба прогноза землетрясений также требует, во-первых, большого количества станций мониторинга сейсмопрогностической информации, причем, не только сейсмологического характера, а во-вторых, математических моделей, отображающих процесс подготовки землетрясения (разрушения сплошности геологической среды) под действием сил внутриземной (эндогенной) и внеземной (экзогенной) природы [1-5].

Катастрофы сейсмотектонического характера могут не ограничиваться территорией лишь одного государства, но затрагивать и сопредельные страны. Так, на территории Тянь-Шаня последствия сейсмической катастрофы могут одновременно ощущать Китай, Киргизия, Казахстан, Россия, поэтому давно сформировалось мнение, что вопросы прогноза и предупреждения о сейсмических катастрофах могут быть решены только программным методом на межгосударственном уровне с использованием комплекса данных наземного и космического мониторинга. В этой связи, около пяти лет назад **28 сентября 2012 года было подписано Решение Совета глав правительств Содружества Независимых Государств «О Комплексе мероприятий на 2012-2014 годы по реализации Межгосударственной программы инновационного сотрудничества государств - участников СНГ на период до 2020 года»** ([http://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=31399890#pos=1;-230](http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31399890#pos=1;-230)), а 31 мая 2013 года решением Совета глав правительств СНГ был утвержден Перечень из десяти пилотных межгосударственных инновационных проектов Межгосударственной программы инновационного сотрудничества государств – участников СНГ на период до 2020 года (<http://rs.gov.ru/ru/pages/5>). В их число входит проект: «Разработка и сертификация многоцелевой аэрокосмической системы прогнозного мониторинга (МАКСМ), а также создание на ее основе сервисов комплексного представления информации предупреждения о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера в совокупности с семантическими и геопространственными данными». Основная цель проекта – информационное обеспечение принятия решений по предупреждению катастроф и чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера, снижению их последствий для населения и экономики государств – участников СНГ. Проект направлен на решение нескольких задач, одна из которых связана с решением вопроса мониторинга предвестников сильных землетрясений и получение исходных данных для прогнозирования их возникновения с разработкой сертифицированных методик и алгоритмов сейсмопрогнозного мониторинга (<http://rs.gov.ru/ru/pages/5>). Для решения этой задачи на сейсмоопасных территориях стран-участниц планируется провести создание (дооснащение) станций приёма информации со спутников; изготовление (закупку) приемников и интегрирование их в уже существующие сети станций ионосферной томографии; развёртывание мобильных наземных обсерваторий, оснащенных приёмниками GPS/ГЛОНАСС, гамма-спектрометрами для мониторинга эманации радона, ионозондами вертикального и наклонного зондирования ионосферы, приемниками для измерения аномалий распространения радиоволн в ОНЧ диапазоне (3 Гц - 30 кГц), измерителями атмосферного электрического поля, вертикального тока и проводимости атмосферы.

Для реализации Межгосударственной программы инновационного сотрудничества государств - участников СНГ на период до 2020 года ([http://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=31399890#pos=1;-230](http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31399890#pos=1;-230)) требуются определенные финансовые затраты стран-участников, но к настоящему времени этот вопрос еще не решен и Казахстан пока не принимает участия в выполнении проекта по разработке многоцелевой аэрокосмической системы прогнозного мониторинга (МАКСМ), хотя понятно, что это был бы значимый шаг на пути формирования государственной службы прогноза землетрясений, который бы обеспечивал службу необходимой сейсмопрогностической информацией.

В данной статье рассмотрены запланированные в проекте МАКСМ виды наземно-космического сейсмопрогнозного мониторинга с позиций возможности обеспечения государственной службы прогноза землетрясений регулярной сейсмопрогностической информацией.

## **2. Сейсмопрогностическая информация в данных наземно-космического геофизического и геодинамического мониторинга**

Впервые эффект отклика околоземного космического пространства на геодинамическое событие был задокументирован в работе [6] при сильнейшем M9.2 землетрясении на Аляске 28 марта 1964г, который заключался в том, что на близлежащей к эпицентру ионосферной станции Адак (Аляска) через 19 минут после сейсмического толчка «спокойные» ионограммы стали «возмущенными». Обнаруженный эффект объяснили вертикальными движениями ионосферного слоя за счет акустических волн, распространяющихся из сейсмического очага [7, 8]. К настоящему времени, благодаря работе международной сети наземных ионосферных станций, установлено, что сильные землетрясения могут производить вертикальные колебания ионосферного слоя с размахом до 40 км [9]. В 80-ые годы прошлого века к изучению сейсмо-ионосферных связей стали привлекать космические аппараты и одним из таких был французский спутник DEMETER, работавший на орбите высотой ~660 км в 2004-2010гг. Одна из задач спутника заключалась в регистрации естественного излучения Земли в ОНЧ диапазоне (на частоте 1.7 кГц) и по данным для 8400 коровых землетрясений с магнитудой  $M \geq 5.0$  было статистически достоверно установлено, что интенсивность принимаемых сигналов ослабляется примерно на 3 дБ, если радиоволна на пути к спутнику проходит через район будущего землетрясения за 0 - 4 час. до основного сейсмического толчка [10]. Этот результат обосновывает включение в проект МАКСМ пункта по оснащению исполнителей проекта приемниками для измерения аномалий распространения радиоволн в ОНЧ диапазоне, что может стать одним из видов регулярной сейсмопрогностической информации для службы прогноза землетрясений.

Другая задача спутника DEMETER заключалась в регистрации аномалий ионосферных параметров над районами эпицентров землетрясений. По данным о 6263 событиях с  $M \geq 4.8$  было установлено [11], что наибольшее число ионосферных аномалий (бордовая область на рисунке 1) наблюдается за 1 сутки до землетрясения на расстоянии 100-700км от будущего эпицентра. Ионосферные аномалии накануне сильных землетрясений были обнаружены также на глобальных ионосферных картах полного электронного содержания, построенных по данным спутников навигационной системы GPS. Количество дней с аномальным поведением ионосферы увеличивается с увеличением магнитуды землетрясения, уменьшением глубины гипоцентра, и приближением анализируемого дня к дате землетрясения [12].

Результаты экспериментальных исследований составили фактическую основу для разработки численных моделей вариаций характеристик околоземного космического пространства в период подготовки землетрясений. Следует отметить, что модели уже достаточно адекватно отображают экспериментально наблюдаемые эффекты. Например, один из эффектов заключается в том, что на высоте полета спутников развивается обычно положительная аномалия в электронной концентрации с восточной стороны от проекции эпицентра на высоту орбиты, но отрицательная - с западной стороны. Для электронной температуры знак аномалий бывает противоположным. Этот эффект демонстрирует рисунок 2а в связи с сильным M7.7 землетрясением в Охотском море 5 июля 2008г [13]. На нижней панели показаны долготные вариации относительной разности (в процентах) электронной концентрации ( $\Delta Ne \%$ ) между 5 июля (день землетрясения) и 22 июня (13 дней до события), а на верхней панели показано то же самое, но для относительной разности

электронной температуры ( $\Delta T_e\%$ ). Вертикальная красная линия маркирует долготу проекции эпицентра на высоту орбиты. Видно, что в день землетрясения с восточной стороны от красной линии произошло увеличение электронной концентрации и уменьшение электронной температуры, а с западной стороны ситуация была противоположной.

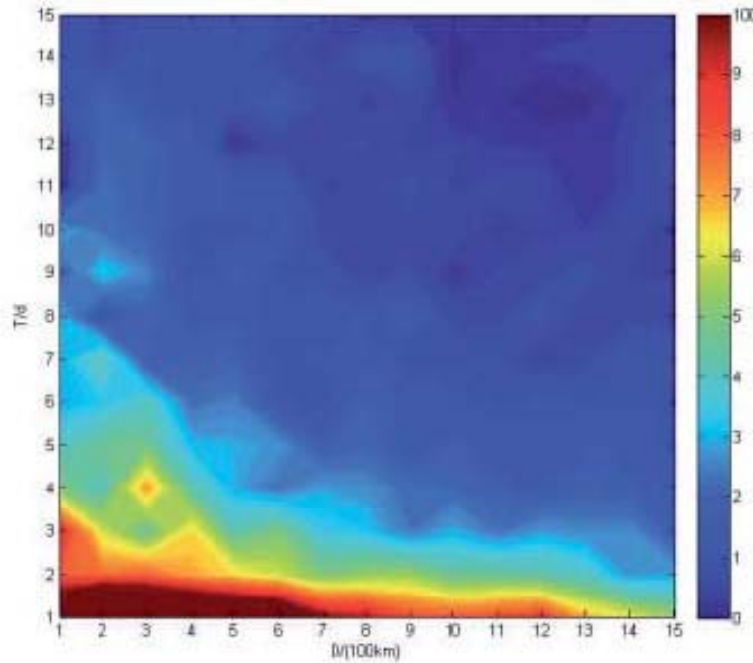


Рисунок 1 - Двумерная гистограмма числа ионосферных аномалий в радиусе 1500 км относительно эпицентра землетрясения, как функция от количества дней (T) перед основным толчком и расстоянием (D) между эпицентром и проекцией орбиты DEMETER на земную поверхность [11].

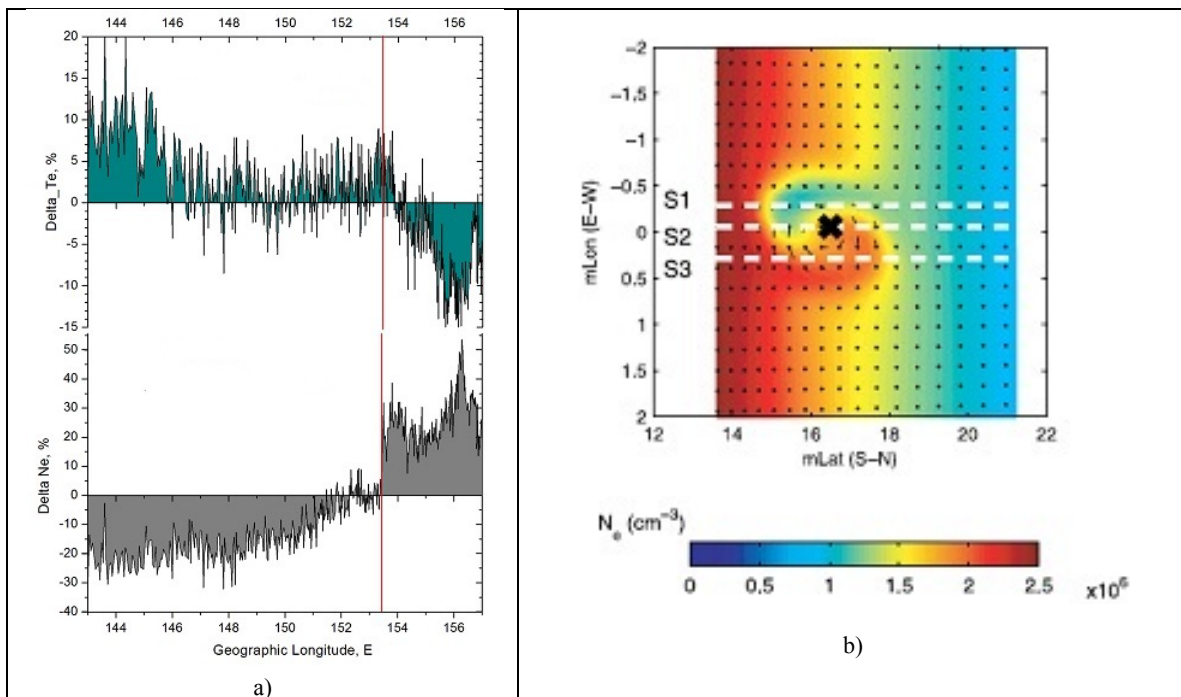


Рисунок 2 – (а) Относительная разность (в процентах) электронной концентрации (нижняя панель) и электронной температуры (верхняя панель) между 5 июля и 22 июня 2008г вдоль трассы пролета спутника DEMETER в связи с землетрясением М7.7 в Охотском море 5 июля 2008г [13]; (б) - результат численного моделирования вариаций электронной концентрации в ионосфере на высоте полета спутника за счет сейсмогенного электрического поля, черный крестик - проекция эпицентра на высоту орбиты [14].



На рисунке 2b приведен результат численной модели [14] для вариаций электронной концентрации на высоте полета спутника за счет сейсмогенного электрического поля. По горизонтальной оси указана широта, по вертикальной - долгота, а черный крестик маркирует проекцию эпицентра на высоту орбиты. Согласно математической модели, сейсмогенное электрическое поле порождает дрейф плазмы в скрещенных электрическом и магнитном полях, что приводит к повышению электронной концентрации с восточной стороны от проекции эпицентра (красный язык) и понижению с западной стороны (сине-зеленый язык). Этот результат моделирования подтверждается экспериментальными данными на рисунке 2a (нижняя панель). Для аномалий электронной температуры модель предсказывает противоположное пространственное распределение, чем для электронной концентрации, и данные на рисунке 2a (верхняя панель) также согласуются с модельными расчетами. Факт взаимосвязи характеристик околоземного космического пространства с геодинамическими процессами, установленный экспериментально и подтвержденный методами математического моделирования, обосновывает включение в проект МАКСМ заданий по созданию (дооснащению) сейсмически активных территорий стран-участниц станциями приёма спутниковой информации; изготовлению (закупке) приемников и интегрированию их в уже существующие сети станций ионосферной томографии; установке ионозондов вертикального и наклонного зондирования. Мониторинговые данные указанных установок, предоставляющие регулярную информацию о пространственно-временном распределении ионосферных аномалий, могут стать одним из основных видов сейсмопрогностической информации для службы прогноза землетрясений.

Несмотря на общее согласие математических моделей сейсмо-ионосферных связей с экспериментальными данными, в моделировании все еще остается ряд спорных вопросов, один из которых касается механизмов ионизации приземной атмосферы, что необходимо для проникновения в ионосферу сейсмогенного электрического поля. Существует предположение, [15], что источником ионизации может быть радиоактивный газ радон, выходящий на дневную поверхность при раскрытии микротрещин в горной породе. Для проверки этого предположения в проект МАКСМ включены пункты по установке на территориях стран-участниц комплекса сертифицированных приборов, в том числе, гамма-спектрометров для мониторинга эманации радона, измерителей атмосферного электрического поля, вертикального тока и проводимости атмосферы. Вероятно, мониторинговые данные таких приборов также могут стать одним из видов сейсмопрогностической информации для службы прогноза землетрясений.

С точки зрения сейсмопрогнозного мониторинга, в межгосударственном проекте МАКСМ большую ценность представляет задание по развёртыванию/дооснащению на территориях стран-участниц мобильных наземных обсерваторий, оснащенных приёмниками GPS/ГЛОНАСС, что направлено на повышение точности определения характеристик современных движений земной коры. Мониторинговые данные о современных движениях являются фактической основой для определения параметров напряженно-деформированного состояния (НДС) земной коры и их вариаций в пространстве и во времени, что напрямую связано с деформационными процессами в литосфере, результатом которых являются землетрясения, реализуемые через разрушение горной породы. Процесс разрушения начинается с появления в районе будущего очага микротрещин, с последующим укрупнением их размеров и уменьшения количества до образования магистрального разрыва [16]. При выделении зон повышенной трещиноватости (района будущего очага), ключевыми являются такие параметры НДС как интенсивность касательных напряжений, которая отображает величину потенциальной энергии, накопившейся за счет деформаций и образования трещин и далее выделяющейся при землетрясении, и параметр Лоде-Надаи характеризующий вид деформации. Создание густой сети приёмников GPS/ГЛОНАСС в сейсмоактивных районах, обеспечит высокую точность прямых расчетов основных параметров НДС и их пространственно-временных вариаций из данных наземно-космического мониторинга, и результаты этих расчетов будут ключевой сейсмопрогностической информацией для службы прогноза землетрясений.

### 3. Заключение

В рамках Межгосударственной программы инновационного сотрудничества государств – участников СНГ на период до 2020 года» **запланировано выполнение проекта** «Разработка и сертификация многоцелевой аэрокосмической системы прогнозного мониторинга (МАКСМ)»

решением Совета глав правительств СНГ от 31 мая 2013 года (<http://rs.gov.ru/ru/pages/5>), где одна из задач направлена на мониторинг предвестников сильных землетрясений и получение исходных данных для прогнозирования их возникновения с разработкой сертифицированных методик и алгоритмов сейсмопрогнозного мониторинга. Для решения этой задачи планируется на межгосударственном уровне провести дооснащение территорий стран-участниц необходимым оборудованием, включая: установку дополнительных станций приёма информации со спутников в сейсмоопасных регионах; изготовление (закупку) приемников и интегрирование их в уже существующие сети станций ионосферной томографии; развёртывание мобильных наземных обсерваторий, оснащенных приёмниками GPS/ГЛОНАСС; закупку и установку ионозондов вертикального и наклонного зондирования ионосферы, приемников для измерения аномалий распространения радиоволн в ОНЧ диапазоне, гамма-спектрометров для мониторинга эманации радона, измерителей атмосферного электрического поля, вертикального тока и проводимости атмосферы. Основная часть перечисленного оборудования уже функционирует на сейсмоопасной территории Казахстана, но желательно его дооснащение, что позволит вплотную подойти к решению вопроса наземно-космического сейсмопрогнозного мониторинга, который бы обеспечивал государственную службу прогноза землетрясений регулярной сейсмопрогностической информацией по аналогии с тем, как наземно-космический мониторинг атмосферных параметров обеспечивает регулярной метеорологической информацией государственную службу прогноза погоды. В этой связи представляется целесообразным участие Казахстана в Межгосударственной программе инновационного сотрудничества государств – участников СНГ на период до 2020 года».

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Жантаев Ж.Ш., Мусабаев Т.А., Бибосинов А.Ж. Наземно-космические технологии изучения динамики земной коры и развитие методов прогноза землетрясений. Lambert Academic Publishing, 2013 г. -348 с.
- [2] Курскеев А. К. Землетрясения и сейсмическая безопасность Казахстана. Алматы. Эверо. - 2004. - 504 с.
- [3] Курскеев А.К., Абаканов Т.Д. Ритмы и энергетика современных геодинамических и сейсмических процессов. – Алматы-2007. – С. 64.
- [4] Жантаев Ж.Ш. Влияние солнечно-земных связей на возникновение чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. В кн.: Жантаев Ж.Ш. Некоторые вопросы воздействия факторов космической погоды на здоровье человека и биосферу. Алматы. – 2003. С. 38-47.
- [5] Геодинамика и солнечно-земные связи/ Сборник трудов под ред. Ж.Ш. Жантаева.– Алматы: А-ТРИ ПРИНТ, 2013. 303 с.
- [6] Davies R., D. Baker. Ionospheric Effects Observed Around the Time of the Alaska Earthquake of March 28 1964 // Journal of Geophysical Research. 1965. – V. 70. - # 9. – P. 2251-2253.
- [7] Bolt B. A. Seismic Air Waves from the Great 1964 Alaskan Earthquake // Nature. 1964. - # 202. - P. 1094-1095.
- [8] Leonard R. S., R. A. Barnes, Observation of Ionospheric Disturbances Following the Alaska Earthquake // Journal of Geophysical Research. 1965. - V. 70. - P. 1250-1253.
- [9] Liu J. Y., Y. B. Tsai, S. W. Chen, C. P. Lee, Y. C. Chen, H. Y., Yen, W. Y. Chang, C. Liu. Giant Ionospheric Disturbances Excited by the M9.3 Sumatra Earthquake of 26 December 2004. // Geophysical Research Letters. 2006. – V. 33. - # 2. - DOI: 10.1029/2005GL023963.
- [10] Piša D., F. N`emec, O. Santolik, M. Parrot, and M. Rycroft. Additional Attenuation of Natural VLF Electromagnetic Waves Observed by the DEMETER Spacecraft Resulting from Preseismic Activity. // Journal Geophysical Research. 2013. - V. 118. – P. 5286-5295.
- [11] Parrot M., M. Li. DEMETER Results Related to Seismic Activity // Radio Science Bulletin. 2015. - № 355. - P. 18-25.
- [12] Le H., J. Y. Liu, and L. Liu. A Statistical Analysis of Ionospheric Anomalies Before 736 M6.0+ Earthquakes During 2002-2010 // Journal of Geophysical Research. 2011. V. 116. - A02303. - doi:10.1029/2010JA015781.
- [13] Жантаев Ж.Ш., Хачикян Г.Я., Ким А.С., Николаевский Н.Ф. Исследование воздействия геодинамических процессов в литосфере на характеристики ионосферного слоя по спутниковым данным // Вестник КазНИИАС. –2016. – №2 (64). - С. 34-42.
- [14] Kuo C.L., Huba J.D., Joyce G., Lee L.C. Ionosphere plasma bubbles and density variations induced by pre-earthquake rock currents and associated surface charges // J. Geophys. Res. -2011. -V.116. - A10317. - doi:10.1029/2011JA016628.
- [15] Pulinet S. and D. Ouzounov. Lithosphere-Atmosphere-Ionosphere Coupling (LAIC) Model – A Unified Concept for Earthquake Precursors Validation // Journal Asian Earth Science. 2011. - V. 41. - № 4-5. - P. 371-382. - doi:10.1016/j.jseaes.2010.03.005.
- [16] Соболев Г.А. Изучение образования предвестников разрыва сдвигового типа в лабораторных условиях // Поиск предвестников землетрясений. – М., 1978. – С. 86–99.

## REFERENCES

- [1] Zhantaev Zh.Sh., Musabaev TA, Bebosinov A.Zh. Ground-space technologies for studying the dynamics of the earth's crust and the development of earthquake prediction methods. Lambert Academic Publishing, **2013**. 348 p.
- [2] Kurskeev AK Earthquakes and seismic safety in Kazakhstan. Almaty. Evero. **2004**. 504 p.
- [3] Kurskeev AK, Abakanov TD Rhythms and energy of modern geodynamic and seismic processes. Almaty, **2007**. P. 64.
- [4] Zhantaev Zh.Sh. The influence of solar-terrestrial connections on the emergence of emergency situations of natural and man-made character. In the book: Zhantaev Zh.Sh. Some issues of the impact of space weather factors on human health and the biosphere. Almaty, **2003**. P. 38-47.
- [5] Geodynamics and solar-terrestrial connections / Proceedings edited by. J.S. Zhantayev. Almaty: A-THREE PRINT, **2013**. 303 p.
- [6] Davies R., D. Baker. Ionospheric Effects Observed Around the Time of the Alaska Earthquake of March 28 1964 // Journal of Geophysical Research. **1965**. V. 70. # 9. P. 2251-2253.
- [7] Bolt B. A. Seismic Air Waves from the Great 1964 Alaskan Earthquake // Nature. **1964**. # 202. P. 1094-1095.
- [8] Leonard R. S., R. A. Barnes, Observation of Ionospheric Disturbances Following the Alaska Earthquake // Journal of Geophysical Research. **1965**. V. 70. P. 1250-1253.
- [9] Liu J. Y., Y. B. Tsai, S. W. Chen, C. P. Lee, Y. C. Chen, H. Y., Yen, W. Y. Chang, C. Liu. Giant Ionospheric Disturbances Excited by the M9.3 Sumatra Earthquake of 26 December 2004. // Geophysical Research Letters. **2006**. V. 33. # 2. DOI: 10.1029/2005GL023963.
- [10] Piša D., F. N`emec, O. Santolik, M. Parrot, and M. Rycroft. Additional Attenuation of Natural VLF Electromagnetic Waves Observed by the DEMETER Spacecraft Resulting from Preseismic Activity // Journal Geophysical Research. **2013**. V. 118. P. 5286-5295.
- [11] Parrot M., M. Li. DEMETER Results Related to Seismic Activity // Radio Science Bulletin. **2015**. № 355. P. 18-25.
- [12] Le H., J. Y. Liu, and L. Liu. A Statistical Analysis of Ionospheric Anomalies Before 736 M6.0+ Earthquakes During 2002-2010 // Journal of Geophysical Research. **2011**. V. 116. - A02303. - doi:10.1029/2010JA015781
- [13] Zhantaev Zh.S., Khachikyan G.Ya., Kim A.S., Nikolaevsky N.F. Investigation of the impact of geodynamic processes in the lithosphere on the characteristics of the ionospheric layer from satellite data // Bulletin of KazNIISA. **2016**. №2 (64). P. 34-42.
- [14] Kuo C.L., Huba J.D., Joyce G., Lee L.C. Ionosphere plasma bubbles and associated variability induced by pre-earthquake rock currents and associated surface charges // J. Geophys. Res. **2011**. V.116. A10317. doi: 10.1029 / 2011JA016628.
- [15] Pulnits S. and D. Ouzounov. Lithosphere-Atmosphere-Ionosphere Coupling (LAIC) Model - A Unified Concept for Earthquake Precursors Validation // Journal of Asian Earth Science. **2011**. V. 41. No. 4-5. P. 371-382. doi: 10.1016 / j.jseaes.2010.03.005.
- [16] G. Sobolev Study of the formation of shear-type precursors in the laboratory conditions // Search for precursors of earthquakes. M., **1978**. P. 86-99.

**Ж.Ш. Жантаев, Г.Я. Хачикян**

<sup>1</sup>директор, ф.-м.ғ.д., ҚР ҰҒА корр.-мұш., Иионосфера институты, Алматы  
<sup>2</sup>лаборатория меңгерушісі, ф.-м.ғ. д., ДТОО «Институт иионосферы», Алматы

**СЕЙСМИКАЛЫҚ БОЛЖАМДЫ МОНИТОРИНГІНІҢ  
 МЕМЛЕКЕТАРАЛЫҚ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ**

**Түйін:** пилоттық жоба «Көпмақсатты аэроғарыштық болжалды мониторинг жүйесінің дамыту және сертификаттау» жобасын «Мемлекеттердің инновациялық ынтымақтастығы мемлекетаралық бағдарламасының - 2020 жылға дейінгі кезеңге арналған ТМД-ға қатысушы» аясында орындауға жоспарланған туралы ақпарат [http://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=31399890#pos=1;-230](http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31399890#pos=1;-230)) 31 мамыр 2013 ж. ТМД үкіметі кеңесінің (<http://rs.gov.ru/ru/pages/5>) басшыларының шешімі бойынша орындалған. Кеңістіктің сейсмикалық болжау мүмкіндіктерінің мониторингінің міндеттерін шешу, сондай-ақ, жер қыртысының қазіргі заманғы қозғалыстар мен иионосфера параметрлерінің жер-ғарыштық мониторинг деректері алынған ақпарат сейсмикалық болжаудың ықтимал түрлері үшін білдіреді.

**Тірек сөздер:** Сейсмикалық белсенділік, геодинамика, жерге жақын ғарыштық кеңістік.

**Сведения об авторах:**

Жантаев Жумабек Шабденамович - директор ДТОО «Институт иионосферы» АО «НЦКИТ», доктор физ.-мат. наук, член-корреспондент НАН РК, академик КазНАЕН РК, Институт иионосферы, Алматы. [admion1@mail.ru](mailto:admion1@mail.ru);

Хачикян Галина Яковлевна - заведующая лабораторией доктор физ.-мат. наук, ДТОО «Институт иионосферы» АО «НЦКИТ», Алматы, [galina.khachikyan@gmail.com](mailto:galina.khachikyan@gmail.com)

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

ISSN 2224-5227

Volume 5, Number 315 (2017), 100 – 106

УДК 591.874:616.018

**B.G. Yeszhan<sup>1,2</sup>, Z.S. Orynbayeva<sup>2</sup>, S.T. Tuleukhanov**

<sup>1</sup>Department of Biophysics and Biomedicine, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan;

<sup>2</sup>Department of Surgery, Drexel University College of Medicine, Philadelphia, USA

E-mail: [banu.23@mail.ru](mailto:banu.23@mail.ru)

**"ON THE MEDICAL AND COMPARATIVE FEATURES  
OF DANAZOL DRUG IN TREATMENT  
OF DIFFERENT PATHOLOGY OF MAMMARY GLAND"**

**Abstract:** In the present article, the literature data of the structural features of the preparation of danazol are given, as well as the therapeutic properties of this drug in the treatment of various pathologies of the mammary gland.

Based on the analyzed literature on the structure of danazol and their therapeutic properties in the treatment of different pathologies of the mammary glands, especially fibrocystic mastopathy, it can be concluded that the structural feature of danazol is the presence of 7 $\alpha$ -pregna-2,4-diene-20-ino (2, 3-d) isoxazole-17-ol, however, the efficacy of danazol in the treatment of fibrocystic mastopathy has not been fully established, that is, the mechanism of danazol in the pathology of fibrocystic mastopathy requires further investigation.

**Key words:** Danazol, mastopathy, etiogenesis, progesterone.

УДК 591.874:616.018

**Б.Г. Есжан<sup>1,2</sup>, З.С. Орынбаева<sup>2</sup>, С.Т. Төлеуханов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті Қазақстан, Алматы;

<sup>2</sup>Дрексел Университеті, АҚШ, Филадельфия

**«СҮТ БЕЗІНІҢ ӘРТҮРЛІ ПАТОЛОГИЯЛАРЫНДА  
ДАНАЗОЛ ПРЕПАРАТЫНЫҢ ҚОЛДАНЫЛУЫНЫҢ  
САЛЫСТЫРМАЛЫ СИПАТТАМАЛАРЫ»**

**Аннотация.** Мақалада сүт безінің анатомия-физиологиялық құрылымынан бастап, әртүрлі патологияларына сипаттама беріле отырып аталған патологияларда кеңінен қолданылып жүрген гормональды препараттардың бірі даназолдың химиялық құрылымы мен клеткалық деңгейдегі әсер ету механизмдері сипатталады.

Сүт безінің сырқаттарының қай-қайсысы болмасын ағза жүйелерінің ретті қызметінің бұзылуына әкелумен қатар, әлеуметтік аурулардың ішінде өзекті болып отырған қатерлі ісік ауруларына дейін туындау қаупінің бар екені анықталған.

Аталған патологиялардағы қолданылатын препараттардың тиімділігі мен қатар жанама әсерлерін де ескеретін болсақ, әсер ету механизмдерінің клеткалық метаболизм деңгейінде түбегейлі зерттеуді қажет ететіні көреміз.

**Кілт сөздер:** даназол, мастопатия, этиогенез, прогестерон.

Сүт безінің анатомиялық құрылымының сипаттамасын қарастыратын болсақ, орналасуы бойынша кеуде қуысының алдыңғы бөлігінде үшінші және жетінші қабырғалар тұсында орналасқан жұп мүше. Құрылымы жағынан он бес жиырмаға жуық бөліктерден тұратын бездер арасында дәнекер ұлпалары мен қатар жүйке талшықтарымен бірге қан тамырларымен жабдықталған. Сүт бездерінің қанмен қамтамсыз етілуі кеуде тармақтарымен қатар қабырға аралық артериялармен жабдықталады.

Сүт безінің қандай да бір патологиясын анықтау мақсатында диагностика тәсілдерінің бірқатарына: анамнез жиынтығы, сүт безін тексеру, қандай да бір ісіктің болмауын қадағалау секілді зерттеу әдістері кеңінен жүргізіледі. Анамнез жиынтығына әйел дамдардың етеккір циклының реттілігінен бастап, жүктілік кезеңдеріндегі өзгерістер, циклдың бұзылысы, сүт безінің жарақаттары, аталған бездің қатерлі ісік түріндегі формаларының туыстық кездесу жиілігі т.б мәліметтер қарастырылса, сүт безін тексеру барысында әйел адам денесінің тігінен және көлденең жатқан күйінде бездің формасы мен тері жабындыларының және қанмен жабдыталуының тармақтарына дейін толыққанды қарастырылады. Сүт безін зерттеудің әмбебап әдістерінің бірі пальпация әдісі бездер түйінінің қозалғыштығын анықтауға мүмкіндік береді. Ал сүт безінің өзектерінің патологиялық сипаттарының бар жоқтығын анықтау барысында бөлінетін бөлінділермен қатар Прибрама, Краузе, Кениг ауруларының белгілерімен қатар ареолалар деформациясын да анықтайды [1,2].

Диагностикалық құралдармен сүт безінің белілі бір патологияларын анықтау барысында сүт безінің трансиллюминациясы (патологиялық ошақтардың бар жоғын тексеретін жарық арқылы жүргізілетін әдіс), маммография, ультрадыбысты зерттеулер, радионуклидтер енгізумен жүргізілетін радиоизотопты әдістер қолданылады.

Сүт безінің патологияларына ісіктер, қабыну және дисгормональды аурулар, зақымдалу, даму кезіндегі кемістіктер т.б. жатады.

Сүт безінің әртүрлі патологиялары:

- Гипомастия. Эндокринді алмасулардың бұзылысына орай сүт безінің дұрыс жетілмеуі.
- Гипермастия. Бұл жағдайда керісінше сүт безінің гипертрофты дамуынан болады. Қыз балалардағы екінші реттік жыныстық жетілу сатысында болатын гормональды бұзылыстан туындайтын патология.
- Гинекомастия. Ер адамдардағы сүт безіні ұлғаюымен сипатталатын гормональды аурулар.
- Мастит. Кең таралған сүт безінің ауруы. Бала емізу кезеңдерінде жиі қабынатын жағымсыз жағдай.
- Телит. Сүт безінің ұштарының қабынуы. Сирек кездесетін, дегенменде қабыну үдерісінің жоғарғы деңгейінде маститке дейін ұласып кетеді.
- Сүт безінің туберкулезі. Туберкулезге қарсы препараттармен емделетін, сирек кездесетін, арнайы цитологиялық және гистологиялық зерттеулер нәтижесінде ғана анықталатын сүт безінің қабынуы.
- Актиномикоз. Актиномицит саңырауқұлақтарының әсерінен туындайтын инфекциялық ауру. Емі ота жасау, антибиотиктер және рентгенотерапиялық.
- Сүт безінің қатерсіз ісіктері. Эпителиальды өзгерістер нәтижесінде туындайтын- сүт безі өзегінің аденомасы, папилломасы, фиброаденома, т.б.
- Сүт безінің қатерлі ісіктері. Көп жағдайда алғашқы жүктілік 35 жастан асқан соң анықталған жағдайда, етеккір циклінің 17 жастан кейін келуі, менапауза уақытының кеш туындауы, бала көтермеген әйел адамдарда, тұқымқуалаушылық сипаттағы жайларда тіркеледі.
- Мастопатия. Сүт безі ұлпаларының тығыздалуынан туындайтын кең таралған патологиялық өзгеріс. Сипатына қарай бірнеше түрлерге бөлінеді [3,4].

Дәл осы жерде назар аударатын жайттардың бірі сүт безінің жоғарыдағы аталған патологиясы болып отыр. Өйткені мақала негізі болып отырған препараттың қолданылу жиілігі мастопатияның «фиброзды-кистозды» түрінде кеңінен қолданыс алғаны, аталған сырқаттың маңыздылығы, ауырлық сипаты, кездесу жиілігі, дәрілік заттың әсері мен клеткалық деңгейдегі механизмдерін толыққанды қарауды назар аудартады.

Осы патологияларға, әсіресе сүт безінің қатерлі ісігінің фиброзды кистозды мастопатияның әртүрлі патологияларында туындауы өзекті мәселелердің бірі болып отыр.

Фиброзды–кистозды мастопатияның этиопатогенетикалық механизмдерінің көптүрлілігін және олардың метаболизм процесстерінің дамуына да деңгейлі әсер ететінін ескере отырып, мастопатияны емдеу кезеңдері де бірнеше құрылымды болатыны сөзсіз. Клетка метаболизіміне жан-жақты әсері мен гормональды статусын ескере отырып табиғи факторға сәйкес келетін ем жүргізілуі ғана жақсы нәтиже беретіні ұйғарылған.

Фиброзды-кистозды мастопатияға ұшыраған науқастар санының артуына байланысты клиникалық зерттеулермен қатар әртүрлі ғылыми – зерттеу жұмыстары көптеп жүргізіле бастады және әліде жалғасуда. Осы мақсаттар барысында синтетикалық және табиғи емдік заттар түрлері көптеп ұсынылуда. Дегенмен бірде бірі осы уақытта нақты емдік нәтиже бермей отыр[5].

Ауру сипатының күрделілігімен қатар аурудың пайда болуы да жас талғамайтын сипатқа ие екені анықталған.

Фиброзды – кистозды мастопатияның этиопатогенетикалық механизмдерінің көптүрлілігін және олардың метаболизм процесстерінің дамуына да деңгейлі әсер ететінін ескере отырып, мастопатияны емдеу кезеңдері де бірнеше құрылымды болатыны сөзсіз. Клетка метаболизіміне жан-жақты әсері мен гормональды статусы ескере отырып табиғи факторға сәйкес келетін ем жүргізілуі ғана жақсы нәтиже беретіні ұйғарылған.

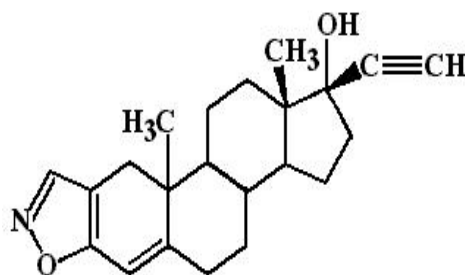
Аталған патологияға ем қолданудағы күрделі мәселелер негізі-кешенді терапия барысында ағзаның детоксикациясы ескерілуі керек. Яғни, бұл дегеніміз әртүрлі улы заттардың химиялық және биологиялық әдістермен жою немесе заласыздандыру[6].

Біржағынан әртүрлі экологиялық факторлардан туындаған, екінші жағынан гормональды тепендіктің ұзақ бұзылыстарынан кейін туындаған эндоинтоксикация осы патологияның негізгі этиогенетикалық факторы болып есептелінеді.

Аталған патологияға ем қолданудағы күрделі мәселелер негізі-кешенді терапия барысында ағзаның детоксикациясы ескерілуі керек. Яғни, бұл дегеніміз әртүрлі улы заттардың химиялық және биологиялық әдістермен жою немесе заласыздандыру.

Біржағынан әртүрлі экологиялық факторлардан туындаған, екінші жағынан гормональды тепендіктің ұзақ бұзылыстарынан кейін туындаған эндоинтоксикация осы патологияның негізгі этиогенетикалық факторы болып есептелінеді.

Мақалаға өзек болып отырған «даназол» препараты қолданысқа енгелі ширек ғасырдан астам уақыт өтсе де маңыздылығын жойған жоқ. Химиялық сипаттамасы тұрғысынан, 17 $\alpha$ -этинилтестостерон туындылары. Әсер ету механизмін қарастыратын болсақ, гестогенді және андрогенді рецепторлардың парциалды агонисті болып табылады. Яғни, ол осы гормондарға бос рецепторлардың белсенділігін қамтамсыз етеді. Дегенмен де, эндогенді гормондармен сәйкес келген кезде рецепторлармен байланыста болады және « тежеуші әсер етеді» [7,8].



Сурет 1- Даназол препаратының химиялық құрылымы

Қалыпты жағдайда гонодотропин өнімдерінің реттелуі кері байланыс механизмі түрінде жүреді. Гонодотропты гормондар әсерінен жыныс гормондары түзіледі, олар өз кезегінде гипофиз бен гипоталамустың беткі қабатындағы рецепторлармен байланысады және гонодотропиндер мен гонадолибериндердің секрециясы мен синтезін тежейді. Жыныс гормондарының концентрациясының төмендеуі кезінде гипофиз және гонодотропин рецепторлары босайды және гонодотропты гормондардың әсері қайтадан жоғарылай бастайды [9,10].

Даназол гипофиз және гипоталамустың беткі рецепторларымен байланысқа түсіп, осы рецепторларды белсендендіреді. Нәтижесінде жоғары секрециялы гонадолиберин және гоно-

дотропты гормондардың мөлшері азаяды. Сонымен қатар тағы бір ерекшелігі даназолдың, перифериялық нысана мүшелердің (репродуктивті тракт) беткі рецепторларына әсері болмайды. Даназол гонодотропты гормондардың қалыпты жағдайдағы секрециясына да кері әсер етпейді[10].

Даназолдың фармакологиялық әсеріне тоқталар болсақ;

➤ Жүйелі түрде 60-90 күн қабылданатын болса, ФСГ және ЛГ патологиялық жоғары деңгейін тиімді түрде төмендетеді.

➤ Жыныс бездерінің функциясын басады. Бұл әсердің екі жақты сипаты бар. Бірі, гонодотропині гормондардың деңгейінің төмендеуімен байланысты болса, екіншісі стероидогенездің тікелей әсеріне байланысты. Даназол 17 $\alpha$ -гидроксилаза, 21-гидроксилаза, 11 $\beta$ -гидроксилаза секілді жыныс стероидтары синтезінің соңғы деңгейлерін түзетін ферменттердің белсенділігін төмендетеді. Сонымен бірге, даназол стероидогенездің соңғы ферменті P<sub>450SCC</sub> белсенділігін тежейді де, нәтижесінде глюкокортикоидтардың да, прогестерон мен андрогеннің де деңгейінің төмендеуіне әкеледі[11].

➤ Даназол метаболиті- этистеронның әлсіз гестогенді және андрогенді әсерге ие;

➤ Эндомериоидты тканьдердің дамуы мен өсуін тежей отырып, қалыпты эндометрияның атрофиясын тудырады.

Клиникада даназолды эндометриоз, сүт безінің жаңа түзілісі (соның ішінде фиброзды-кистозды мастопатия), меноррагия, ПМС, ерте жыныстық жетілу және гинекомастияда кеңінен қолданылады.

Әдебиеттерге шолу жасай отырып, фиброзды-кистозды мастопатияға ұшыраған репродуктивті жас кезеңдеріндегі әйел адамдарда толыққанды ем жүргізілмес бұрын, ультра дыбысты зерттеу немесе маммография және диагностикалық пункция жасалынады.

Әйел адамдарда сүт безі өте сезімтал және стресске бейім мүше болып есептеледі. Сондықтан патологиялық процестер барысындағы ауырсынулар мен қатар психоэмоциональды стресстер де байқалуы заңдылық[12].

Кешенді емге көшпес бұрын гормонды емес терапия қолданылады. Яғни тамақтанудың реті қатаң қадағаланады. Себебі көптеген ғылыми зерттеулер барысында, метилксаптинді пайдалану мен фиброзды-кистозды ауру арасында тығыз байланыс бар деген қорытынды жасалынады. Аталған қосылыстар фиброзды ұлпа және кисталарда сұйықтықтың жинақталуы мүмкін деген түсінік береді. Метилксаптин құрамдас тағамдық өнімдер кофе, шай, шоколад, кола өнімдерінде көптеп кездеседі. Сондықтан фиброзды кистозды мастопатияны емдеудің алғышарттары диетаның қатаң қадағалануынан басталуы керек деп ғалымдар нұсқама береді.

Сонымен қатар витаминді, зәр айдайтын, қан айналымын жақсартатын емдік іс-шаралар мен қатар негізгі ем түрі гормоналды ем қолданылады.

Даназолды тұрақты түрде қолданған уақыттар аралығында мастодиния кезінде де сүт безі ұлпаларының гиперплазиясының кішірейгені анықталған.

Ал мастопатия түрлерін емдеу барысында андрогендер эстроген антогонисті ретінде қолданылады. Тәжірибелік жануарларға жасалынған тәжірибелерде даназол әсерінің негізінде овариальды стероидогенез кезеңдерінде кейбір эссенциальды энзимдерінің және гонодотропты гормонның синтезін төмендететін мүмкіндігі зертелінген[13,14].

Даназолды 3 ай көлемінде 100-250 мг мөлшерде қабылдану шегі тағайындалады. Терапиялық әсері 3/2 жағдайда объективті түрде сүт безі тканьдерінің рентгендік көрсеткіштерінде тығыздығының тегістелгені, макроциттің қайталанбалы түзілісінің тежелгені анықталады. Сондықтан да даназолды қабылдаған тұстағы жағымсыз әсерлерге себорея, гирстуизм, дауыстың өзгеруі айқындау болып келеді. Сонымен қатар, ұйқысыздық, құрысулар сирек те болса кездеседі.

Кейбір деректерде, фиброзды-кистозды мастопатия қатерлі ісіктің бастапқы күйінің кезеңдері деген ғылыми тұжырымдамалар зертелініп, анықталуда. Бұл түсінік морфологиялық сипатқа ие. Сондықтан карционманың пайда болуымен және эпителийдің ішкі түтік аралық атипті өсінділеріндегі өзгерістерді де жатқызуға болады.

Төмендегі көрсетілген белгілер байқалған жағдайда арнайы маманға тексерілу ұсынылады.

- Сүт безінің терісінде немесе тканьдерінде түйін пайда болғанын байқаған жағдайда;
- Сүт безінің ұштарында ойық жара тәріздес жарақаттардың пайда болуы кезінде;
- Сүт безі ұлпаларының ісінуі және ауырсынуы кезінде;

- Сүт безінің формаларының өзгеруі барысында;
- Терінің қызаруы мен қатты ауырсынулар байқалғанда т.б.

Кез келген препараттық өнімді қолданған кезде қосымша әсерлері болатынын де білеміз. Даназолдың қарсы көрсетілімі, порфирия (аурудың тереңдеу мүмкіндігі), сүт безінің қатерлі ісігі, андрогенге тәуелді ісіктер, жүрек жеткіліксіздігі және жүктілік кездерінде қолдануға тиым салады [15,16].

XX ғасырдың соңына қарай миелодиспластикалық синдром терапиясында андрогендер кеңінен қолданыла бастады. Солардың ішінде синтетикалық препараттардың бірі болып, Даназол ұсынылды. Миелодиспластикалық синдром кезіндегі андрогендердің толыққанды механизмі белгісіз. Даназолды қолданған кездегі әсер ету механизмдерінің көрсеткіші бойынша цитопения компонентіндегі аутоиммунды жағдайдағы иммунодепрессивті әсері анықталған.

Сонымен қатар бақылаулар нәтижесінде, моноциттердің Fcy- рецепторларының синтезінің азайғаны көрсетіледі. Нәтижесінде, моноциттердің антиденелермен өзара әрекеттесуінің төмендеуі байқалады. Даназол механизмінің тағы бір ерекшелігі ИЛ-а және TNF-а синтезін ингибирлейді [17,18,19].

Сонымен қатар, эндометриальды және эндометриодты ұлпаларда даназол прогестерон және андроген рецепторларымен байланысып, клетка полиферациясы мен атрофиясын тежейді. Бұл процес эндометриозды емдеу барысында анықталған. Препаратты қолданудың қалыпты мөлшері тәулігіне 800 мг-нан 4 ай бойы қабылдануы тиіс. Дегенмен де, андрогендік және әлсіз метаболитикалық жанама әсерлеріне байланысты емделушілер үшін тиімділігі аз болған [20,21].

Ал, даназолды жатыр миомасы кезінде қолдану алғаш рет 1983 жылы қолға алынған екен. Ультрадыбысты зерттеулер нәтижесі барысында миома мөлшерінің азайғаны тек 3 ай мерзім өткеннен кейін байқалған. Нақты нәтижелері жарияланбағандықтан даназолдың тиімділігі белгісіз болып отыр [22,23].

Ueki et al деп аталатын үлкен ғылыми жобада даназолдың 400 мг мөлшерінен 4-6 ай бойы 164 науқасқа қолданып және бусерелин препаратын 900 мкг интерназальды түрде осы мерзім аралығында 83 пациенттегі жатыр миомасы кезінде қолданып тәжірибе ұсынылған болатын. Нәтижесінде даназолға қарағанда бусерелин препаратының жатыр миомасының мөлшерін азайтуда әсері даназолмен салыстырғанда жоғары болғаны анықталады. Пайздық мөлшері бойынша айтар болсақ, 76 және 57 % көрсеткен. Эстрадиол және прогестеронның сарысу концен- тарциясы да даназолмен салыстырғанда бусерелин қабылдағандарда төмен екені анықталған [24].

Осындай мәліметтермен, даназол препаратының құрамы, әсер ету механизмдеріне сай әдеби деректерге шолу жасай отырып, фармакологиялық маңызы да қарастырылды.

Даназол антигормональды препарат ретінде протеиннің бөлінуін үдетеді де андрогенді әсер етеді.

Даназолдың шығарылу түрлері капсула және пластикалық ыдыста сақталады [25,26,27].

Препараттың фармакологиялық әсері жоғарыда айтылып кетті дегенмен толықтыра айтар болсақ, эндометрия ұлпаларының атрофиясын туғызады, пролиферацияны бәсеңдетеді. Дегенмен осы процесстің толық түсіндірмесі туралы мәліметтер жоқтың қасы. Даназол препаратын жүктілік және бала емізу және порфирия кезінде қолданылуға болмайтыны қатаң ескеріледі. Әдеби мәліметтерде порфирия-қан мен ұлпалардағы жоғары мөлшерде порфиннің болуымен сипатталатын пигментті алмасу бұзылуының тұқымқуалаушылық күрделі бұзылысы.

Сонымен қатар, қант диабеті, жүректің және бауыр мен бүйректің бұзылыстарында қолдану қатаң талап етіледі [28]. Жанама әсерлеріне тахикардияның туындауы, артериялық гипертензия, асқортыу жолдарының патологиялық өзгерістері холестатикалық сарғаю, бауыр ферменттерінің көбеюі; жүйке жүйесі қызметінде ұйқының бұзылуы, жалпы әлсіздік, тремор, бас айналу секілді үдерістерді туындатады.

Қолданудағы тағы бір негізгі ерекшеліктері аталған препаратты антикоагулянттар мен құрысуларға қарсы дәрі-дәрмекпен қоса қабылдау ескеріледі. Өйткені даназол осы үдерістердің қызметін күшейтеді [29].



Б.Ф. Есжан, З.С. Орынбаева, С.Т. Тулеуханов

**«ОБ ЛЕЧЕБНЫХ И СРАВНИТЕЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ПРЕПАРАТА ДАНАЗОЛА  
ПРИ ЛЕЧЕНИИ РАЗНОЙ ПАТОЛОГИИ МОЛОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ»**

КазНУ им. аль-Фараби, Казахстан, Алматы

**Аннотация.** В настоящей статье приведены литературные данные структурных особенностях препарата даназола, а также об лечебных свойствах данного препарата при лечении разной патологии молочной железы.

На основании проанализированных литературных источников касательно структуры даназола и об их лечебных свойствах при лечении разной патологии молочных желез, особенно фиброзно-кистозной мастопатии можно заключить, что структурной особенностью даназола является наличие  $7\alpha$ -прегна-2,4-диен-20-ино (2,3-d)изоксазол-17-ол, однако эффективность даназола при лечении фиброзно-кистозной мастопатии до конца не установлена, то есть механизм действия даназола при патологии фиброзно-кистозной мастопатии требует своего дальнейшего исследования.

**Ключевые слова:** даназол, мастопатия, этиогенез, прогестерон.

**ӘДЕБИЕТ**

- [1] Есентаева С.Е. Терапевтический эффект еженедельного режима "Паклитаксел+карбоплатин" у больных с "тройным негативным" метастатическим раком молочной железы [Текст] / С. Е. Есентаева // Медицина. - 2010. - №2. - С. 41-43.
- [2] Нургазиев К.Ш., Талаева Ш.Ж. и др. Периодические протоколы диагностики и лечения злокачественных заболеваний. Злокачественные новообразования молочной железы. - Алматы, 2012. -С. 258-274
- [3] Чичуа Н.А., Есентаева С.Е., Смагулова К. К. Метрoномная химиотерапия при резистентных формах рака молочной железы [Текст] // Фармация Казахстана. - 2007. - N11. - С.44-46.
- [4] Е. Есентаева. Опыт применения таргетного препарата Герцептин в Казахском НИИ онкологии и радиологии [Текст] / С. // Медицина. - 2009. - №10. - С. 25-28.
- [5] Кулаков В. И., Волобуев А. И., Синецын В. А. и др. Тактика ведения больных с сочетанными доброкачественными гиперплазиями молочных желез и женских половых органов // Маммолог. - 2005. - № 3. С. 4-7.
- [6] Летагин В. П., Высоцкая И. В., Ким Е. А. Факторы риска развития рака молочной железы // Маммология. - 2006. - № 4. - С. 10-12.
- [7] Макаренко Н. П. Фиброзно-кистозная болезнь // Рус.мед. журнал. - 2005. - №13 - С. 875-878.
- [8] Прилепская В. Н., Швецова О. Б. Доброкачественные заболевания молочных желез: принципы терапии // Маммолог. - 2005. - № 4. - С. 19-25.
- [9] Радгинский В. J., Ординец И. М., Зубкин В. И., Иванова Т. Н. Лечение фиброзно-кистозной мастопатии // Фарматека. - 2003. - №11. - С. 46-49.
- [10] Семиглазов В. Ф., Семиглазов В. В., Клецель А. Е. Неинвазивные и инвазивные опухоли молочной железы. - СПб., 2006. - С. 6-60.
- [11] Информативность метода УЗИ и его роль в диагностике заболеваний молочных желез (обзор литературы) // Сб. научн. работ «Научные труды и сообщения», МЗ РА Национальный институт здравоохранения им. Академика С.Х. Авдалбекяна, Ереван, 2002, с. 158-165 (Соавт. Е.Ю Трофимова, А.К Казарян).
- [12] Пункции молочной железы под контролем УЗИ. Клиническая и экономическая эффективность современных медицинских технологий, методов диагностики и лечения // Материалы научно-практической конференции, М., 2001, С. 230.
- [13] Fontana V, Dudkiewicz P, Ahn ER, Horstman L, Ahn YS. Danazol therapy combined with intermittent application of chemotherapy induces lasting remission in myeloproliferative disorder (MPD) Hematology. 2011;16:90–94.
- [14] Cervantes F, Hernandez-Boluda JC, Alvarez A, Nadal E, Montserrat E. Danazol treatment of idiopathic myelofibrosis with severe anemia. Haematologica. 2000;85:595–599.
- [15] Damaj G, Lefrere F, Canioni D, et al. Remission of transformed myelodysplastic syndrome with fibrosis after danazol therapy. Eur J Haematol. 2002;68:233–235.
- [16] Использование УЗИ молочных желез для оценки эффективности лечения мастопатии // Материалы конференции «Клиническая и экономическая эффективность современных медицинских технологий, методов диагностики и лечения», М., 2001, с. 231 (Соавт. А.М. Тогоев, Е.Ю. Трофимова)
- [17] The use of color doppler sonography in the diagnosis of breast cancer // Материалы "14th Congress of European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology", в журнале Ultrasonografia, Warsaw, 2002, p 8 (Соавт Е.Ю. Трофимова, Д.Д. Пак, А.М. Тогоев).
- [18] Ультразвуковая диагностика фиброзно-кистозной мастопатии // Ультразвуковая диагностика, М., 2002, №2, с.291 (Соавт. Е.Ю. Трофимова).
- [19] Evaluation of mastopathy treatment effect by dynamic ultrasonography // материалы конгресса "15th EUROSON Congress. 2003. Final programme & abstract book". Copenhagen. 2003, p. 158. (Соавт. Е.Ю. Трофимова, А.М. Тогоев).

- [20] Ismailova G., Rahimzhanova R. Screening for early lung cancer detection with the low-dose computer tomography. *J Clin Med Kaz*, 2014;2(32): 21-25
- [21] Бухарин Д.Г. Комплексное лучевое исследование при ранних раках молочной железы [текст] / Д.Г. Бухарин, С.А. Величко // Пути повышения эффективности онкологической службы Российской Федерации: материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Казань, 2009. – С. 50–52.
- [22] Бухарин Д.Г. Особенности рентгенологической семиотики непальпируемых форм рака молочной железы на фоне мастопатии [текст] / Д.Г. Бухарин, С.А. Величко, И.Г. Фролова // Достижения, перспективы и основные направления развития лучевой диагностики в Сибири: первый съезд врачей лучевой диагностики Сибирского федерального округа. – Новосибирск, 2010. – С. 36–37.
- [23] Бухарин Д.Г. Особенности диагностики рака молочной железы на фоне фиброзно-кистозной мастопатии [текст] / Д.Г. Бухарин, С.А. Величко, И.Г. Фролова // Сибирский онкологический журнал. – 2011. – Прил. 2. – С. 14–15.
- [24] Бухарин Д.Г. Ультрасонография и рентгеновская маммография в диагностике рака молочной железы, развившегося на фоне мастопатии [текст] / Д.Г. Бухарин, С.А. Величко, И.Г. Фролова, С.В. Лунева // Сибирский медицинский журнал. – 2012. – № 1. – С. 99–102.
- [25] Ahn Y.S. Efficacy of danazol in hemologic disorders. // *Acta haematol*, 1990, 84(3): 122-9.
- [26] Quagliarello J, Greco MA. Danazol and urogenital sinus formation in pregnancy. *Fertil Steril* 1985;43(6):939–42.
- [27] Okamura Y, Suzuki J, Honda R, Ohba T, Katabuchi H, Okamura H. Clinical outcome of vaginal danazol suppository use in women with pelvic endometriosis. *Fertil Steril* 2008;90(Suppl 1):S486.
- [28] Ярема И.В., Бобринская И.Г., Акопян И.Г., Меркулов И.А., Степанянц Г.Р., Белов Е.Н. Клинический опыт использования биоимпедансного анализа для оценки функции лимфovenозной дренажной системы молочных желез и верхней конечностей а процессе лечения рака молочной железы. «Медиздат», научно-практический журнал «Хирург», №3, 2008, с. 55-60.
- [29] Tung S, Spaner DE. A role for danazol in chronic lymphocytic leukemia. *Leukemia*. 2012;26:1684–1686. doi: 10.1038/leu.2011.386.
- [30] Darzynkiewicz Z, Bruno S, Del Bino G, et al. Features of apoptotic cells measured by flow cytometry. *Cytometry*. 1992;13:795–808.
- [31] Wlodkovic D, Telford W, Skommer J, Darzynkiewicz Z. Apoptosis and beyond: cytometry in studies of programmed cell death. *Methods Cell Biol*. 2011;103:55–98
- [32] Chou TC. Drug combination studies and their synergy quantification using the Chou-Talalay method. *Cancer Res*. 2010;70:440–446. doi: 10.1158/0008-5472.CAN-09-1947.
- [33] Matutes E, Polliack A. Morphological and immunophenotypic features of chronic lymphocytic leukemia. *Rev Clin Exp Hematol*. 2000;4:22–47.
- [34] Redaelli A, Laskin BL, Stephens JM, Botteman MF, Pashos CL. The clinical and epidemiological burden of chronic lymphocytic leukemia. *Eur J Cancer Care*. 2004;13:279–287..
- [35] Matalliotakis I, Neonaki M, Koumantaki Y, Goumenou A, Kyriakou D, Koumantakis E. A randomized comparison of danazol and leuprolide acetate suppression of serum-soluble CD23 levels in endometriosis. *Obstet Gynecol*. 2000;95:810–813.
- [36] Tomic J, Lichty B, Spaner DE. Aberrant interferon-signaling is associated with aggressive CLL. *Blood*. 2011;117:2668–2680.
- [37] Tanaka T. Danazol regulates the functions of normal human endometrial stromal cell subpopulations by modifying endometrial cytokine networks. *Int J Mol Med*. 2009;23:421–428.
- [38] Tanaka T, Umesaki N. Danazol enhances Fas-mediated apoptosis in human endometrial epithelial cells within normal physiology. *Int J Mol Med*. 2009;23:237–243.
- [39] Ueki K, Kumagai K, Yamashita H, Li ZL, Ueki M, Otsuki Y. Expression of apoptosis-related proteins in adenomyotic uteri treated with danazol and GnRH agonists. *Int J Gynecol Pathol*. 2004;23:248–258.
- [40] Hockenberger SJ. Fibrocystic breast disease: every woman is at risk. *Plast Surg Nurs*. 1993 Spring;13(1):37-40.
- [41] Lancia A<sup>1</sup>, Colella F, Nicoletta U, Grandioso P, Di Virgilio D. Hepatic damage after danazol treatment. *Ital J Gastroenterol*. 1991 Jan;23(1):15-6.
- [42] Kubista E<sup>1</sup> Diagnosis and therapy of fibrocystic breast disease. *Zentralbl Gynakol*. 1990;112(17):1091-6.

**Авторлар туралы мәлімет:**

Төлеуханов Сұлтан Төлеуханұлы - б.ғ.д., профессор, әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті;  
Орынбаева Зүлфия Сейфоллақызы - PhD, профессор, Дрексел Университеті, АҚШ;  
Есжан Бану Ғазизқызы - әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, ( PhD ) 2 курс докторанты;

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

ISSN 2224-5227

Volume 5, Number 315 (2017), 107 – 113

UDC578.832

**A.S.Turmagambetova, P.G.Alexyuk, M.S.Alexyuk, E.S.Omirtaeva,  
E.I. Anarkulova, E.S. Moldakhanov, A.P.Bogoyavlenskiy, V.E.Berezin**Institute of microbiology and virology, Almaty, Kazakhstan  
aichyck@mail.ru**INFLUENCE OF THE SPATIAL STRUCTURE OF  
VIRAL ANTIGENS FOR ABILITY TO INDUCE OF INFLAMMATORY  
REACTIONS IN THE ORGANISM**

**Abstract.** The development of the immune response usually consists of an inductive and effector phase. The inductive phase involves the development of inflammatory processes determining by the pathways of development of the adaptive immune response. Therefore, the study of the effect of viral antigens with different spatial organization is an important aim in veterinary and medicine. In our investigations were studied the effect of the form of supramolecular organization of viral antigens on their ability to induce the expression of certain cytokines involved in the formation of inflammatory reactions in the organism. Immunostimulatory nanocomplexes designed on the basis of purified viral antigens, lipids and saponins possess the greatest ability to stimulate the production of proinflammatory cytokines and there by indirectly affect the stimulation of cellular immunity.

**Keywords:** virus antigen, inflammation, immune response, form of supramolecular organization.

УДК578.832

**А.С. Турмагамбетова, П.Г. Алексюк, М.С. Алексюк, Э.С. Омиртаева,  
Э.И. Анаркулова, Е.С. Молдаханов, А.П. Богоявленский, В.Э. Березин**

РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, Алматы

**ВЛИЯНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ  
ВИРУСНЫХ АНТИГЕНОВ НА ИНДУКЦИЮ  
ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ В ОРГАНИЗМЕ**

**Аннотация.** Развитие иммунного ответа как правило состоит из индуктивной и эффекторной фаз. Индуктивная фаза иммунного ответа включает в себя развитие воспалительных процессов определяющих пути развития адаптивного иммунного ответа. Поэтому изучение влияния вирусных антигенов с разной пространственной организацией является важной проблемой ветеринарии и медицины. В наших исследованиях проводилось изучение влияния формы надмолекулярной организации вирусных антигенов на их способность вызывать экспрессию некоторых цитокинов, участвующих в формировании воспалительных реакций в организме. Показано, что наибольшей способностью стимулировать выработку провоспалительных цитокинов и тем самым опосредованно влиять на стимуляцию клеточного иммунитета обладали иммуностимулирующие наноконплексы, сконструированные на основе очищенных вирусных антигенов, липидов и сапонинов.

**Ключевые слова:** вирусный антиген, воспаление, иммунный ответ, форма надмолекулярной организации.

**Ведение**

Изучение механизмов иммунного ответа при попадании вируса или его структурных компонентов в организм является одним из приоритетных направлений не только фундаментальной

науки, но прикладных исследований ветеринарии и медицины в области разработки новых иммуностимулирующих и профилактических препаратов. Это обусловлено рядом причин, важнейшими из которых являются разработка способов повышения иммуногенности и протективных свойств профилактических и иммуностропных препаратов при снижении их токсичности и реактогенности.

Изучение механизмов индукции противовирусного иммунитета в зависимости от пространственной организации вирусных антигенов и способов их доставки к клеткам иммунной системы и в целом проблема исследования механизмов формирования вирусиндуцированного иммунного ответа и путей его активации, является весьма актуальным направлением в современной науке.

Поэтому комплексное изучение активности основных звеньев иммунного ответа при введении в организм различных структурных форм вирусных антигенов, а также их комбинаций с различными иммуностимуляторами, в том числе выяснение зависимости между формой надмолекулярной организации вирусных антигенов и индукцией воспалительных реакций в организме является актуальной проблемой ряда научных дисциплин.

Биологический смысл воспаления - отграничение и ликвидация очага повреждения и вызвавших его патогенных факторов, а также репарация повреждённых тканей. Тот же биологический смысл имеют реакции иммунитета, так как конечный результат и воспаления, и иммунитета направлен на избавление организма от патогенных раздражителей. Поэтому между воспалением и иммунитетом существует как прямая, так и обратная связь. В то же время сами иммунные реакции реализуются через воспаление, а от выраженности иммунного ответа зависит судьба воспалительной реакции. Другими словами воспаление и иммунитет - единая система защиты организма, состоящая из немедленных неспецифических реакций воспаления и последующих специфических реакций иммунитета [1, 2].

Для идентификации антигенов, попавших в организм, необходимо вначале фагоцитировать возбудителей, определить их антигенные детерминанты, передать информацию об антигенах иммунокомпетентным клеткам. Только после этого происходит стимуляция иммунной системы. Одной из первых ступеней стимуляции иммунного ответа, опосредованное каскадом генных продуктов, которые, как правило, не производятся в организме у здоровых людей, является индукция провоспалительных цитокинов, приводящих к воспалительному процессу. Цитокины IL-1 и TNF являются индукторами эндотелиальных молекул адгезии, которые имеют существенное значение для адгезии лейкоцитов к эндотелиальной поверхности до миграции в ткани и являются ярко выраженными провоспалительными цитокинами. IL-1 и TNF выступают как синергисты в этом процессе.

Целью данной работы являлось изучение влияния формы надмолекулярной организации вирусных антигенов на их способность вызывать воспалительные реакции в организме.

#### **Материалы и методы**

В работе был использован вирус гриппа, штамм А/Алматы/8/98 (H3N2). Вирус выращивали в аллантоисной полости 11 дневных куриных эмбрионов. Титр вируса в аллантоисной жидкости составлял  $10^7$ - $10^9$  ИД<sub>50</sub>/мл.

Для получения сапонинов использовали корневища растения *Saponaria officinalis*.

В работе были использованы следующие вещества, обладающие адъювантными свойствами: коммерческий препарат хитозан («Эвалар», Россия); сапонин Квил А («Iscotec», Швеция); гидроокись алюминия (Al(OH)<sub>3</sub>, «Pierce», США).

В качестве подопытных животных были использованы белые беспородные мыши массой 15-25 грамм. Животные содержались и подвергались экспериментальным процедурам в соответствии с международными правилами гуманного обращения с животными.

Инфекционный титр вируса определяли титрованием на куриных эмбрионах. О наличии вируса судили по его гемагглютинирующей активности. Титр инфекционности вируса высчитывали по методу Рида и Менча [3].

Концентрацию и очистку вируса проводили как описано ранее [4]. Полученный осадок вируса растворяли в ФСБ, гемагглютинирующую активность и концентрацию белка определяли по стандартным методикам [5, 6].

Получение вирусных гликопротеидных антигенов проводили по методике описанной ранее [7].

Получение мицелл вирусных гликопротеидных антигенов: раствор вирусных гликопротеидных антигенов в 5% неионном детергенте МЭСК, полученных как описано выше, подвергали исчерпывающему диализу против фосфатно-солевого буфера (ФСБ), pH 7,2 (соотношение объемов диализуемого материала и буфера для диализа составляло 1:500) в течение 24 часов при 4 °С. Сборка мицелл гликопротеидных антигенов происходила в процессе удаления детергента диализом [7].

Получение препаратов виросом готовили из коммерческого яичного фосфатидилхолина методом экстенсивного диализа. Для этого к фосфатидилхолину, растворенному в 5% неионном детергенте МЭСК, добавляли исследуемые белки в соотношении 2:1, тщательно гомогенизировали и подвергали экстенсивному диализу [8-10].

Получение иммуностимулирующих наноконплексов вирусных антигенов, липидов и сапонинов (сапонины, выделенные из казахстанского растения *Saponariaofficinalis*, а также сапонин Квил А, выделенный из южно-американского растения *QuillajaSaponaria*), проводили методом экстенсивного диализа. Для этого к смеси яичных фосфолипидов, холестерина и сапонинов, растворенных в 5% неионном детергенте МЭСК в соотношении 1:1:1, добавляли очищенные вирусные гликопротеидные антигены в растворе 5% неионного детергента МЭСК и подвергали экстенсивному диализу против ФСБ, pH 7,2.

Получение полимолекулярных комплексов хитозана с вирусными гликопротеидными антигенами проводили в подкисленной среде с pH 5,5. Полимер хитозана растворяли в концентрации 0,25%. К полученному раствору добавляли 10% трифосфат натрия и инкубировали при комнатной температуре до появления опалесценции. После инкубации в течение 3ч полученную смесь центрифугировали в течение 10 минут при 17000 оборотов в минуту, для осаждения полимолекулярных комплексов хитозана. Осажденные комплексы хитозана растворяли в ФСБ, в раствор вносили гликопротеидные антигены в мицеллярной форме и перемешивали на магнитной мешалке в течение часа при температуре 4°С для равномерной сорбции антигенов на полимолекулярные комплексы. По завершению процесса перемешивания, полученную смесь повторно центрифугировали для отделения полимолекулярных комплексов хитозана с адсорбированными гликопротеидными антигенами от раствора [11, 12].

Иммунизацию 1-месячных белых беспородных мышей проводили препаратами вирусных антигенов, обладающих различной формой надмолекулярной организации при однократном подкожном введении. Объем вводимого материала соответствовал рекомендациям международных организаций и не превышал 0,2 мл на одно животное [13].

При иммунизации животных очищенным концентрированным вирусом иммунизирующая доза составляла 30,0 мкг/животное, при иммунизации очищенными гликопротеидными вирусными антигенами в составе различных структур - 10 мкг/животное.

Перитонеальные макрофаги собирали через 3 суток после иммунизации методом промывания брюшной полости охлажденной средой 199. Клетки дважды отмывали и ресуспендировали в концентрации  $2 \times 10^6$  клеток/мл в среде культивирования (среда 199). В выделенных макрофагах определяли уровень экспрессии генов IL-1 и TNF.

Суммарную РНК выделяли с помощью набора для экстракции - РНК RneasyMiniKit (“QIAGEN, GmbH”, Германия) согласно методическому руководству с небольшими модификациями. Обратную транскрипцию осуществляли в 5 мкл реакционной смеси: 2,7 мкл пробы, 0,725 мкл воды, 1 мкл 5x буфера для обратной транскриптазы (“Promega”, США), 0,2 мкл 2 мМ смеси dNTPs, 0,25 мкл 20 ОЕ случайного праймера (9 или 18 нуклеотидов) и 0,125 мкл M-MLV (“Promega”, США). Реакцию проводили при 37 °С в течение 60 мин.

Полимеразную цепную реакцию (ПЦР) проводили в 20 мкл реакционной смеси: 4 мкл ДНК матрицы, 8 мкл SybrGreen, по 1 мкл 20 ОЕ прямого и обратного праймеров, вода. 45 циклов ПЦР на термоциклере “PicoReal” проводили при следующих режимах: 94°С – 1 мин, 48°С – 1 мин, 72°С – 3 мин. Пары праймеров подбирали в соответствии с последовательностью исследуемых генов цитокинов (IL-1 и TNF). Нормализацию экспрессии генов осуществляли с помощью гена актина.

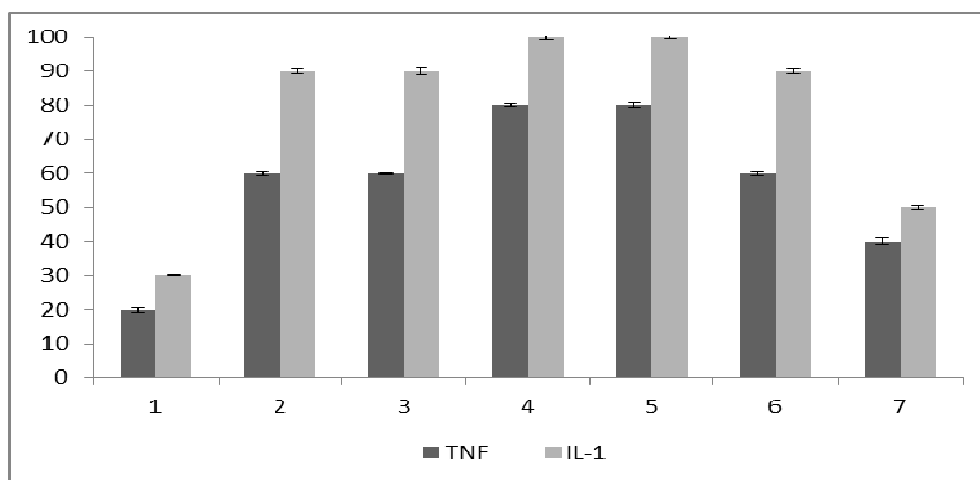
Статистическая обработка результатов проводилась с использованием пакета программ «Statistica 10.0».

### Результаты исследования и их обсуждение

В наших исследованиях было проведено изучение экспрессии генов IL-1 и TNF при иммунизации экспериментальных животных различными структурными формами вирусных антигенов (HA+NA), полученных из вируса гриппа, штамм А/Алматы/8/98 (H3N2): 1) мицеллами гликопротеидных антигенов вируса гриппа; 2) виросомами – сферическими наночастицами образованными вирусными гликопротеидными антигенами и липидами; 3) иммуностимулирующими наноконструкциями – вирусоподобными наноструктурами диаметром 60 – 80 нм, сформированными гликопротеидными антигенами, липидами и сапонидами; 4) наноструктурами хитозана с адсорбированными вирусными гликопротеидами; 5) мицеллами гликопротеидных антигенов, сорбированных на гидроокиси алюминия.

Для сравнения животных иммунизировали препаратами очищенных вирусных частиц. Контрольной группе животных вводили фосфатно-солевой буферный раствор (плацебо). Через 3 суток у животных собирали макрофаги и при помощи ПЦР в реальном времени определяли в них уровень экспрессии генов IL-1 и TNF. Уровень экспрессии генов выражали в % соотношении, по отношению к контролю (рисунок 1).

Наибольшую активность экспрессии генов провоспалительных цитокинов регистрировали при иммунизации мышей иммуностимулирующими комплексами на основе вирусных антигенов, сапонинов и липидов (IL-1 – 100% и TNF – 80%). Достаточно высокий уровень экспрессии цитокинов, регистрировали при иммунизации мышей виросомами и цельным очищенным вирусом, а также наноструктура михитозана (IL-1 – 90% и TNF – 60%).



По оси ординат уровень экспрессии генов (%), по оси абсцисс – исследуемые препараты: 1- мицеллы гликопротеидных антигенов вируса гриппа А/Алматы/8/98 (H3N2), 2 - цельная вирусная частица; 3 - виросомы; 4 – иммуностимулирующий наноконструкция на основе сапонида Квил А; 5 – иммуностимулирующий наноконструкция на основе сапонинов растения *Saponaria officinalis*; 6 – наноструктурных итотозана с сорбированными гликопротеидными антигенами; 7 – мицеллы гликопротеидных антигенов вируса гриппа А/Алматы/8/98 (H3N2), сорбированные на гидроокиси алюминия. Стандартные отклонения рассчитаны для n = 7.

Рисунок 1 – Уровень экспрессии генов IL-1 и TNF при иммунизации мышей вирусными антигенами с различной формой надмолекулярной организации

Наименьшую активность в стимуляции цитокинов наблюдали при иммунизации мышей мицеллами гликопротеидных антигенов вируса гриппа, сорбированных на гидроокиси алюминия (IL-1 – 50% и TNF – 40%) и вирусными гликопротеидными антигенами в форме классических мицелл (IL-1 – 30% и TNF – 20%). При этом, адъювант гидроокись алюминия, являлся своеобразным контролем, позволяющим оценить влияние именно формы молекулярной организации вирусного антигена на способность стимулировать воспалительные реакции.

Максимальную активность экспрессии генов провоспалительных цитокинов при иммунизации мышей иммуностимулирующими комплексами на основе вирусных антигенов, сапонинов и липидов возможно объяснить структурой растительных гликозидов тритерпеновой природы.

Наличие гидрофобного и гидрофильного доменов в структуре растительных гликозидов тритерпеновой природы является основой для взаимодействия с амфипатическими белками и формирования смешанных мультимолекулярных комплексов - частиц примерно 40 нм в диаметре в высшей степени стабильных, удерживаемых сильным сродством между сапонином и холестеролом. Иммуностимулирующие комплексы сформированы таким образом, что адьювант в конечном виде, становится чрезвычайно эффективным, вызывая длительную продукцию биологически активных антител и клеточных иммунных реакций, включая цитотоксические Т-клетки. Подобные иммуностимулирующие комплексы проявляли высокую иммуностимулирующую активность при испытании на различных видах животных (морские свинки, крысы, собаки, крупный рогатый скот, лошади, кошки, кролики, а также куры и утки) [14, 15].

В наших исследованиях показано, что сапонины, выделенные из казахстанского растения *Saponaria officinalis* в составе иммуностимулирующего наноконплекса не уступают по своей активности коммерческому сапониону Квил А, широко применяющемуся в научном мире.

Достаточно высокий уровень экспрессии цитокинов, также регистрировали при иммунизации животных наноструктура михитозана. Практически все функциональные свойства хитозана зависят от его молекулярных параметров. Установлено значительное влияние молекулярной массы на иммуномодулирующую и противовирусную активность хитозана. Особый интерес наблюдается к проявлению биоцидных свойств хитозана различной степени полимеризации. Возможно, что полимолекулярные комплексы хитозана, с адсорбированными гликопротеидными антигенами формируют наноструктуры схожие по активности с цельными вирусными частицами.

Сферические наночастицы образованные вирусными гликопротеидными антигенами и липидами – виросомы, по своей структуре схожи с цельными вирусными частицами, что подтверждается их одинаковой способностью стимулировать экспрессионную активность изучаемых цитокинов.

При иммунизации мышей вирусными гликопротеидными антигенами в форме классических мицелл наблюдали наименьшую активность в стимуляции цитокинов. При этом адьювант гидроокись алюминия являлся своеобразным контролем, позволяющим оценить влияние именно формы молекулярной организации вирусного антигена на способность стимулировать воспалительные реакции.

### **Заключение**

Таким образом, установлено, что активность воспалительного процесса при иммунизации экспериментальных животных различными структурными формами вирусных антигенов в значительной степени зависит от молекулярной структуры вирусного антигена. Наибольшей способностью стимулировать выработку провоспалительных цитокинов и тем самым опосредованно влиять на стимуляцию клеточного иммунитета обладали иммуностимулирующие мнанокомплексы, сконструированные на основе очищенных вирусных антигенов, липидов и сапонинов.

### **Благодарности**

Работа выполнена в рамках грантового проекта 0115РК01098, финансируемого Министерством образования и науки Республики Казахстан.

### **ЛИТЕРАТУРА**

[1] Кетлинский С.А. Роль Т-хелперов типов 1 и 2 в регуляции клеточного и гуморального иммунитета // Иммунология. - 2002. - Т. 2. - С. 77-79.

[2] Brunner R., Jensen-Jarolim E., Pali-Schöll I. The ABC of clinical and experimental adjuvants – a brief overview // ImmunolLett. - 2010. - Vol. 128. - P. 29-35. doi: 10.1016/j.imllet.2009.10.005.

[3] Reed L., Muench H. A simple method of estimating fifty percent endpoints // Amer.J.Hyg. - 1938. - Vol. 27. - P. 493-497.

[4] Chucholowius H., Rott R. A new method for purification of myxoviruses by zonal centrifugation with two different sucrose density gradients // Proc. Soc. Exp. Biol. Med. - 1972. - P. 295-297.

[5] Aminoff D. Method for the quantitative estimation of N-acetylneuraminic acid and their application to hydrolysates of sialomucoids // Biochem. J. - 1961. - Vol. 81. - P. 384-392.

[6] Bradford M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding // Anal.Biochem. - 1976. - Vol. 72, №1. - P. 248-254.

- [7] Березин В.Э., Зайдес В.М., Артамонов А.Ф., Исаева Е.С. Солюбилизация гликопротеидов оболочечных вирусов детергентами // Биохимия. - 1986. - № 5. - С. 808-815.
- [8] Locker J. K., Griffiths G. An Unconventional Role for Cytoplasmic Disulfide Bonds in Vaccinia Virus Proteins // The Journal of Cell Biology. - 1999. - Vol. 144. - P. 267-279.
- [9] Akashi K., Miyata H., Itoh H., Kinoshita K. Preparation of giant liposomes in physiological conditions and their characterization under an optical microscope // Biophys J. - 1996. - Vol. 71, №6. - P. 3242-3250.
- [10] Vitas A.I., Díaz R., Gamazo C. Effect of composition and method of preparation of liposomes on their stability and interaction with murine monocytes infected with Brucella abortus // Antimicrob Agents Chemother. - 1996. - Vol. 40, №1. - P. 146-151.
- [11] Morishita M., Peppas N. Is the oral route possible for peptide and protein drug delivery? // Drug discovery today. - 2006. - Vol. 1. - P. 905-910.
- [12] Zhang J.; Chen X.G.; Peng W.B.; Liu C.S. Uptake of oleoyl-chitosan nanoparticles by A549 cells // Nanomedicine. - 2008. - Vol. 4. - P. 208-214.
- [13] Сюрин В.Н., Белоусова Р.В., Соловьев Б.В. Методы лабораторной диагностики вирусных болезней животных. - М.: Агропромиздат. - 1986. - 303с.
- [14] Rajput Z.I., Hu S.-H., Xiao Ch.-W. et al. Adjuvant effects of saponins on animal immune responses // J Zhejiang Univ Sci B. - 2007. - Vol. 8. - P. 153-161.
- [15] Bengtsson K.L., Morein B., Osterhaus A. ISCOM technology-based Matrix M™ adjuvant: success in future vaccines relies on formulation // Expert Review of Vaccines. - 2011. - Vol. 10. - P. 401-403. DOI:10.1586/erv.11.25.

#### REFERENCES

- [1] Ketlinskij S.A. *Immunologija*, **2002**, № 2. - S. 77-79 (in Russ.).
- [2] Brunner R., Jensen-Jarolim E., Pali-Schöll I. The ABC of clinical and experimental adjuvants – a brief overview. *Immunol Lett*, **2010**, Vol. 128, P. 29-35. doi: 10.1016/j.imlet.2009.10.005 (in Eng.).
- [3] Reed L., Muench H. A simple method of estimating fifty percent endpoints. *Amer. J. Hyg.*, **1938**, Vol. 27, P. 493-497 (in Eng.).
- [4] Chucholowius H., Rott R. A new method for purification of myxoviruses by zonal centrifugation with two different sucrose density gradients. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **1972**, P. 295-297 (in Eng.).
- [5] Aminoff D. Method for the quantitative estimation of N-acetylneuraminic acid and their application to hydrolysates of sialomucoids. *Biochem. J.*, **1961**, Vol. 81, P. 384-392 (in Eng.).
- [6] Bradford M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. *Anal. Biochem.*, **1976**, Vol. 72, №1, P. 248-254 (in Eng.).
- [7] Berezin V. Je., Zajdes V. M., Artamonov A. F., Isaeva E. S. *Biohimija*, **1986**, № 5, S. 808-815 (in Russ.).
- [8] Locker J. K., Griffiths G. An Unconventional Role for Cytoplasmic Disulfide Bonds in Vaccinia Virus Proteins. *The Journal of Cell Biology*, **1999**, Vol. 144, P. 267-279 (in Eng.).
- [9] Akashi K., Miyata H., Itoh H., Kinoshita K. Preparation of giant liposomes in physiological conditions and their characterization under an optical microscope. *Biophys J*, **1996**, Vol. 71, №6, P. 3242-3250 (in Eng.).
- [10] Vitas A.I., Díaz R., Gamazo C. Effect of composition and method of preparation of liposomes on their stability and interaction with murine monocytes infected with Brucella abortus. *Antimicrob Agents Chemother*, **1996**, Vol. 40, №1, P. 146-151 (in Eng.).
- [11] Morishita M., Peppas N. Is the oral route possible for peptide and protein drug delivery? *Drug discovery today*, **2006**, Vol. 1, P. 905-910 (in Eng.).
- [12] Zhang, J.; Chen, X.G.; Peng, W.B.; Liu, C.S. Uptake of oleoyl-chitosan nanoparticles by A549 cells. *Nanomedicine*, **2008**, Vol. 4, P. 208-214 (in Eng.).
- [13] Sjurin V.N., Belousova R.V., Solov'ev B.V. *Moscow: Agropromizdat*, **1986**, 303s (in Russ.).
- [14] Rajput Z.I., Hu S.-H., Xiao Ch.-W. et al. Adjuvant effects of saponins on animal immune responses. *J Zhejiang Univ Sci B*, **2007**, Vol. 8, P. 153-161 (in Eng.).
- [15] Bengtsson K.L., Morein B., Osterhaus A. ISCOM technology-based Matrix M™ adjuvant: success in future vaccines relies on formulation. *Expert Review of Vaccines*, **2011**, Vol. 10, P. 401-403. DOI:10.1586/erv.11.25 (in Eng.).

**А.С. Турмагамбетова, П.Г. Алексюк, М.С. Алексюк, Э.С. Омиртаева,  
Э.И. Анаркулова, Е.С. Молдаханов, А.П. Богоявленский, В.Э. Березин**

ҚР БҒМ ҒК Микробиология және Вирусология институты РМК, Алматы

#### **АҒЗАДАҒЫ ҚАБЫНУ РЕАКЦИЯСЫ БОЙЫНША ИНДУКЦИЯҒА ВИРУСТЫҚ АНТИГЕНДЕРІНІҢ КЕҢІСТІКТІК ҚҰРЫЛЫМЫН ӘСЕРІ**

**Аннотация.** Әдеттегідей иммундық жауап әзірлеу, индуктивті және эффекторлық кезеңнен тұрады. Иммундық жауаптың индуктивті фазасы адаптивті иммундық жауаптарының дамуын айқындайтын қабыну процесерін дамытуды көздейді. Сондықтан, әр түрлі кеңістіктік ұйыммен вирустық антигендерін әсерін зерттеу ветеринарлық және медицина үшін маңызды мәселе болып табылады. Біздің зерттеулерде, дене қабыну реакциясын қалыптастыруға қатысатын бірнеше цитокиндер олардың қабілетін қалыптастыру бо-



йынша вирустық антигендерін надмолекулалық ұйымдастыру әсерін зерттеу жүргізіледі. Ол қабынған цитокин өндірісін ынталандыру және сол арқылы жанама жасушалық иммунитеттің тазартылған вирустық антигендер, липидтер, сапониндерін ынталандыруға қабілетті, негізінде жобаланған иммунитеттің әсері үлкен наноконплекске ие екендігі көрсетілген.

**Тірек сөздер:** вирустық антиген, қабыну, иммунды жауап, надмолекулалық ұйым пішіні.

**Сведения об авторах:**

Турмагамбетова Айжан Сабиржановна, PhD, в.н.с. лаб. противовирусной защиты РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, тел.: 2918497, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 103.

Алексюк Павел Геннадьевич, к.б.н., с.н.с. лаб. противовирусной защиты РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, тел.: 2918497, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 103.

Алексюк Мадина Сапарбаевна, PhD, н.с. лаб. противовирусной защиты РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, тел.: 2918497, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 103.

Омиртаева Эльмира Серикказиновна, н.с. лаб. противовирусной защиты РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, тел.: 2918497, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 103.

Анаркулова Эльмира Избасаровна, м.н.с. лаб. противовирусной защиты РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, тел.: 2918497, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 103.

Молдаханов Ергали Сламидинович, м.н.с. лаб. противовирусной защиты РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, тел.: 2918497, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 103.

Богоявленский Андрей Павлович, профессор, доктор биологических наук, зав. лаб. противовирусной защиты РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, [anpav\\_63@mail.ru](mailto:anpav_63@mail.ru), тел.: 2918497, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 103.

Березин Владимир Элеазарович, член-кор. Национальной Академии Наук РК, профессор, доктор биологических наук, руководитель отдела вирусологии РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, тел. – факс: 2913055, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 103.

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 5, Number 315 (2017), 114 – 122

K.Zh.Zhambakin, M.Kh.Shamekova, A.K.Daurova, D.L.Daurov, K.K.Zhapar,  
D.V.Volkov, A.K. Edilova, M.O. Bakbergenova, D.A. Tolegenova

Institute of plant biology and biotechnology, Almaty, Kazakhstan  
e-mail: zhambakin@gmail.com

**PRODUCTION OF RAPESEED (*BRASSICA NAPUS*)  
INTERSPECIFIC HYBRIDS WITH RAPE (*BRASSICA CAMPESTRIS*)  
AND MUSTARD (*BRASSICA JUNCEA*)**

**Abstract.** This research paper presents a traditional method of remote hybridization for obtaining interspecific hybrids of *Brassica rapa* with *Brassica juncea* and *Brassica napus*. As a result, by the method of forced hybridization of *B. rapa* with *B. juncea* and *B. napus* according to reciprocal crossing in controlled and field conditions, 65 immature embryos were *in vitro* introduced into culture, of which 38 plants were obtained *in vitro*. Using the culture of isolated microspores, were obtained dihaploid plants of interspecies hybrids of the first and second generations (DGmg 1, DGmg 2). Was carried out identification of chromosomes, as a result, true hybrid plants were identified.

**Key words:** *Brassica napus*, *Brassica campestris*, *Brassica juncea*, SSR, GenBLm1, microspores, dihaploid.

УДК 575.222.72;575.222.73

К.Ж.Жамбакин, М.Х.Шамекова, А.К.Даурова, Д.Л.Дауров, К.К.Жапар,  
Д.В.Волков, А.К.Едилова, М.О. Бакбергенова, Д.А. Толегенова

РГП на ПХВ «Институт биологии и биотехнологии растений» КН МОН РК, Алматы, Казахстан.

**ПОЛУЧЕНИЕ МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ РАПСА  
(*BRASSICA NAPUS*) С СУРЕПИЦЕЙ (*BRASSICA CAMPESTRIS*)  
И ГОРЧИЦЕЙ (*BRASSICA JUNCEA*)**

**Аннотация.** В данной научной статье представлен традиционный метод отдаленной гибридизации для получения межвидовых гибридов рапса с сурепицей и горчицей. В результате работ методом принудительной гибридизаций рапса с сурепицей и горчицей согласно реципрокному скрещиванию в контролируемых и полевых условиях были введены в культуру *in vitro* 65 незрелых зародышей, из которых были получены 38 растений *in vitro*. С использованием культуры изолированных микроспор были получены дигамплоидные растения межвидовых гибридов первого и второго поколения (ДГмг 1, ДГмг 2). Проведена идентификация хромосом, в результате чего, были выявлены истинные гибридные растения.

**Ключевые слова:** *Brassica napus*, *Brassica campestris*, *Brassica juncea*, SSR, GenBLm1, микроспоры, дигамплоид.

**Введение**

Основой любой селекционной программы является расширение диапазона генетической изменчивости с целью отбора желаемых признаков для улучшения возделываемых сортов сельскохозяйственных культур. Одним из методов решения данной задачи является отдаленная гибридизация. Этот вопрос особенно актуален для селекции рапса в связи с тем, что большинство современных сортов ярового рапса имеют узкую генетическую основу [1]. Уникальность семейства *Brassica* состоит в том, что в настоящее время найдены способы принудительного

скрещивания его видов между собой, в результате чего могут быть получены синтетические комплексы из различных видов и соответствующих им полиплоидов. Таким образом, могут быть получены одни из самых уникальных модельных систем для исследований влияния полиплоидии на урожай растения [2]. Стратегию получения гибридов можно значительно упростить путем определения потомства цитологическими методами, что позволяет отбирать растения, содержащие желаемый признак с минимальным фоном генома донора [3].

С помощью отдаленной гибридизации данной культуры возможно повысить урожайность, устойчивость к вредителям и болезням, улучшить жирнокислотный состав масла семян, увеличивая содержание олеиновой и линолевой кислот и уменьшая содержание эруковой кислоты, получить семена с желтой семенной оболочкой, характеризующихся улучшенным качеством масла (в отличие от темноокрашенных) [1,4]. Однако лишь ограниченное число межвидовых и межродовых скрещиваний в семействе *Brassicaceae* может привести к получению полноценных гибридных растений. Трудности создания отдаленных гибридов обусловлены барьерами несовместимости, которые выражены между растениями разных таксономических групп с момента опыления, а затем проявляются на протяжении всего онтогенеза гибридных растений [5].

Для преодоления естественных барьеров несовместимости разработаны биотехнологические методы изолирования и выращивания в условиях *in vitro* незрелых и зрелых зародышей, завязей и семян, что позволило получить фертильные растения межвидовых и межродовых гибридов многих важных сельскохозяйственных культур [1,5].

Вместе с тем, различные комбинации отдаленных гибридов возможно быстро перевести в гомозиготное состояние посредством культивирования изолированных микроспор [6]. Именно для семейства *Brassica* данная технология широко и удачно используется. Преимуществом получения удвоенных гаплоидов в культуре изолированных микроспор является быстрое получение гомозиготного материала, который можно сразу оценивать на перспективность использования в селекционном процессе, поскольку в последующих поколениях при семенном размножении в потомстве не будет происходить расщепления по количественным и качественным признакам [7].

В настоящем исследовании предпринята попытка изучить степень успеха скрещиваний между тетраплоидным *B. napus*, *B. juncea* и диплоидным *B. rapa* и получить межвидовые гибриды, которые позволят повысить эффективность создания новых отечественных сортов, а также с использованием метода культуры изолированных микроспор получить гомозиготные линии межвидовых гибридов.

### Материалы и методы

Материалами исследования являлись сорта рапса–Крис, Антей; сорта сурепицы–Золотистая, Янтарная; сорта горчицы сарептской–Росинка, Славянка.

*Методы принудительной гибридизации.* Кастрацию проводили на бутонах 3-4 мм и закрывали изолятором до готовности пестика к опылению. Опыление производилось с 6.00 до 7.30 утра для обеспечения успешного опыления и закрывали изолятором на котором наносили даты кастрации и опыления [8].

*Методика выделения незрелых зародышей гибридов Brassica [9,10]*

Стручки полученные после скрещивания через 14 дней, стерилизуются в 50% растворе гипохлорита натрия в течение 10 минут, затем в 70% спирте 3-5 секунд с последующим 3-х кратной промывкой в стерильной дистиллированной воде. Незрелые зародыши пересаживают в пробирки с питательной средой MS с добавлением кинетина 1мг/л, ИУК 0,1мг/л, гибберелловой кислоты 1мг/л, гидролизата казеина 10мг/л, рН 5,8. Через 10-15 дней изолирования зародышей, полученные регенеранты пересаживаются на питательную среду ½ MS без гормонов для клонирования.

*Метод культуры изолированных микроспор для рапса [11]*

Сбор бутонов проводится ранним утром в стадии одноядерной микроспоры в часы интенсивного деления пыльцы, размером 2-3 мм. Предобработка бутонов проводится в растворе нитрата серебра в концентрации 10 мг/л, при температуре +4°C в течение 2 суток. После проводится стерилизация бутонов с помощью 50% гипохлорита натрия в течение 7-10 минут, затем в 70% спирте в течение 3-5 секунд, после чего промывается дистиллированной водой три раза. Затем бутоны помещаются в прохладный микросмеситель (10 °C), используя 30-40 мл

прохладной среды В5 без гормонов (10-12 °С), и гомогенизируются 7-9 секунд при высокой скорости. Получившуюся суспензию пропускают через фильтр(80 мкм). Фильтрат центрифугируется (100g) в течение 5 минут. Супернатант сливается, к выпавшему осадку наливается 15 мл среды и снова центрифугируется в течение 5 минут. Повторив это действие еще раз, выпавший осадок переливают в чашки Петри и добавляется среда NLN с БАП 0,05мг/л для культивирования микроспор. Плотность микроспор в среде NLN доводится до 35,000 – 50,000 микроспор/мл. Чашки Петри помещают в термостат шейкером при температуре 25°С. При появлении торпедоподобныхэмбриоидов, чашки Петри переставляются на свет при той же температуре.

#### Молекулярный метод

Геномная ДНК была экстрагирована из свежих листовых тканей родителей и 21 предполагаемых гибридных растений с использованием СТАВ метода [12]. Предполагаемые гибридные растения тестировали с использованием четырех праймеров *SSR (SimpleSequenceRepeats)* Na12-H09, A9 Ra2-F11, O110-F11 и праймер *GenBLm1* (Таблица-1) [7,13]. Лиофилизированные олигонуклеотидные праймеры разводили с добавлением воды *Mili Q* для доведения концентрации до 100 мкМ. Затем из 100 мкМ маточных растворов готовили 10 мкМ разведений.

Таблица 2 – Праймеры для идентификации хромосом

Название	Олигонуклеотидная последовательность праймеров	Размер фрагментов (п.н.)	Температура отжига (t°)
Gen BLm 1	R ACGAAAGGCAAATAAACCGAGAAGC F CTCCTCCTTCACGGAAAGTCCATC	570	58,5
Na12-H09	F.AGGCGTCTATCTCGAAATGC R. GTTTTTCAGAATCTCGTTGC	130-215	61

Для проведения ПЦР-анализа готовим реакционную смесь объемом 20 мкл следующего состава: 2,5мкл 10x буфера для Taq-полимеразы, 2 мкл 2,5мМ смеси dNTP, по 1 мкл смеси праймеров, концентрацией 50 пмоль, 0,5 мкл Taq-полимеразы, 2-5 мкл продукта обратной транскрипции, 8-11мкл вода свободная от РНК.

Температурный режим реакции:

Стадия 1 – 94 °С 15 мин. - 1 цикл,

Стадия 2 - 94 °С 1 мин., 58,5 °С 1 мин., 72 °С 1 мин. - 33 циклов.

Стадия 3 – 72 °С 5 мин. - 1 цикл

Продукты ПЦР анализируют с помощью электрофореза в 1,2% агарозном геле с последующим окрашиванием бромистым этидием.

#### Результаты и обсуждения

В исследовании межвидовой гибридизации среди нескольких видов *Brassica* известно, что гибридизация между *B. napus* и *B. juncea* была особенно трудной. Это свидетельствует о высоком уровне генетической несовместимости между *B. napus* и *B. juncea*. Препятствия можно преодолеть использованием культуры изолированных зародышей и соответственно оптимизированы питательные среды культивирования. Гибридный зародыш помещается на искусственную питательную среду, на котором он прорастает до целого растения.

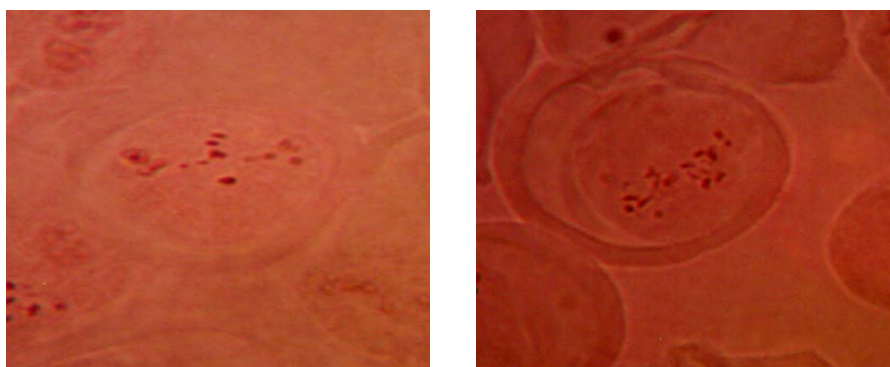
По результатам проведенных работ по принудительной гибридизаций рапса с сурепицей и горчицей согласно реципрокному скрещиванию в контролируемых и полевых условиях в культуру *invitro* были введены 65 незрелый зародыш из восьми межвидовых комбинаций. Завязываемость межвидовых гибридов достаточно низкая, у реципроктных гибридных комбинаций где родительской материнской формой является рапс завязываемость выше. Не всех из зародышей были получены растения регенеранты. Всего мы получили 38 растения *invitro* из восьми гибридных комбинаций (Таблица -1). Из таблицы 1 видно, что завязываемость межвидовых гибридов достаточно низкая у тетраплоидных (рапс x горчица) гибридных комбинаций, а где

родительской материнской формой является рапс и отцовской формой является сурепица (рапс x сурепица) завязываемость выше. Полученные гибридные растения были клонированы по 3 клона каждой линии, для пересадки в грунт и хромосомных исследований.

Таблица 1 - Получение растений *in vitro* из гибридных незрелых зародышей

№ п/п	Наименование гибридных комбинаций	Количество опыленных цветков	Количество Полученных незрелых зародышей/завязываемость (%)	Количество полученных растений
1	♀ Антей ( <i>Brassica napus</i> ) x ♂ Золотистое ( <i>Brassica campestris</i> )	56	12/(21,4)	11
2	♀ Антей ( <i>Brassica napus</i> ) x ♂ Янтарное ( <i>Brassica campestris</i> )	28	9/(32,1)	7
3	♀ Янтарное ( <i>Brassica campestris</i> ) x ♂ Антей ( <i>Brassica napus</i> )	15	6/(40)	3
4	♀ Антей ( <i>Brassica napus</i> ) x ♂ Славянка ( <i>Brassica juncea</i> )	51	1/(2)	1
5	♀ Антей ( <i>Brassica napus</i> ) x ♂ Росинка ( <i>Brassica juncea</i> )	19	3/(15,8)	2
6	♀ Крис ( <i>Brassica napus</i> ) x ♂ Золотистое ( <i>Brassica campestris</i> )	75	9/(12)	8
7	♀ Крис ( <i>Brassica napus</i> ) x ♂ Янтарное ( <i>Brassica campestris</i> )	64	24/(37,5)	5
8	♀ Крис ( <i>Brassica napus</i> ) x ♂ Славянка ( <i>Brassica juncea</i> )	36	1/(2,7)	1

Через 10-15 дней изолирования зародышей, полученные регенеранты пересаживали на питательную среду  $\frac{1}{2}$  MS без гормонов для клонирования, и были пересажены в грунт. Далее растения выращиваются в закрытом грунте при температуре 25 С°, 15000 люкс, влажность 60% для получение семян. Растения нормально растут и развиваются в контролируемых условиях. Однако понятно, что далеко не все растения будут фертильными, поскольку формирование полноценных генеративных клеток у отдаленных гибридов сопряжено с трудностями при мейотическом делении. Нарушения происходят из-за различий хромосом родительских сортов как по количеству так и по наличию гомологичных участков в них (Рисунок-1).



А

Б

А – анафаза I задержка унивалентов (одного или нескольких) на экваторе

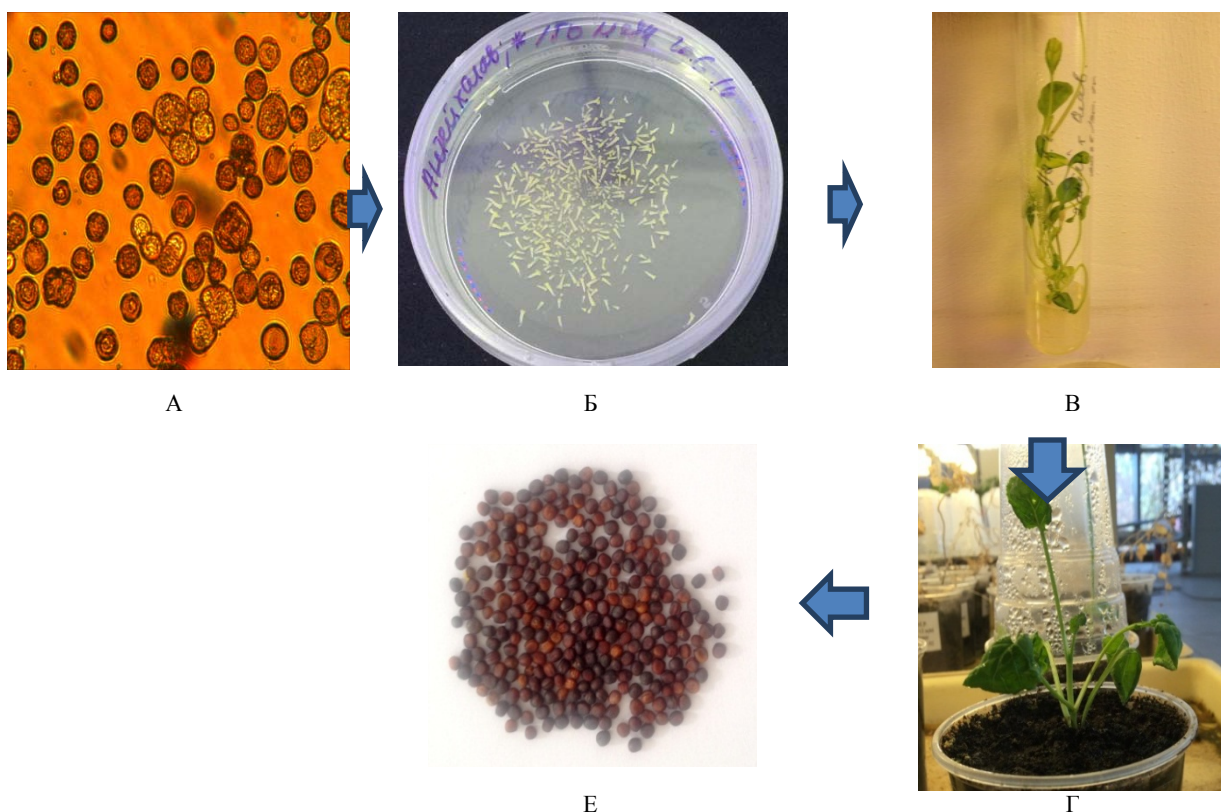
Б– Нарушение процесса мейоза во время первого деления, Появление отставания хромосом

Рисунок -1 Нарушение в мейозе, мостов.

С использованием культуры изолированных микроспор из 3 гибридной комбинации (Крис (*Brassica napus*) x Золотистое (*Brassica campestris*), Крис (*Brassica napus*) x Янтарное (*Brassica*

*campestris*, Антей (*Brassica napus*) x Славянка (*Brassica juncea*) были получены от 70 до 700 эмбриоидов и отобрано от 24 до 48 штук на комбинацию, которые были пересажены на твёрдую питательную среду Гамборга В5 с добавлением гибберелиновой кислоты 1 мг на литр. По мере образования регенерантов, растения пересаживали на среду Мурасиге-Скуга с половинным набором солей без гормонов по одной штуке в пробирку и помещались в светокультуральную комнату (Рисунок-2 А, Б).

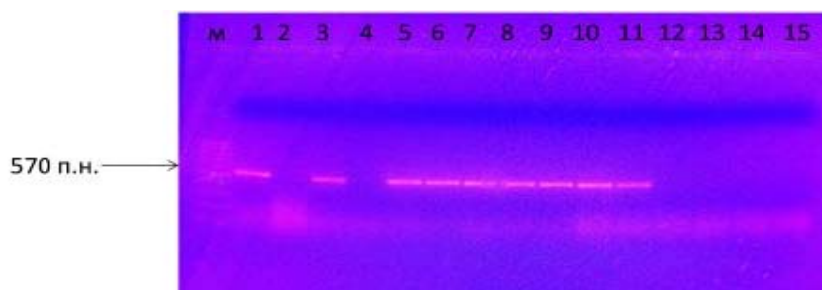
В дальнейшем была проведена обработка 0,05% раствором колхицина для получения удвоенных гаплоидных гибридных растений [14]. Из всех обработанных раствором гаплоидных гибридных регенерантов, были получены семена из межвидовых гибридов рапса с сурепицей комбинации Крис (*Brassica napus*) x Золотистое (*Brassica campestris*) и Крис (*Brassica napus*) x Янтарное (*Brassica campestris*) (Рисунок 2 В,Г). В тоже время межвидовые гибридные комбинации рапса с горчицей оказались стерильными.



А- процесс образование эмбриоидов; Б – полученные гаплоидные эмбриоиды;  
В – гаплоидный регенерант in vitro; Г – дигаплоидное растение в грунте; Е – дигаплоидные семена  
Рисунок -2 Схема получения гибридных дигаплоидных семян

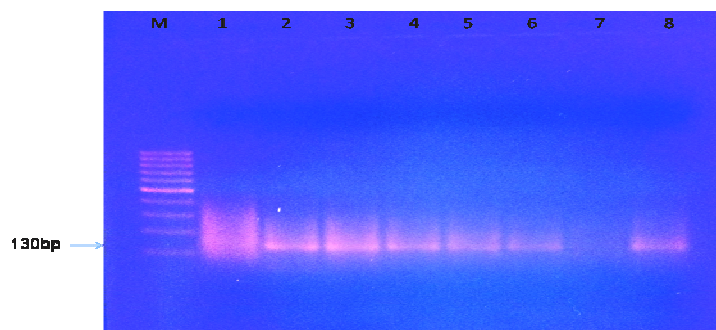
Для выбора подходящего решения селекционных задач, связанных с использованием метода интрогрессивной гибридизации, требуется набор различных ДНК маркеров. В частности, в селекции сурепицы (*B. Campestris*), овощных форм *B. rapa*, капусты (*B. Oleracea*) и рапса (*B. Napus*) играют важную роль интрогрессия генетического материала В генома, который может нести гены контролирующие устойчивость к таким бактериальным и грибным заболеваниям, как фомоз, черная ножка рапса, сухая гниль капусты (*Leptosphaeriatamaculans*) и сосудистый бактериоз (патоген *Xanthomonascampestrispv. Campestris*), а также к засухе и повышенным температурам [16]. Для того чтобы исследовать передачу В генома, в наборе должны содержаться ДНК-маркеры разбросанные равномерно по всем восьми хромосомам генома В[16]. Маркеры участков хромосом или отдельных хромосом генома В, несущие гены хозяйственно полезных признаков, позволяют провести детальный анализ, чтобы выявить результаты гибридизации и проследить перенос хозяйственно ценных признаков, если эти маркеры картированы на хромосомах.

По результатам молекулярного подтверждения с праймером *GenBLm1* на присутствие хромосомы генома В доказано, что из 13 гаплоидных регенерантов комбинации Антей (*Brassica napus*) x Славянка (*Brassica juncea*) 8 были настоящими гибридами. (рисунок 3). На рисунке 3 видно, что в геномных ДНК 8 гаплоидных гибридных регенерантов амплифицируется ДНК-фрагмент длиной около 570 нуклеотидов, что показывает о присутствие хромосом с генома В (*Brassica juncea*).



М – маркер, 1- положительный контроль *Brassica juncea*; 2 – отрицательный контроль *Brassica napus* 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 – гаплоидные регенеранты, которые являются истинными межвидовыми гибридами; 4, 12, 13, 14, 15 – гаплоидные регенеранты, не являющиеся гибридами  
Рисунок 3 – Электрофорез с праймером *GenBLm1* в 1,2% агарозном геле на присутствие хромосомы генома В (*Br. juncea*) в 8 регенерантов из 13 в гибридной комбинации Антей (*Brassica napus*) x Славянка (*Brassica juncea*)

Результаты по идентификации хромосом с использованием микросателлитного праймера Na12-H09 в полученных дигаплоидных растениях на присутствие хромосомы генома А (*Brassica campestris*) в комбинации Крис (*Brassica napus*) x Золотистое (*Brassica campestris*) показала, что из 6 растений истинными гибридами являются 5 (рисунок 4). Анализы ПЦР-продуктов показывают наличие ДНК-фрагмента на уровне 190 нуклеотидов в 5 гибридных образцах, что свидетельствует об успешно проведенной гибридизации.



М – маркер, 1- отрицательный контроль *Brassica napus*; 2 – положительный контроль *Brassicacampestris*; 3,4,5,6,8 – дигаплоидные растения, которые являются истинными межвидовыми гибридами; 7 – дигаплоидное растение не являющимся гибридом

Рисунок 4 – Электрофорез микросателлитным праймером Na12-H09 родительских форм и 6 гибридных растений в 1,2% агарозном геле, подтверждающий перехода хромосомы генома А сурепицы в гибридные растения комбинации комбинации Крис (*Brassica napus*) x Золотистое (*Brassica campestris*).

### Выводы

Межвидовая гибридизация остается одним из основных экспериментальных подходов для расширения генетического разнообразия семейства *Brassica*. Традиционные исследования по межвидовой гибридизации включают скрещивания исходных родительских видов и в случае стерильности отдаленных гибридов – их диплоидизацию с целью получения.

фертильных амфидиплоидов и создания интрогрессивных форм в поколениях беккроссов. На сегодняшний день успешные попытки получения межвидовых гибридов между *B. napus* x *B. oleracea* и *B. rapa* опубликованы в многочисленных научных работах [17]. Общеизвестно что рапс,

геномный состав ААСС, и сурепица, геномный состав АА, имеют общий набор геномов (АА), что облегчает межвидовое скрещивание между этими двумя видами. В полевых, естественных условиях успех гибридизации варьируется в широких пределах [18].

В настоящем эксперименте изучали возможность гибридизации между тетраплоидом *B. napus* (ААСС) с диплоидным *Br. campestris* (АА) и тетраплоидным *B. juncea* (ААВВ). Гибридизация была успешна только тогда, когда *B. napus* использовалась как материнской формой. Многие межвидовые гибриды *Brassica* были успешными, когда у родителя-женщины был более высокий уровень пloidности, чем у родителя-мужчины [19]. Гибридизация между тетраплоидными видами, *B. napus*, *B. juncea*, и диплоидным *B. rapa*, естественно, весьма несовместима [20]. Гибридизация может происходить, но только из-за несовместимости развития эмбрионов не продолжается, что становится причиной стерильных растений.

Для преодоления геномной несовместимости в нашей работе использовался биотехнологический метод, метод изолирования и выращивания в условиях *in vitro* незрелых и зрелых зародышей, что позволило получить фертильные растения межвидовых гибридов рапса с сурепицей и горчицей. Наилучшие результаты были получены комбинации где была проведена скрещивания рапса с сурепицей (от 12% до 38%). Чтобы подтвердить истинную гибридную природу предполагаемых растений использовались молекулярные праймеры (SSR). Молекулярные праймеры показали что из комбинации рапс с горчицей из 13 гаплоидных растений 8 были истинными гибридами, а в комбинации рапс сурепицей гибридами являются 5 из 6 дигаплоидных растений.

Создание гибридных растений семейства *Brassica*, вместе со всеми геномами А, В и С, будет иметь особый потенциал для создания новых отечественных сортов с признаками устойчивости к ряду биотических и абиотических стрессов, включая засуху, засоленность, вредителей и болезни, а с точки зрения производства семян гибридов будут иметь, более высокое содержание масла и более высокую питательную ценность.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Котлярова Е. Б., Жидкова Е. Н., Подвигина О. А. (2007) Применение методов *in vitro* для получения межвидовых и межродовых гибридов растений семейства *Brassicaceae*, Вестник ВГУ, Серия: Химия. Биология. Фармация. 2: 64-70
- [2] Lukens Lewis N, Pires J Chis, Leon Enrique, Vogelzang Robert, Oslach Lynne, Osborn Thomas (2006) Patterns of sequence loss and cytosine methylation within a population of newly resynthesized *Brassica napus* allopolyploids, *Plant Physiology* 140: 336-348.
- [3] Maluszynska J, Heslop-Harrison P (1993) Physical mapping of rDNA loci in *Brassica* species, *Genome*, 36:774-781
- [4] S. R. Weerakoon (2011) Producing inter-specific hybrids between *brassica juncea*(l.) Czern&Coss and *B. Oleracea*(l.) To synthesize trigonemic (abc) *brassica*, *J.Sci.Univ.Kelaniya*, 6: 13-34
- [5] Shyama r. Weerakoon, Ping Si, Wei Zili, Jinling Meng and Guijun Yan (2009) Production and confirmation of hybrids through interspecific crossing between tetraploid *b. Juncea* and diploid *b. Oleracea* towards a hexaploid *brassica* population, 16<sup>th</sup> Australian research assembly on *Brassicaceae*. Ballarat 120 hybrid. P. 1-7
- [6] Matthew N. Nelson, Annaliese A.S. Mason, Marie-Claire Castello, Linda Thomson, Guijun Yan, Wallace A. Cowling (2009) Microspore culture preferentially selects unreduced (2n) gametes from an interspecific hybrid of *Brassica napus* L. x *Brassica carinata* Braun, *Theor Appl Genet*, 119:497-505.
- [7] Md. Masud Karim, Asfakun Siddika, Nazmoon Naher Tonu, Delwar M. Hossain, MD. Bahadur Meah, Takahiro Kawanabe, Ryo Fujimoto and Keiichi Okazaki (2014) Production of high yield short duration *Brassica napus* by interspecific hybridization between *b. Oleracea* and *b. Rapa*, *Breeding Science* 63: 495-502
- [8] Vanl. Ripley and p. G. Arnison (1990) Hybridization of *Sinapis alba* L. and *Brassica napus* L. via embryo rescue, *Plant Breeding*, 104:26-33. E.6.
- [9] Горягина, Е.Н. Жидкова (2008) Получение гибридов между рапсом яровым и горчицей белой методом эмбриокультуры // Научно-технический бюллетень всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. Вып. 1 (138),.
- [10] Jack Brown, Angela P. Brown, Jim B. Davis & Donna Erickson (1997) Intergenerichybridization between *Sinapis alba* and *Brassic napus*, *Euphytica*, 93: 163-168.
- [11] Eric B. Swanson. Microspore culture in *brassica* (1990) *Methods in molecular biology*, 6:159-169
- [12] Doyle, J.J. (1987) A rapid dna isolation procedure from small quantities of fresh leaf tissues, *Phytochembull.* 19:11-15.
- [13] I.A.P. Parkin, A.G. Sharpe, D.J. Keith, and D.J. Lydiate (1995) Identification of the a and c genomes of amphidiploid *Brassica napus* (oilseed rape), *Genome*, 38: 1122-1131.



- [14] A. Gland (1981) Doubling chromosomes in interspecific hybrids by colchicine treatment, *EucarpiaCruciferae* nl, 6:20–22.
- [15] Delourme R., Chevre A.M., Brun H., Rouxel T., Balesdent M.H., Dias J., Salisbury P., Renard M., Rimmer S.R. (2006) Major gene and polygenic resistance to *Leptosphaeriacumulans* in oilseed rape (*Brassica napus*), *Eur. J. Plant Pathol.* 114:41-52.
- [16] Vicente J.G., Taylor J.D., Sharpe A.G., Parkin I.A.P., Lydiat D.J., King G.J. (2002) Inheritance of race-specific resistance to *Xanthomonascampestrispv. Campestris* in Brassica genomes, *Phytopathology*. 92:1134-1141.
- [17] Sikander Pal Choudhary, H. Volkan Oral, RenuBhardwaj, Jing-Quan Yu and Lam-Son Phan Tran (2012) Interaction of Brassinosteroids and Polyamines Enhances Copper Stress Tolerance in *RaphanusSativus*, *J Exp Bot*. Sep. 63(15): 5659–5675.
- [18] Pallett DW, Huang L, Cooper JI, Wang H (2006) Within-population variation in 121y hybridization and transgene transfer between wild *Brassica rapa* and *Brassica napus* in the UK. *Ann Appl Biol* 148:147–155
- [19] Shelfhout, C. J., W.A. Snowdon, W.A. Cowling & J. M. Wroth (2006) Tracing B-genome chromatin in *Brassica napus* x *B. juncea* inter-specific progeny. *Genome* 49: 1490-1497.
- [20] Diederichsen, E. & M. D. Sacristan (1994) The use of ovule culture in reciprocal hybridization between *B. campestris* L. and *B. oleracea* L. *Plant Breeding* 113: 79–82.

## REFERENCES

- [1] Kotlyarova E.B., Zhidkova E.N., Podvigina O.A. (2007) The Application of Methods in Vitro For Production Interspecific and Intergeneric Hybrid of the Plants of Family Brassicaceae (Review), *VNU Bulletin, Chemistry. Biology. Pharmacy*, 2:64-70 (in Rus)
- [2] Lukens Lewis N, Pires J Chis, Leon Enrique, Vogelzang Robert, Oslach Lynne, Osborn Thomas (2006) Patterns of sequence loss and cytosine methylation within a population of newly resynthesized *Brassica napus* allopolyploids, *Plant Physiol* 140: 336-348.
- [3] Maluszynska J, Heslop-Harrison P (1993) Physical mapping of rDNA loci in *Brassica* species, *Genome*, 36:774-781
- [4] S. R. Weerakoon (2011) Producing inter-specific hybrids between *brassica juncea*(l.) Czern&Coss and *B. Oleracea*(l.) To synthesize trigonemic (abc) *brassica*, *J.Sci.Univ.Kelaniya*, 6: 13-34
- [5] Shyama r. Weerakoon, Ping Si, Wei Zili, JinlingMeng and Guijun Yan (2009) Production and confirmation of hybrids through interspecific crossing between tetraploid *b. Juncea* and diploid *b. Oleracea* towards a hexaploid *brassica* population, 16<sup>th</sup> Australian research assembly on *Brassicaceae*. Ballarat 121y hybridiz.P. 1-7
- [6] Matthew N. Nelson, Annaliese A.S. Mason, Marie-Claire Castello, Linda Thomson, Guijun Yan, Wallace A. Cowling (2009) Microspore culture preferentially selects unreduced (2n) gametes from an interspecific hybrid of *Brassica napus* L. x *Brassica carinata* Braun, *Theor Appl Genet*, 119:497–505.
- [7] Md. Masud Karim, Asfakun Siddika, Nazmoon Naher Tonu, Delwar M. Hossain, MD. Bahadur Meah, Takahiro Kawanabe, Ryo Fujimoto and Keiichi Okazaki (2014) Production of high yield short duration *Brassica napus* by interspecific hybridization between *b. Oleracea* and *b. Rapa*, *Breeding Science* 63: 495–502
- [8] Vanl. Ripley and p. G. Arnison (1990) Hybridization of *Sinapis alba* L. and *Brassica napus* L. via embryo rescue, *Plant Breeding*, 104:26–33.
- [9] E.B. Goryagina, E.N. Zhidkova (2008) The production of hybrids between rape spring and white mustard by embryo culture, *Scientific and Technical Bulletin of the All-Russian Research Institute of Oilseeds*. 1:138. (in Rus)
- [10] Jack Brown, Angela P. Brown, Jim B. Davis & Donna Erickson (1997) Intergeneric hybridization between *Sinapis alba* and *Brassica napus*, *Euphytica*, 93: 163–168.
- [11] Eric B. Swanson. Microspore culture in *brassica* (1990) *Methods in molecular biology*, 6:159-169
- [12] Doyle, J.J. (1987) A rapid dna isolation procedure from small quantities of fresh leaf tissues, *Phytochem Bull*. 19:11-15.
- [13] I.A.P. Parkin, A.G. Sharpe, D.J. Keith, and D.J. Lydiat (1995) Identification of the a and c genomes of amphidiploid *Brassica napus* (oilseed rape), *Genome*, 38: 1122-1131.
- [14] A. Gland (1981) Doubling chromosomes in interspecific hybrids by colchicine treatment, *EucarpiaCruciferae* nl, 6:20–22.
- [15] Delourme R., Chevre A.M., Brun H., Rouxel T., Balesdent M.H., Dias J., Salisbury P., Renard M., Rimmer S.R. (2006) Major gene and polygenic resistance to *Leptosphaeriacumulans* in oilseed rape (*Brassica napus*), *Eur. J. Plant Pathol.* 114:41-52.
- [16] Vicente J.G., Taylor J.D., Sharpe A.G., Parkin I.A.P., Lydiat D.J., King G.J. (2002) Inheritance of race-specific resistance to *Xanthomonascampestrispv. Campestris* in Brassica genomes, *Phytopathology*. 92:1134-1141.
- [17] Sikander Pal Choudhary, H. Volkan Oral, RenuBhardwaj, Jing-Quan Yu and Lam-Son Phan Tran (2012) Interaction of Brassinosteroids and Polyamines Enhances Copper Stress Tolerance in *RaphanusSativus*, *J Exp Bot*. Sep. 63(15): 5659–5675.
- [18] Pallett DW, Huang L, Cooper JI, Wang H (2006) Within-population variation in 121y hybridization and transgene transfer between wild *Brassica rapa* and *Brassica napus* in the UK. *Ann Appl Biol* 148:147–155
- [19] Shelfhout, C. J., W.A. Snowdon, W.A. Cowling & J. M. Wroth (2006) Tracing B-genome chromatin in *Brassica napus* x *B. juncea* inter-specific progeny. *Genome* 49: 1490-1497.
- [20] Diederichsen, E. & M. D. Sacristan (1994) The use of ovule culture in reciprocal hybridization between *B. campestris* L. and *B. oleracea* L. *Plant Breeding* 113: 79–82.

К.Ж. Жамбакин, М.Х. Шамекова, А.К. Даурова, Д.Л. Дауров, К.К. Жапар,  
Д.В. Волков, А.К. Едилова, М.О. Бакбергенова, Д.А. Толегенова

ҚР БҒМ ҒК «Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты», ШЖҚ РМК, Алматы, Қазақстан

**РАПСТЫҢ (*BRASSICA NAPUS*) ҚЫШАБАС (*BRASSICA CAMPESTRIS*)  
ЖӘНЕ ҚЫША (*BRASSICA JUNCEA*) ӨСІМДІКТЕРІМЕН ТҮРАРАЛЫҚ БУДАНДАРЫН АЛУ**

**Аннотация.** Бұл мақалада рапс өсімдігінің қышабас және қыша өсімдіктерімен тұраралық будандарын алу үшін алыстан будандастыру әдісі көрсетілген. Жұмыстың нәтижесінде, ілеспелі будандастыруға сәйкес рапстың қышабас және қыша алыстан будандастыру әдісімен бақыланатын және дала жағдайында *in vitro* дақылына 65 жетілмеген ұрық енгізілген, кейіннен олардан 38 *in vitro* өсімдік алынған. Оқшауланған микроспора дақылдан пайдалану арқылы тұраралық будандардың бірінші және екінші ұрпақты дигиплоидты (ДГтб 1, ДГтб 2) өсімдіктері алынған. Хромосомалардың сәйкестендірілуі жүргізілген, нәтижесінде анық буданды өсімдіктер анықталған.

**Тірек сөздер:** *Brassica napus*, *Brassica campestris*, *Brassica juncea*, *SSR*, *GenBLm1*, микроспоралар, дигиплоид.

**Сведения об авторах:**

Жамбакин К.Ж. - д.б.н., профессор, академик НАН РК, Институт биологии и биотехнологии растений, г. Алматы Тимирязева 45, zhambakin@gmail.com, 3947267.

Шамекова М.Х. - PhD, ассоц. профессор, Институт биологии и биотехнологии растений, г. Алматы Тимирязева 45, shamekov@gmail.com, 3947267.

Даурова А.К. - магистр, Институт биологии и биотехнологии растений, г. Алматы Тимирязева 45, ai\_ken.89@mail.ru, 3947267.

Дауров Д.Л., - магистр, Институт биологии и биотехнологии растений, г. Алматы Тимирязева 45, dias.daugov@mail.ru, 3947267.

Жапар К.К. - докторант КазНАУ, Институт биологии и биотехнологии растений, г. Алматы Тимирязева 45, zhapar.zk@gmail.com, 3947267.

Волков Д.В. - магистр, Институт биологии и биотехнологии растений, г. Алматы Тимирязева 45, spiritdem@gmail.com, 3947267.

Едилова А.К. - магистрант КазНУ, Институт биологии и биотехнологии растений, г. Алматы Тимирязева 45, 3947267

Бакбергенова М.О., магистр, Институт биологии и биотехнологии растений, г. Алматы Тимирязева 45, 85.makpal.bakbergenova@mail.ru, 3947267.

Толегенова Д.А. - магистрант КазНАУ, Институт биологии и биотехнологии растений, г. Алматы Тимирязева 45, dana\_tolegenova@mail.ru, 3947267, 29.09.2017 г.

**E.Zh. Aytkhozhaeva, N.A. Seilova**

Kazakh National Research Technical University named after K.I.Satpayev, Almaty, Kazakhstan  
ait\_djam@mail.ru

## DIGITAL SOCIETY RISKS

**Abstract.** Intensive development of information and communication technologies, as a technical basis, led to the creation and development of information society (digital society). Attention is drawn to the risks and threats of new technologies that threaten to the humanistic functioning of the information society: virtualization, cloud computing, Internet-to-Things (IoT), machine-to-machine (M2M), cyberphysical systems, etc. These new technologies improve the quality of life and economic efficiency of business; serve the development of a digital society. But these new technologies are fraught with new risks and threats to the security of citizens, enterprises and the state. The most difficult problems of risks are the problems associated with the human factor: moral, ethical, sociological, psychological problems. A decisive role in solving these problems belongs to digital sociology. One of the main, promising and effective methods, which create a threat to the electronic society, is social engineering. Social engineering is based on unpredictable human factor. The reasons for successful social engineering are indicated. There are different signs of classification of social engineering methods. A classification based on the manipulation of human traits is given. In the digital society the application of social engineering methods is facilitated by the fact that social networks, e-mail, online services are relatively anonymous. It is difficult to define a lie, since there is no direct contact with a person. The results of digital sociology researchers should be a platform for developing effective methods to combat cybercrime.

**Key words:** digital society, cyberthreats, digital sociology, social engineering.

УДК 316.4

**Е.Ж. Айтхожаева, Н.А.Сейлова**

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

## РИСКИ ЦИФРОВОГО ОБЩЕСТВА

**Аннотация.** Интенсивное развитие информационно-коммуникационных технологий, как технической основы, привело к созданию и развитию информационного общества (цифрового общества). Обращается внимание на новые перспективные информационно-коммуникационные технологии, которые несут новые риски и угрозы, представляющие опасность для гуманистического функционирования цифрового общества. Среди проблем рисков электронного общества, наиболее сложные связаны с человеческим фактором: морально-этические, социологические и психологические проблемы. Решающая роль в решении этих проблем принадлежит цифровой социологии. Одним из главных, перспективных и результативных методов, представляющим угрозу для электронного общества, является социальный инжиниринг. Указываются причины успешного социального инжиниринга. Приводится классификация методов социального инжиниринга по признаку манипулирования чертами человеческого характера. Для разработки действенных методов борьбы с киберпреступностью необходимы исследования цифровой социологии.

**Ключевые слова:** цифровое общество, киберугрозы, цифровая социология, социальный инжиниринг.

### **Концепция информационного общества**

Считается, что идея информационного общества (ИО) 30 лет назад была высказана японскими исследователями. Но можно вспомнить теорию постиндустриализма, основу которой заложили З. Бжезинский, Д. Белл, Э. Тоффлер. Постиндустриальное общество – это информационное общество. Известный американский социолог, публицист-футуролог Э. Тоффлер в своей книге “Третья волна” в 1980 году писал о том, что человечество развивается «волнами» в соответствии с развитием науки и техники [1]. Цивилизация третьей волны перестроит систему образования и научных исследований, реорганизует средства массовой информации, принесет новые проблемы и риски. Информация приобретет большую ценность, чем когда-либо. Основоположителем концепции информационного общества можно считать и канадского культуролога М. Маклюэна, введшим понятие “глобальной деревни”.

Процесс формирования и развития информационного общества носит объективный характер. Представление информации в цифровой, электронной форме (электронные новости, электронные журналы, электронные документы, электронные книги и т.д.) привело к понятию цифрового, электронного общества. Технической предпосылкой создания цифрового общества является развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Формирование ИО в каждой стране, в конечном итоге, ведет к формированию глобального информационного общества. При этом в каждой стране есть свои особенности этого процесса, вытекающие из исторических, политических, социально-экономических и культурных условий. Электронное общество (ЭО) разных стран находятся на различных этапах своего развития (начальная стадия - formative stage, стадия развития - developmental stage, зрелая стадия - mature stage) в зависимости от развития ИКТ и их использования в различных целях всеми слоями общества [2]. Развитие электронного общества определяется развитием четырех ключевых доменов: электронное правительство (e-government), электронная коммерция (e-commerce), электронные сети (e-networking), электронная деятельность (e-working). Риски и угрозы существуют в любом домене и на любом этапе развития ЭО, имеют свою специфику, требуют социологических исследований с применением специальных методик.

### **Киберпространство цифрового общества**

Сама по себе идея информационного общества имеет гуманистическую основу. ИО должно обеспечивать равные возможности для социального и экономического развития всех граждан страны, а в перспективе - и всех людей в мире. Все больше и больше информации и услуг становятся доступными гражданам в электронном формате. Информация будет доступна всем – нет государственных границ и различных барьеров для ее распространения. Но ЭО – это не только информационные ресурсы. Компонентами ЭО являются также организационные структуры, обеспечивающие его функционирование и развитие. Важной компонентой ЭО являются средства информационного взаимодействия, в том числе программно-технические средства, обеспечивающие доступ к информационным ресурсам на основе информационно-коммуникационных технологий. Индикаторы уровня развития электронного общества в 1980-х годах были ориентированы на перечисленные выше компоненты, так как это базис ЭО. К настоящему времени признанным, более реальным, показателем развития и зрелости ЭО является уровень использования этих компонент.

Ведь ЭО – это не только среда, которая формирует условия для развития и совершенствования человека, взаимного общения. Это глобальное киберпространство, в котором доступны различные виды деятельности: политическая, правовая, экономическая, финансовая, образовательная, экологическая и т.д. Эта деятельность может быть как легальной, так и противоправной, преступной, направленной на нарушение безопасности граждан, предприятий, государства, национальной безопасности страны. С этой точки зрения, ЭО является обществом риска, как и любое общество. Проблема в том, что в ЭО имеют место совершенно новые риски и угрозы, которые активно развиваются вместе с развитием ЭО.

В мире появляются новые технологии, являющиеся результатом развития информационно-коммуникационных технологий, которые способствуют формированию цифрового общества, развитию человечества. Растет ежегодно на 22% использование облачных сервисов, в основе которых лежат технологии виртуализации. Кроме виртуализации и облачных вычислений

появились интернет вещей (Internet of Things, IoT), межмашинное взаимодействие (Machine-to-Machine, M2M), киберфизические системы и т.д. Эти новые технологии повышают качество жизни и экономическую эффективность бизнеса, служат развитию цифрового общества.

Но эти новые технологии таят в себе новые риски и угрозы безопасности граждан, предприятий, государства. Современные информационно-коммуникационные технологии являются фундаментом для построения электронного общества и, одновременно, причиной необходимости обеспечения безопасности этого общества. Неправомерная деятельность в киберпространстве ЭО криминальных элементов или террористов способна приводить к огромным физическим, психологическим, и моральным разрушениям, деградации личности и государства.

#### **Проблемы обеспечения безопасности электронного общества и социология**

Задачи обеспечения безопасности ЭО носят комплексный характер. Все понимают необходимость решения правовых, организационных и технических проблем ЭО. Множество специалистов работает в этом направлении. Во всех странах разрабатывается правовая основа ЭО, обсуждается цифровой суверенитет страны. Как в развитых, так и в развивающихся странах принимаются законы: об информации и защите информации, об электронных документах, электронной цифровой подписи, о персональных данных и их защите и т.д. Разрабатываются новые методы и средства защиты информации. Появляются и развиваются новые сервисы обеспечения информационной безопасности.

Но к проблемам обеспечения безопасности ЭО относятся не только правовые, организационные, технические проблемы, но и экологические, морально-этические, социологические, психологические. Надо рассматривать экосистему: компьютер-человек. Современный человек, живущий в традиционном обществе, живет также и в цифровом обществе. События, происходящие в реальном мире и цифровом мире, воздействуют друг на друга. Появился термин “человек информационный” (Homo Informaticus) – продукт информационного общества. Постепенно информация и знание становятся основой всего общества вместо капитала и труда. Электронное общество характеризуется всепроникающим влиянием передовых информационно-коммуникационных технологий на умонастроения людей, их психику, привычки, менталитет, образ жизни. Идет формирование новой цивилизации.

Информация становится доступней, оперативней, наглядно показывает уровень жизни в благополучных странах, людей из разных слоев общества. Это касается и дезинформации, являющейся провоцирующим фактором, побуждающим к неверным действиям. Информация быстро оказывает большое воздействие на людей, заставляет их стремиться к определенному образу жизни, в том числе и противоправным путем, представляющим опасность для общества. Революция в средствах коммуникации приводит к революции в психике и умонастроении человека. Например, эксперты Лаборатории Касперского в результате опроса с участием 16,5 тысяч в 18 странах мира пришли к выводу, что для большинства интернет-пользователей жизнь в социальных сетях чревата расстройствами и депрессией. Эти проблемы не решаются правовым регулированием, организационными мероприятиями, техническими средствами. Определить и оценить риски, промоделировать ситуации, найти способы защититься в случае действия технических средств нарушения безопасности можно. В случае действий человека возникают проблемы гораздо сложнее. И работа в решении этих проблем только начинается.

Активную роль в решении обеспечения безопасности при существовании в электронном обществе должна сыграть цифровая социология, которая представляет собой направление социологической науки, призванное исследовать закономерности социальной жизни человека, живущего одновременно и в традиционном и в электронном обществе. В цифровой социологии, возникшей первоначально из применения методов на основе ИКТ для обработки социальных цифровых данных, объектом исследования является социальная жизнь электронного общества, социальные отношения, возникающие в цифровой среде. Появился термин “вычислительные социальные науки” [3].

Владельцы ресурсов социальных сетей и других онлайн-сервисов (IT-компании) имеют подразделения, которые занимаются анализом цифровых социальных данных, полученных из своих сетей. Но этим, в основном, занимаются не социологи, а IT-специалисты, математики, работающие в области Big Data (Большие данные), Data Mining (Добыча Данных). Из огромного

объема доступных цифровых данных посредством вычислений и интеллектуального анализа данных получают информацию, необходимую для продвижения и развития бизнеса, для развития ИКТ. Имеется тенденция вытеснения социологии, как самостоятельной науки, из области исследования социальной жизни цифрового общества. Но цифровые технологии и практики – это инструмент по поддержке социологических исследований. Новые инструменты всегда приводят к изменению теорий и методов любой науки, в том числе и социологических теорий и исследований [4]. Эти инструменты позволяют повысить уровень анализа в социологических исследованиях, являются, отчасти, точками роста социологических теорий. Но они являются всего лишь инструментами, несмотря на то, что инициируют пересмотр базовых социологических моделей [5]. «Иначе говоря, новые цифры – это еще не наука. Их надо сопоставить с данными других исследований, рассмотреть в динамике (во времени) и четко сформулировать научные выводы» [6]

При исследовании социальных проблем цифрового общества ведущую роль должны играть социологи со своими переосмысленными теориями и применением современных инструментов в социальных исследованиях.

**Социальный инжиниринг.** Одной из опаснейших угроз, которой подвергается любой из членов ЭО, является социальный инжиниринг – СИ (Social Engineering - SE). Методы социальной инженерии являются одной из составляющих многих кибератак, входят в ТОП-10 самых популярных хакерских методов (по данным международной компании BalaBit IT Security). На рисунке 1 представлено распределение типов атак, применяемых злоумышленниками [7]. Атаки методом социальной инженерии представляют 27% от общего числа атак. Следует учесть, что применение социального инжиниринга – это, чаще всего, подготовка к предстоящим атакам.

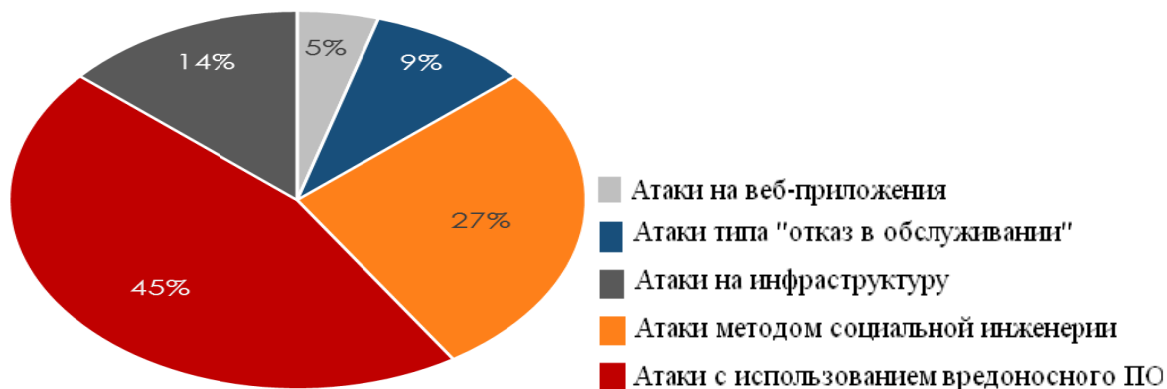


Рисунок 1 - Распределение типов атак

Чисто социологический термин обозначает совокупность подходов прикладных социальных наук, которые ориентированы на целенаправленное изменение человеческого поведения и контроль за ним. СИ основан на человеческом факторе, который имеет место всегда и везде. Человеческий фактор является причиной 70% случаев нарушений безопасности информации. Брюс Шнайер, всемирно признанный специалист в области информационной безопасности (в том числе и в криптографии) в своей книге “Секреты и ложь. Безопасность данных в цифровом мире” приходит к выводу, что не существует всеобъемлющего решения проблемы человеческого фактора в информационной безопасности [8].

Метод социальной инженерии направлен на то, чтобы обманным путем заставить человека выполнить опасные для него действия. Этот метод управления действиями человека без использования технических средств используется давно. Люди, умевшие ввести собеседника в заблуждение и убедить его в истинности того, что на самом деле является ложным, ценились еще в Римской империи.

В киберпространстве ЭО социальный инжиниринг приобрел новые формы и инструменты реализации. Особенно активно используются такие инструменты как электронная почта и сайты социальных сетей. Существует возможность стать другом любого пользователя социальной сети, используя методы социальной инженерии, и получить доступ к его личной информации. А

использование электронной почты уже давно практикуется в качестве инструмента социальной инженерии.

Человек под действием социального инжиниринга выполняет действия, необходимые злоумышленнику, считая эти действия осознанными, правильными и неопасными. На многие действия человека оказывает влияние подсознание. Исследования последних лет показывают, что подсознательное принятие решений опережает сознательное порой на 10 секунд. Учитывая психологические особенности человека, можно обойти многие технологичные решения безопасности: межсетевые экраны, системы предотвращения вторжений, устройства идентификации, средства шифрования, системы обнаружения сетевых атак и т.д. Социальный инжиниринг является самым быстрым и легким путем к нарушению безопасности и самым труднообнаруживаемым.

Социальную инженерию используют для получения закрытой информации или информации, которая представляет большую ценность для злоумышленника (или разведчика). Социальная инженерия всегда была главным оружием разведчиков. В настоящее время социальный инжиниринг является одним из главных, перспективных и результативных методов как киберразведки, так и киберпреступников любого направления. Метод социальной инженерии прост в реализации, требует незначительных финансовых вложений, имеет минимальную вероятность и относительную сложность в выявлении. Существуют специальные группировки профессионалов - социотехников, получающих и выполняющих заказы на поиск и сбор информации в киберпространстве, ее обработку и предоставление заказчиком. Эти профессионалы имеют свои закрытые форумы и закрытые сети.

При рассмотрении успешных примеров социального инжиниринга можно выделить несколько причин, благодаря которым социальный инжиниринг достигает своих целей. Основными из них являются:

- отсутствие (или незнание) достоверной информации, фальсификация, ложная информация и дезинформация;
- отсутствие информации о методах социального инжиниринга, их результативном использовании в преступных целях;
- неудовлетворительное физическое и психологическое состояние человека;
- отдельные черты характера человека (любопытство, доверчивость, беззаботность, невнимательность, лень, любезность, энтузиазм, желание понравиться, отблагодарить, разбогатеть и другие человеческие слабости).

Применение социального инжиниринга предполагает умение собирать о человеке необходимую информацию и знание психологии. Известные в прошлом хакеры, часто становятся консультантами по информационной безопасности. Они пишут книги, статьи и инструкции, дают интервью, проводят демонстрации, записывают видео, посвященные социальной инженерии и методам воздействия на человека. Существуют отдельные сайты, посвященные социальной инженерии. Эта информация в цифровом обществе доступна всем, любой желающий может использовать ее в своих целях. Без помощи социологов и психологов невозможно противостоять этой угрозе.

Злоумышленник, использующий методы социальной инженерии, убеждает человека выдать необходимую ему информацию с помощью психологических методов. Важны личностные качества социотехника. Он обычно коммуникабелен, приятен для других в общении, не навязчив, с чувством юмора, легко располагает людей к себе.

Методы социального инжиниринга можно классифицировать по различным признакам. Одним из важных признаков является классификация по использованию черт человеческого характера. Выделяют шесть методов, которые используются социотехниками.

Авторитетный метод. Люди, обычно, не отказывают в услуге авторитетному или облеченному властью человеку. Социотехник, используя различные технологии социальной инженерии, достоверно представляется таким человеком и получает необходимую информацию.

Приверженный метод основан на умении расположить к себе человека. Обычно социотехник узнает склонности человека, его интересы. Находит с ним общий язык и получает конфиденциальную информацию.

Взаимностный метод использует такую черту характера человека, как желание “отплатить” за услугу (подарок, помощь, совет, информацию и т.д.). Взаимная услуга – предоставление критической информации.

Ответственный метод применяется к людям, которые привыкли выполнять свои обещания. Достаточно, используя методы социальной инженерии, заставить человека пообещать то, что нужно преступнику (информацию). Обещанное будет выполнено.

Социальностный метод эксплуатирует принадлежность человека к определенной авторизованной (социальной) группе. Все входящие в группу делятся между собой информацией. Необходимо лишь стать членом группы, в которую входят люди, владеющие необходимой информацией, войти к ним в друзья.

Ограниченностный метод основан на предоставлении человеку якобы ограниченной информации (по времени и/или по распространению, и/или по существованию). Для того чтобы получить доступ к этой информации, необходимо ввести идентификатор, пароль, адрес электронной почты. Очень часто люди используют одинаковые идентификаторы и пароли для доступа к разным информационным ресурсам, в том числе и конфиденциальным. Злоумышленник использует эти данные, чтобы получить закрытую информацию из конфиденциальных источников. Полученный адрес электронной почты используется для «маскарада». Можно получить необходимую информацию действуя от имени человека, которому доверяют.

В электронном обществе все эти методы, используя относительную анонимность сети, легко реализуемы на основе групп социальных сетей, электронной почты, онлайн сервисов. В Интернете существует множество фейковых аккаунтов, создаваемых социотехниками в противоправных целях. Функционирует большое количество фишерских web-сайтов, осуществляется множество фишинговых рассылок. Финансовый фишинг является одним из наиболее распространенных типов киберпреступной активности. На рисунке 2 представлен рост финансового фишинга от общего числа финансовых киберпреступлений [9].

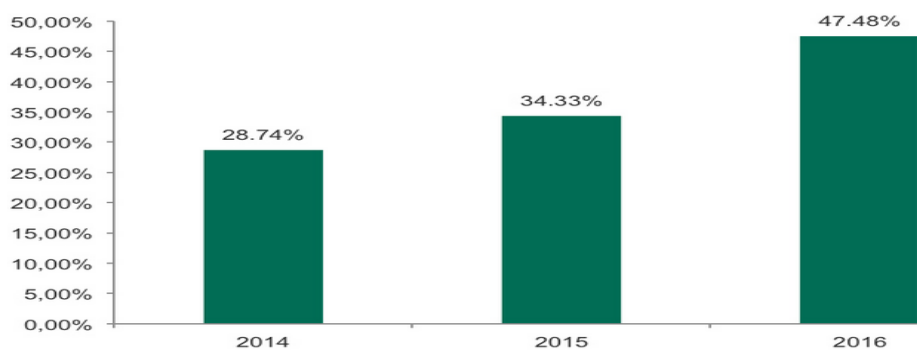


Рисунок 2 - Процент финансового фишинга, обнаруженного «Лабораторией Касперского» в 2014-2016 гг.

В ЭО никто не застрахован от социального инжиниринга. Кевин Митник - один из самых известных в прошлом хакеров, при расследовании своих преступлений в показаниях Конгрессу сказал, что наиболее уязвимое место в системе безопасности – «человеческий фактор». Являясь в настоящее время консультантом по компьютерной безопасности, он считает, что получить пароль путём обмана гораздо проще, нежели взломать систему безопасности. Причем, в киберпространстве это сделать легче, так как отсутствует непосредственное общение.

При непосредственном контакте с человеком, ложь можно определить по словам (оговорки, тирады), голосу (наличие пауз, речевые ошибки, тон и высота голоса), пластике (эмблемы, иллюстрации, манипуляции), мимическим признакам (микровыражения), признакам ВНС (вегетативной нервной системы) [10]. Чувства и эмоции людей, независимо от социального статуса и национальной принадлежности, проявляются в универсальных признаках. Они всегда выдают неискренность или свидетельствуют о преднамеренной лжи. Наблюдая за собеседником во время общения, можно по этим признакам получить достаточное количество информации и правильно ее



использовать. Но эту информацию невозможно получить, общаясь в социальных сетях или по электронной почте, используя онлайн-сервис.

Общеизвестные рекомендации для обеспечения собственной безопасности, безопасности предприятия, государства, которыми обычно руководствуются в традиционном обществе, в большинстве случаев игнорируются при общении в ЭО. Общение в социальных сетях, посредством электронной почты, использование онлайн сервисов создает иллюзию независимости, дружелюбности, взаимопонимания и взаимного доверия. И даже недоверчивые и осторожные люди становятся жертвами социальной инженерии.

Защититься от социального инжиниринга непросто. Люди могут не знать, что их обманули. К тому же многие предпочитают не рассказывать об этом. Модели, описывающей поведение людей в различных ситуациях, реакцию на то или иное воздействие или сложившиеся условия, не существует. Имеющиеся частные шаблоны поведения не охватывают все ситуации. Человек – это сложная и многогранная система. Разработка модели является проблемной задачей в силу необходимости учета очень многих индивидуальных параметров.

На данном этапе развития ЭО основным способом защиты от методов социальной инженерии является обеспечение людей информацией о методах социального инжиниринга, их результативном использовании в преступных целях, о частных шаблонах поведения. Необходимо вести обучение людей противодействию социальному инжинирингу. Для разработки действенных мер борьбы с этими преступлениями необходимы социологические исследования, направленные на изучение применения методов социального инжиниринга в преступных целях в ЭО.

### **Заключение**

Информационное общество не знает границ. Используя сетевые технологии, киберпреступник может совершать преступления в любой точке земного шара, независимо от места своего нахождения. Киберпространство ЭО уже сейчас активно используется для реализации комплексного подхода к построению целевой кибератаки (APT-атаки), включающей активное воздействие на людей методами психологии и социальной инженерии.

Потенциальные последствия рисков в киберпространстве ЭО катастрофичны. Для безопасного существования в ЭО, противодействия его рискам необходимо объединение всех его членов. Успех зависит от объединения исследований социологов, психологов, математиков и IT-специалистов. Должны быть разработаны и на регулярной основе работать программы повышения осведомленности социума о киберугрозах, рисках цифрового общества, методах социальной инженерии и противодействия им. Результаты исследований цифровой социологии должны стать платформой для разработки методов борьбы с киберпреступностью. Это очень важно как для социума электронного общества каждой страны, так и мирового сообщества.

### **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Toffler A. The Third Wave. - New York: William Morrow & Company, ISBN 0688035973, 9780688035976, 1980. – 544 p.
- [2] Becky P.Y. Loo. The E-Society. - Hauppauge: Nova Science Publishers, ISBN: 978-1-61209-831-9, 2011. – 266 p.
- [3] Lazer D., Pentland A., Adamic L., Aral S., Barabasi A.L., Brewer D., Christakis N. et al. Computational Social Science // Science, 2009. - № 323 (5915). - P. 721-723. DOI: 10.1126/science.1167742.
- [4] Дудина В.И. Социологическое знание в контексте развития информационных технологий // Социологические исследования, 2015. - № 6. - С. 13-22.
- [5] Дудина В.И. Цифровые данные - потенциал развития социологического знания // Социологические исследования, 2016. - № 9. - С. 21-30.
- [6] Тощенко Ж. Т. Об ответственности и взаимответственности редакции и авторов // Социологические исследования, 2017. - № 1. - С. 3-4.
- [7] Зиненко О. Анализ угроз информационной безопасности 2016-2017. // Аналитический центр Anti-Malware.ru. 2017. [https://www.anti-malware.ru/analytics/Threats\\_Analysis/Analysis\\_information\\_security\\_threats\\_2016\\_2017](https://www.anti-malware.ru/analytics/Threats_Analysis/Analysis_information_security_threats_2016_2017).
- [8] Schneier B. Secrets and Lies: Digital Security in a Networked World. - New York: John Wiley & Sons, ISBN: 0471253111, 2000. – 304 p.
- [9] Ландшафт финансовых киберугроз в 2016 году. АО Kaspersky Lab. 2017. <https://securelist.ru/analysis/obzor/30336/financial-cyberthreats-in-2016/>.
- [10] Ekman P. Telling Lies: Clues to Deceit in the Marketplace, Politics, and Marriage. - New York: W.W. Norton & Company, ISBN 0-393-30872-3, 1985. – 366 p.

REFERENCES

- [1] Toffler A (1980) The Third Wave. New York: William Morrow & Company, ISBN 0688035973, 9780688035976, 544 p.
- [2] Becky PY Loo (2011) The E-Society. Hauppauge: Nova Science Publishers, ISBN: 978-1-61209-831-9, 266 p.
- [3] Lazer D, Pentland A, Adamic L, Aral S, Barabasi AL, Brewer D, Christakis N et al. (2009) Computational Social Science [Science] No.323 (5915). 721-723. DOI: 10.1126/science.1167742.
- [4] Dudina VI (2015) Sociological knowledge in the context of information technologies development [Sotsiologicheskie issledovaniya] 6: 13-22 (In Russian).
- [5] Dudina VI (2016) Digital data potentialities for development of sociological knowledge [Sotsiologicheskie issledovaniya] 9: 21-30 (In Russian).
- [6] Toshchenko ZhT (2017) On responsibility and co-responsibility of editors and authors. [Sotsiologicheskie issledovaniya] 1: 3-4 (In Russian).
- [7] Zinenko O (2017) Analiz ugroz informatsionnoy bezopasnosti 2016-2017. [Analiticheskiy tsentr Anti-Malware.ru] [[https://www.anti-malware.ru/analytics/Threats\\_Analysis/Analysis\\_information\\_security\\_threats\\_2016\\_2017](https://www.anti-malware.ru/analytics/Threats_Analysis/Analysis_information_security_threats_2016_2017)] (In Russian).
- [8] Schneier B (2000) Secrets and Lies: Digital Security in a Networked World. New York: John Wiley & Sons, ISBN: 0471253111, 304 p.
- [9] Landshaft finansovoykh kiberugroz v 2016 godu. AO Kaspersky Lab (2017) [<https://securelist.ru/analysis/obzor/30336/financial-cyberthreats-in-2016/>] (In Russian).
- [10] Ekman P (1985) Telling Lies: Clues to Deceit in the Marketplace, Politics, and Marriage. New York: W.W. Norton & Company, ISBN 0-393-30872-3, 366 p.

**Е.Ж. Айтхожаева, Н.А. Сейлова**

Қ.И. Сәтпаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университеті

**САНДЫҚ ҚОҒАМ ҚАУІПТЕРІ**

**Түйін.** Ақпараттық-телекоммуникациялық технологиялардың техникалық негіздері бойынша қарқынды дамуы, ақпараттық қоғам (сандық қоғам) дамуына және құрылуына әкелді. Жаңа ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың қауіптеріне назар аударылады, олар гуманистік сандық қоғамның өмір сүруіне төнетін жаңа тәуекелдер мен қауіптерді тудырады. Электрондық қоғам қауіптерінің ішіндегі проблемалардың аса күрделісі адами факторлармен байланысты: моральді-этикалық, социологиялық және психологиялық проблемалар. Бұл проблемаларды шешу үшін маңызды рөл атқаратын сандық әлеуметтану. Электрондық қоғам үшін қауіп төндіретін негізгі, келешек және нәтижелі әдістердің бірі әлеуметтік инжиниринг болып табылады. Табысты әлеуметтік инжиниринг себептері көрсетіледі. Адам мінезінің белгілерін манипуляциялау арқылы әлеуметтік инжиниринг әдістерінің сипаттамасы келтіріледі. Киберкылмыспен күресу әдістерін тиімді құру үшін сандық әлеуметтануды зерттеу қажет.

**Тірек сөздер:** электрондық қоғам, киберқауіптер, сандық әлеумет, әлеуметтік инжиниринг.

**Сведения об авторах:**

Айтхожаева Евгения Жамалхановна - кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры Информационной безопасности Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И.Сәтпаева, г. Алматы, ул. Сәтпаева, 22, +7(701)7141752727, e-mail: ait\_djam@mail.ru,

Сейлова Нургуль Абадуллаевна - кандидат технических наук, ассистент профессор кафедры Информационной безопасности Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сәтпаева, г. Алматы, ул. Сәтпаева, 22, +7(707)3505038, e-mail: seilova\_na@mail.ru.

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

ISSN 2224-5227

Volume 5, Number 315 (2017), 131 – 135

JEL 341.91

**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  
[zaure567@yandex.ru](mailto:zaure567@yandex.ru)**NATIONAL CONSCIOUSNESS  
AS THE BASES OF PATRIOTISM**

**Abstract.** The phenomenon of the changed condition of consciousness is one of ways of ritual behavior of the person in which was established the harmony connection with the nature and results of the relation to the world. The phenomenon of the changed consciousness is the psychological and cultural measurement of human life, which connects the development of consciousness with the dynamics of culture and nature, symbolizing harmony and balance with the natural world and society. As one of the sciences about the consciousness and culture, philosophy seeks to comprehend various ways of theoretical understanding of potential of consciousness along with various non-classical approaches in science, studying this unique ability of the human race. The philosophy seeks to consider not only ideal components and valuable reference points of the person, its internal requirements and installations, but also external, substantial aspects of consciousness, as well as those results, which are defined by its purposeful activity, have creative character, influencing new forms and meanings of subjective reality.

**Keywords:** consciousness life, signs in consciousness, consciousness modernization, consciousness phenomenon in philosophy, national consciousness, national spirit, spiritual traditions, spiritual values, national identity, state ideology.

УДК 341.91

**З.К. Аюпова, Д.Ө. Құсайынов****ҰЛТТЫҚ САНА – ОТАНСҮЙГІШТІКТИҢ  
ҚАЙНАР БАСТАУЫ РЕТІНДЕ**

**Түйін.** Өзгермелі сана феномены дегеніміз- бұл адамның ритуалды іс-әрекетінің көрініс формасы, онда адам табиғат пен өзінің қолынан жасалған заттар әлемінде гармониялық байланыстар орнатып, өзінің әлемге деген қатынасын бейнелеген. Өзгермелі сана феномены- бұл адам болмысының психологиялық және мәдени әлемінің өлшеміннің көрсеткіші, онда сананың даму динамикасы мәдениет пен табиғат арасындағы байланыс арқылы көрсетіледі. Онда табиғат пен қоғамның арасындағы қарым-қатынастар символды түрде тепетендік пен гармонияны сақтау арқылы бейнеленген. Сана мен мәдениетті зерттейтін ғылымдардың бірі философия-әрқашанда сана мүмкіндіктерінің теориялық қабылдау жағдайларын зерттей отырып, ғылымдағы осы бағыттағы классикалық және классикалық емес әдістерді талдайды, әрине бұл бағыт адамзат рухының ең қайталанбас қасиеттерінің бірі екені қоғам үшін айқын ақиқат. Философия өзінің зерттеу бағытында адам болмысының тек қана идеалды компоненттері мен құндылықтық бағыттарын ғана қарастырып қоймай, оның ішкі және сыртқы қажеттіліктерін, бағыт бағдарларын, сананың субстанционалды аспектілерін, сонымен қатар кейбір қол жеткізілген нәтижелерін қарастырып, олардың креативті сипаттарына мән береді, сөйте отырып субъективті реалдылықтың жаңа формаларының мәні мен маңызын айқара ашады.

**Тірек сөздер:** сана болмысы, санадағы таңбалар, сананың жаңғыруы, философиядағы сана феномені, ұлттық сана, ұлттық рух, рухани дәстүрлер, рухани құндылықтар, ұлттық бірегейлік, мемлекеттік идеология.

Қазіргі Қазақстан Республикасының зиялы қауымына ой салған, Елбасы Н.Назарбаев «Болашаққа бағдар: рухани жаңғыру» [1] атты мақаласында күн санап өзгеріп жатқан дүбірлі дүниеде сана-сеніміз бен дүниетанымымызға замана талаптарына сай, өзгерістер енгізудің ауадай қажет екендігіне баса көңіл бөледі. Өзгеру дегеннің өзі көп қыры мен сыры бар түсінік. Қалай

өзгереміз? Ол үшін не қажет? Қазіргі заман ағымына икемделудің жаңа дәуірдің жағымды жақтары не? Осыларды анықтау, оларға жауап іздеу, табылған жауапты жүзеге асыру қазіргі гуманитарлық салада жұмыс істеп жатқан ел азаматтарының жауапты міндеттерінің бірі. Сондықтанда әлем түрткілін жаулаған жедел өзгерістер алған мұндай құбылыстардан біздің еліміздің азаматтары да тыс қала алмайды. Соған сәйкес, қоғамның осы өзгерістермен қатар дамуы мен сәйкестігін қамтамасыз етуге құндылықтар дүниесін саралауымыз қажет. Бұл ерекшелік мақалада баса айтылған. Себебі Қазақстан Республикасы әлемдік қоғамдастықтан лайықты орнын алуы үшін біздің қоғамымыз да, өзіміз де рухани-мәдени тұрғыдан өзгеруге тиіспіз. Бұл қашан да Президент мақаласының негізгі желісін құрайды.

Әрине бұл жерде рухани жаңғырудың ең басты бағыты - сананы өзгерту. Қоғамның талаптарына сай етіп сананы жетілдіру. Заманауи процестерге жауап бере алатын сана болмысындағы жаңалықтарды, ғылыми жетістіктерді, олардың қолданбалы жақтарын ашып көрсету. Сонымен қатар, сана феноменінің қазіргі философия ғылымындағы көріністері, бітім-болмысы, сананы зерттеудің жаңа технологиялары, сананың жаңа метапарадигмалары сияқты жаңалықтарға толы құрамдас бөліктерін айқындап, соңғы кездерде қоғамдағы технократиялық процестердің әсерінен аса көңіл бөлінбеген адам болмысындағы, антропологиялық зерттеулердің нәтижелерін қолдана отырып, жаңаша қарастыруды айтар едік.

Бұл бағытта сана болмысын жан-жақты зерттеу ұлттық философияны әлемдік деңгейге көтерген ғалымдармен тәуелсіздік жылдары табысты жүзеге асырылды. Нақтырақ айтатын болсақ, ұлттық ғылым Академиясының академигі, философия ғылымдарының докторы, профессор Ғарифулла Есім «Сана болмысы (саясат пен мәдениет туралы ойлар)»[2] еңбегінде ұлттық сананың кеңес дәуіріндегі ерекшеліктерін ашып, оның тәуелсіздік алғаннан кейін қандай іргелі өзгерістерге түскен философиялық талдап, ұлттық сананы одан әрі дамытып жетілдірудің, мемлекетшілдік рухын қалыптастырудың жолдары мен әдіс тәсілдерін көрсеткен. Осы бағыттағы тағы бір жаңалыққа толы еңбек философия ғылымдарының докторы, профессор Сағадиди Булекпаевтің қос авторлықтағы кітабы «Феномен сознания в философии: новый взгляд»[3] деп аталады. Онда авторлар қазіргі әлемдік философиядағы сана феноменін зерттеудің жаңа көкжиектерін талдаған. Сонымен қатар ұлттық сананың, ұлттық бірегейліктің, ұлттық идеологияның қалыптасуының кірі мен сырын қарастырған Рустем Кадыржановтың «Этнокультурный символизм и национальная идентичность Казахстана»[4] деген еңбегін, және Мухтарбек Шайкемелевтің «Казахская идентичность»[5] зерттеулерін айтуға болады.

Тәуелсіз Қазақстан жаңа заман талаптарына сай көптеген трансформациялық процесстерді басынан өткізді. Кеңестік идеологиядан бас тартып жаңа заман ұсынған нарықтық экономикалық даму қажеттіктеріне жауап беретін плюралистік көзқарастарға негізделген, ұлттық рухтың, ұлттық дүниетанымның, ұлттық сананың көрінісі ретінде қалыптасқан ұлттық философиямызды жаңғырттық. Бұл - Қазақстан Республикасының ұлттық идеясынан келген түйін-тұжырым. Мәңгілік Ел отандастардың бірегей тарихи мақсаты мен қаһармандық ұраны десек қателеспейміз. Аталған идея қазақ елінің ғасырлар бойы армандаған мақсаты ғана емес, Тәуелсіздік жолындағы жанқиярлық еңбегі мен тынымсыз шығармашылығының нәтижелері арқылы қол жеткен асу. «Мәңгілік ел» ұғымын тереңнен түсіндіру, оның философиялық әдіснамалық бастауларын көрсету мәселелері маңызды болып табылады. Бұл бағыт қазіргі білім жүйесіндегі жоғары оқу орындарында оқытылып жатқан философия пәнінің ең негізгі қызметі деп есептейміз. Сонымен қатар, осы мақалада көрсетілген, көп қырлы, көп аспектілі мәселелердің түйілісетін жері және оларды іске асырудың әдіснамалық негізі деп айтуға да болады.

Аталған мақалада толыққанды жаңғыру мақсатында «Жана дәуірдің жағымды жақтарын бойға сіңіру», «Ұлттық сана-сезімнің көкжиегін кеңейту», «Ұлттық болмыстың өзегін сақтау», «Қанымызға сіңген ізгі қасиеттерді қайта түлету», «Ұлттық сананы кемелдендіру», «Ұлттық кодыңды сақтай білу» және т.б. көкейкесті проблемалар айтылған. Біздің ойымызша, осы ойлардың барлығы оқу бағдарламасына кірігізілсе, қазіргі философия курсы әлдеқайда ұлттық болмыспен толығып, жастар санасына ой салатын көптеген жаңа бағыттар ашар еді. Сонымен қатар ХХ ғасырда болған ашаршылықтың, экологиялық апаттардың, отаршылдық саясаттың, ұлт тілі мен мәдениетіне тигізген зардабын жіпке тізгендей ғып жеткізген, Елбасы мақаласы қазіргі көптеген қоғамда шешілмеген мәселелерге жол сілтеп тұрғандай.

Әлемдік өркениет тарихының дамып өзгеріп жатқан кезінде көптеген елдер мүлдем тәуелсіздігінен айрылып, әлемнің саяси картасында ешқандай да белгісі болмай жойылғанын көріп отырмыз. Ал енді біздің отанымызға келетін болсақ, мың өліп мың тірілген қазақ халқы, бабалар өсиетін жүзеге асырып XX ғасырдың соңында қайтадан қазақ мемлекеттігінің шаңырағын қайта көтерді. Ал енді, бүгінде біздің отанымыз өз тәуелсіздігінің жариялағанына жиырма бес жылдығын басынан өткеріп, болашаққа нық аяқ басып келеді. Осы тарих үшін аз ғана уақыт ішінде біздің туған еліміз кемелденудің қандай сатысына көтерілді деген жауап іздейтіндей болсақ, Қазақстан дербес мемлекет атанып, ішкі және сыртқы саясатын басқа елдің нұсқауынсыз тәуелсіздік тұрғысында жүргізіп келгені айдан ашық шындық. Бұл, барлық әлемге дәлелденген тарихи факт. Ал, тәуелсіздіктің басты ұғымы - мемлекет. Себебі тәуелсіздік дегеніміздің өзі әрбір ұлттың немесе этностың ұлттық мемлекет құруға деген арман қиялынан, мақсатынан, мұрат биігінен туындайтын дүниетаным. Осылай ой қорытытатын болсақ, біздің түсінігімізше, тәуелсіздіктің нақтылы саяси жетістігі, биігі - ұлттық мемлекет құру. Саяси билікке қол жеткізе алмаған халықтар тәуелсіздік туралы тек арман, қиял, утопиямен ғана қанағаттанады. Тәуелсіздікке қол жеткізген халық, ұлт өз мемлекетінің іргетасын құрудан бастап ұлттық сананы жаңа сапа биігіне көтеруге талпынады. Мемлекеттікке ие халықтың тәуелсіздік туралы философиясы, мемлекет философиясымен бірігіп кетуі де мүмкін. Бұл жиі кездесетін жағдай. Қазіргі қазақ елі, жаңа заманға сай қалыптасып жатқан Қазақстан мемлекеті осындай жағдайда өмір сүрудеміз, сондықтан да қазақ философиясын болашақта арнайы пән ретінде оқыту қажеттілігі бүгінгі осы мақалада айтылған ойларға жауап деп есептейміз. Сол сияқты соңғы уақыттары әлеуметтану, саясаттану, мәдениеттану пәндері де қысқартылуға түсті.

Міне, осы мәселелерге Елбасының мақаласында тікелей көңіл бөлінді. Ақырында енді жоғары білім саласында жіберілген осындай олқылықтарды жөндеу қолға алынуда. Әрбір адам ең алдымен қоғамның мүшесі. Ол әлеуметтік процестердің бітім-болмысын, заңдылықтарын жақсы білуі тиіс. Қандай мамандық иелері болмасын ең әуелі адам болып, адами қасиеттерді игеріп, жалпы адамзаттық универсалдық құндылықтарды мойындай отырып, қоғамда қауымдасып өмір сүреді, бірлесіп еңбек етеді, қоғам дамуы үшін ғылыммен шұғылданады. Ал сол қоғамда өмір сүрудің қыр-сырын гуманитарлық ғылымдар оқытып-үйретеді. Олай болса, инженерлік-техникалық мамандықтар үшін гуманитарлық білімнің қажеттігі дау тудырмауы керек. Біз болашақ мамандарымыздың отансүйгіш патриот, ұлтжанды азамат болғанын қалаймыз, сондықтанда олар қазақ ұлтының бай мәдениетінің терең арналарынан нәр алып, ұлы даланың мақтанышына айналады. Болашақта жастардың саяси белсенді, мәдениетті, төзімді, діни сауатты, өз құқықтары мен бостандықтарын, оларға қоғам жағынан, мемлекет жағынан, жанұядан қойылған талаптарды білетін, қоғамды сыйлап, Отанын құрметтейтін нағыз азаматқа айналғанын қалар едік. Олай болса гуманитарлық ғылымдарға қырын қараудың жөні жоқ. Міне, сондықтан қашанда көреген саясаткерлігімен танымал Елбасымыз «Болашаққа бағдар: рухани жаңғыру» атты еңбегінде жаңаша гуманитарлық білім берудің бағыт-бағдарын көрсетіп, кемшіліктерді жоюдың жолдарын айтып отыр.

Біздің қазақ халқы үшін мемлекеттік идеясы тәуелсіздік идеясынан әлдеқайда бұрын келген. Оның дәлелін біз тарихымыз туралы жазылған оқулықтардан айқын көреміз. Керей мен Жәнібек хандардан бастап Абылай ханға дейінгі Қазақ мемлекеттігінің тарихы ел есінен кетпеген. Яғни халқымыздың тәуелсіздікті аңсауы ешқашан да сарқылмаған. Соның рухани қуаты еліміздің тарихындағы ерекше кезең. 1991 жылдың 16-шы желтоқсанында қайта жаңғырып халқымыз өзінің саяси тәуелсіздігіне қол жеткізді. Қазақ елінің территориясында байлықтың барлығы бар. Біздің жеріміздің қойнауында Менделеев таблицасының барлық дерлік кездеседі.

Мақаланың өзегі болған тақырып жалпы алғанда, рухани жаңғыру дегеніміз адамдардың рухани ішкі жан дүниесінің жаңаруы. Жаңаруындағы жақсы дүниелерімізден бас тарту емес, оны заманға сай етіп пайдалану. Өзгеру мен жетілу, даму, түрлену табиғатқа тән нәрсе. Адамдардың ішкі рухани дүниесі де өзгереді. Замануи уақыт талабына сай жаһандық кеңістіктен өзіміздің орнымызды алуымыз керек. Осылайша Елбасы халық санасын өзгертудің басты бағыттарын нақтылап берді. Соның бірі - бүгінгі қолданылып жүрген кириллицаны латын әліпбиіне ауыстыру, бұл мәселені ол көптен айтып келеді.

Әрине, бұл өте дұрыс шешім. Латын әрпімен жазу бұрын бізде болған, ұлт ұстазы Ахмет Байтұрсынұлы бұл бағытта өте көп жұмыс жасаған біз мәдениетіміздің тарихынан жақсы білеміз. Сондықтанда бұл қадам сол тарихымызға қайта оралу. Ол ұлттық жаңғыруымызды жүзеге асырудың маңызды тетіктерінің бірі деп ашық айта аламыз.

Біріншіден, араб әліпбиінен кейін, әдебиетіміз латын әліпбиімен жазылған. Соны оқуға мүмкіндік береді. Екіншіден, латын әліпбиімен жазатын халықтардың бәрімен, әсіресе, түрік әлемімен рухани байланыс орнатуға септігін тигізеді. Үшіншіден, жаңа технологияларды еркін игеруімізге жол ашады, біз білетіндей ақпараттық технологиялық басым көпшілігі латын әліпбиін қолданады.

Бізге басқа батыс, шығыс елдеріне еліктеудің қажеті жоқ, езімізде барды қайта жаңғыртып, көрсете біліп, өзіміздің ата-баба дәстүріне қайтып келуіміз қажет. Дүниеге қазақтың көзімен қарауымыз керек, ұлттық дүниетаным аясын кеңейтетін уақыт келді. Оның ең басты мәселесі – қазақ тілінің қолданылу аясын кеңейту. Тілді түзетпей, ділді дұрыстай алмаймыз.

Осы ретте жазушы Г.Бельгердің ағылшындардың 500 мың, орыс халқының 400 мың, ал қазақтардың 2,5 млн сөз қолданатынын айтқаны есімізге түседі. Міне, осындай бай тіліміз, тағылымды тарихымыз, мазмұнды мәдениетіміз бар, енді өзімізді рухани тұрғыда көтеретін уақыт жетті, осы бағтта гуманитарлық мамандардың алдына нақты талаптар қойылмақ.

Жоғарыда айтқанымыздай, рухани дүние дегенде бірінші кезекте әдебиет пен мәдениетіміз ойға оралады. Сонымен қатар сана-сезімімізді жаңғыртуымыз керек. Сана дегеніміз не? Ол - ұлттың бет-бейнесі. Оны қалай жаңғыртуымыз қажеттігі жөнінде Елбасы стратегиялық бағыт беріп отыр. Әрқайсымыз осы бағытты дамыту үшін жұмыс істеуіміз керек.

Бұның бәрі терең тарихи тамыры және үлкен мағыналы мәні бар «Мәңгілік Ел» идеясын жүзеге асыруға жетелейді. Түрік шежірелерінде «мәңгі» сөзі «Тәңір», «Кұдай», «Алла» сөздерімен мағыналас қолданылады. «Мәңгілік Ел» идеясының негізгі мәні - ғұмырлық мақсат-мұраларымызға негізделген, мемлекет құраушы қазақ халқы мен этностарды бір арнаға тоғыстыратын Қазақ мемлекетін құру.

Сондықтан рухани жаңғыру білім беруде, тәрбиеде «Мәңгілік Ел» ұлттық идея негізінде ойға ой қосу арқылы өткенімізден сабақ ала отырып, болашағымызды баянды ету жолындағы мұраттарымызға жетелейді.

Осы ретте «Мәңгілік Ел» идеясын өмірлік қажеттілік ретінде қарастырып, оны жақсы өмірге жеткізетін жол деп дамытуға бүгінгі күн - тамаша кезең деп білеміз. Оның негізінде көрегендік, болжау, терең сәуегейлік жатыр. Бұл тұрғыда барлық өткен, қазіргі және болашақ іс-әрекеттердің адамның өмірінде тиісті салдары мен нәтижелерін беретіні туралы тұжырым орынды. Оны «не ексең, соны орасың» деген сөздермен жеткізуге болады.

Бүкіл әлеуметтік тіршілік сенімге негізделген. Сенімсіз ешқандай жақсылық пен ізгілік болмайды. Біз ертеңгі күнге сеніммен қарап, парасаттылыққа, ізгілікке ұмтыламыз. Сенім бүкіл тіршіліктің тұғыры болып есептеледі, ендеше, ол - басты құндылық. Өзара сенім болмаған жерде жақсы отбасы, сәулетті де дәулетті мемлекет, мемлекеттер арасындағы және әлемдік тұрақтылық пен қауіпсіздік болмайды. Сенім - күрделі ұнқатысу үдерісінің нәтижесі.

Жаһанданудың әсерінен болып жатқан біздің жердегі шикізатқа қызығушылықтың әсерінен шет елдерден технологиялар кең көлем келу үстінде. Әрине технологиялар елімізді өркениетке бастайды. Егер де технологияларды дамыта алмасақ, ғылым мен техниканы кеңінен өрбітпесек, біздің табиғи қалпымыз көп өзгеріске түспейді. Салт-дәстүрлеріміз сақталды деп қанша қуансақ та, өзге алдыңғы қатарлы ұлттар бізден озып бара жатқан түсіну қиын емес. Бұл мәселенің бірғана жағы, келесі жағынан қарайтын болсақ батыс мәдениетіне, олардан келген технологияларға еліктеу біздің ұлт болып сақталып қалуымызға тікелей қауіп төндіретінін естен шығармағанымыз жөн. Ойлы көзбенен қарайтын болсақ, қазіргі қоғамда қазақтардың қазақ еместерге айналып бара жатқанын көру қиын емес. Оны біз мемлекетіміздің күнделікті өмірінен жиі кездестіреміз. Атына заты сай қазақ мемлекеті болу, Қазақстан Республикасының мемлекеттік бірегейлігін қалыптастыру қазіргі кездегі қазақ халқының ең өзекті мәселелерінің бірі. Еуропаға еліктеу, көрші Ресейге еліктеу қазіргі қаза елінің бұқаралық ақпарат құралдарында, өнердің әр түрлі бағыттарында жиі кездеседі. Біздің ойымызша, қазақ елінің мемлекеттік бірегейлігін қалыптастыру қазіргі Қазақстан халқымен, әсіресе, қазақ жастарының ой-санасын тәрбиелеуде жатқан сияқты. Сананы қалыптас-

тырудың, тәрбиелеудің ең қолайлы құралы философиялық ойлауды қалыптастыру. Халқымыздың төл дүниетанымы ұлттық философияда жинақталған. Тәуелсіз елдің философиясы да тәуелсіз болуы қажет. Кеңес дәуірінде өмір сүрген біз - ой тәуелділігінің не екенін өте жақсы білеміз және оны өз басымыздан өткердік. Ол кезде марксизмге монополия жасалып, басқа да философиялық ойлардың барлығына тыйым салынды, барлық Орталық Азия халықтарының философиясы оқытылғанда, ол халықтардың ой-санасы философиялық рефлексия дәрежесіне көтеріде алмады деген ой айтылатын. Әрине олардың барлығы біздің қуанышымызға қарай келмесе кетті. Қазақ философиясы кең өріс алып, жан-жақты дамып, унитарлы мемлекеттің мемлекет жасаушы халқының ой-өрісінің бітім болмысын айқара ашып көрсету үстінде. Қазақ мемлекеттігінің ең айқын көріністері ұлттық идеяның мәні мен маңызы қазақ философиясында көрініс табуда. Соңғы кездерде қалыптасқан мемлекеттің стратегиялық даму бағытын одан әрі қарай айқындау барысында Қазақстан тарихына деген ғылыми зерттеулерге сұраныстар үдей түсті. Осы бағытта қазақ тарихының әдіснамалық негізі қазақ философиясы екендігін еліміздің ғалымдары мойындап, қазақ философиясының гуманитарлық білімдерді тереңдете дамытудағы ролін ерекше бағалау үстінде, себебі қазақ философиясы мемлекеттік идеологияның іргетасы - ол «Мәңгілік ел» идеясы.

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Н.А.Назарбаев. 12 сәуірдегі 2017 жылғы Егемен Қазақстанда жарияланған «Болашаққа бағдар: рухани жаңғыру» атты мақаласы//www.akorda.kz/.../memleket-basshysynun-bolashakka-bagd.
- [2] Есім Ғарифолла. Сана болмысы (саясат пен мәдениет туралы ойлар).– Қазақ университеті. 1994-2017 жылдар.– 15 кітап.–Алматы, 2017.
- [3] Булекпаев С.Б., Хайруллаева В.Х. Феномен сознания в философии: новый взгляд.– Алматы: Ассоциация издателей и книготорговцев, 2014.– 256 с.
- [4] Кадыржанов Р.К. Этнокультурный символизм и национальная идентичность Казахстана. – Алматы: ИФПИР КН МОН РК, 2014. –168 с.
- [5] Шайкемелев М.С. Казахская идентичность. – Монография. – Алматы: ИФПИР КН МОН РК, 2013. – 272 с.

#### REFERENCES

- [1] N.A.Nazarbayev. 12April 2017 Article of the President of the Republic of Kazakhstan in Egemen Kazakhstan newspaper named «Modernization of consciousness: view on the future» //www.akorda.kz/.../(in Kaz.).
- [2] EsimGarifolla. Consciousness life (minds about of culture and policy).– Kazakh national university. 1994-2017.– 15 books.–Almaty, 2017(in Kaz.).
- [3] BulekpayevS.B., KhairullaevaV.X. Consciousness phenomenon in philosophy: new view. – Almaty: Association of publishers and booksellers, 2014.– 256p.(in Rus.).
- [4] KadirzhanovR.K. Ethnocultural symbolism and national identity of Kazakhstan. – Almaty: Institute of Philosophy and politologyof Science Committee of MON RK, 2014. –168p.(inRus.).
- [5] Shaikemelev M.S. Kazakh identity. – Monograph. – Almaty: Institute of Philosophy and politologyof Science Committee of MON RK, 2013. – 272 p. (in Rus.).

З.К.Аюпова<sup>1</sup>, Д.У. Кусаинов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>КазНАУ, кафедра права, г. Алматы, Республика Казахстан;

<sup>2</sup> КазНПУ им.Абая, общеуниверситетская кафедра политологии и социально-философских дисциплин, г. Алматы, Республика Казахстан

#### НАЦИОНАЛЬНОЕ СОЗНАНИЕ КАК ОСНОВА ПАТРИОТИЗМА

**Аннотация.** Феномен измененного состояния сознания- это один из способов ритуального поведения человека, в котором он устанавливал гармоническую связь с природой и результатами своего отношения к миру. Феномен измененного сознания- это психологическое и культурное измерение человеческого бытия, которое связывает развитие сознания с динамикой культуры и природы, символизируя гармонию и равновесие с природным миром и обществом. Как одна из наук о сознании и культуре философия стремится осмыслить различные способы теоретического понимания потенциала сознания наряду с различными неклассическими подходами в науке, изучающими эту уникальную способность человеческого рода. Философия стремится учитывать не только идеальные компоненты и ценностные ориентиры человека,внутренние его потребности и установки, но и внешние, субстанциональные аспекты сознания, а также и те результаты, которые определяют его целенаправленную деятельность, носящие порой креативный характер, воздействуя на новые формы и смыслы субъективной реальности.

**Ключевые слова:** бытие сознания, знаки в сознании, модернизация сознания, феномен сознания в философии, национальное сознание, национальный дух, духовные традиции, духовные ценности, национальная идентичность, государственная идеология.

**Bakhit Zhumakayeva**

Department of General Studies International Academy of Business  
[zhumakayeva-b@mail.ru](mailto:zhumakayeva-b@mail.ru)

## CONCEPTUAL BASES OF RESEARCH OF POLITICAL BEHAVIOR ARE IN POLITICAL SCIENCE

**Abstract:** The article deals with the problem of the basis for the study of political behavior. Attention is paid to the principle of the method of behaviorism. Today, behaviorism in political science has emerged as a behavioral method that emphasizes that in the analysis of political phenomena one should pay attention to the existence of regularities in politics, the moments of recurrence that can be generalized. The study of political behavior makes it possible to analyze very significant causes of the discrepancy between stable political principles and a concrete decision, to focus on the search for a decisive role of objective and subjective factors on behavior. Understanding the nature of political behavior will allow to overcome politicization, i.e. the notion of politics as the ultimate reason for explaining social evolution, and to orient political science to search for instrumental knowledge that describes political behavior.

**Key words:** Political behavior, modernization, causal model, motivation of behavior, principle of determinism, "cynical realism", approach of the systems, behaviorism, principle of empiricism.

УДК 32-019

**Б.Д. Жумакаева**

Алматы Менеджмент Университет, Кандидат исторических наук РФ

## КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИТИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ В ПОЛИТОЛОГИИ

**Аннотация:** В статье рассматривается проблема основы исследования политического поведения. Уделяется внимание принципу методу бихевиоризма. Сегодня бихевиорализм в политической науке оформился как бихевиоральный метод, который подчеркивает, что в анализе политических явлений следует обратить внимание на существование закономерностей в политике, моментов повторяемости, поддающиеся обобщению. Исследование политического поведения дает возможность анализировать весьма существенные причины расхождения между устойчивыми политическими принципами и конкретным решением, ориентировать на поиск решающей роли объективных и субъективных факторов на поведение. Понимание природы политического поведения позволит преодолеть политизаторство, т.е. представление о политике как конечной причине в объяснении общественной эволюции, и сориентировать политическую науку на поиск инструментального знания, описывающего политическое поведение.

**Ключевые слова:** политическое поведение, модернизация, каузальная модель, мотивация поведения, принцип детерминизма, «циничный реализм», системный подход, бихевиоризм, принцип эмпиризма.

Мировые глобализационные процессы начала нового столетия привели к глубоким трансформациям, связанными с динамичными процессами в экономике, политике, культуре. Не является исключением постсоветское пространство, переживающее радикальные политические и социально-экономические изменения. Страны СНГ становятся открытыми к принятию новых демократических политических реформ, толерантных культурно-нравственных ценностей, технологических и информационных инноваций.

Демократические преобразования и модернизационные процессы, открытость нашего общества наряду с положительными результатами несут и негативные тенденции, связанные с ломкой традиционных взглядов и моделей поведения как элиты, так и всего общества в целом, а



также с необходимостью принять новые социально-политические ценности в осуществляемой насильственной инновации. Исследование мотивов и оснований политического поведения позволит регулировать и направлять общество в целом, позволяя найти пути практического согласования инновационного и традиционного содержания в поведении граждан, а также разработать теоретическую основу интеграции общественных сил как новых демократических, так и консервативных. С этим связана актуальная проблема, стоящая перед политической наукой как исследование механизмов согласования старого и нового в политическом поведении современного человека.

Мотивация поведения и рефлексия начинаются с познания обществом своих основ. Античный мыслитель Архимед утверждал, что если дать ему точку опоры, то он перевернет весь мир. Для социально-политической действительности такой опорой может служить та исходная поведенческая основа, оттолкнувшись от которой можно начинать позитивные изменения к гуманистическим идеалам и ценностям, созданию эффективно действующих структур политических институтов государства и гражданского общества, а также экономики в целом. Только определив детерминационные основы поведения, можно будет приблизиться к достижению политических целей.

Понятие основы в научных источниках формулируется «как неизменность состояния, несмотря на изменение условий существования или системы координат» [1]. Из определения следует, что и социальная основа должна предполагать неизменность некоего социального феномена и связанного с ним поведения, как неотъемлемой его составляющей вне зависимости от влияния на него тех или иных факторов и параметров. В реальной действительности практически невозможно обозначить какое-либо социально-политическое явление, соответствующее такой дефиниции. Социально-политическим феноменам присуща изменчивость, неустойчивость, непостоянство. В большей мере они подвержены влиянию внутренних и внешних факторов, характеризуются пластичностью. На смену одним социально-политическим явлениям приходят другие. Тем не менее, и в этом постоянном потоке поведенческой изменчивости важно определить основы, регулирующие жизнь и деятельность гражданина, социальных групп и общества в целом.

Поведение человека, как и поведение вообще представляет собой сложный предмет исследования. Возможно, этим обстоятельством объясняется во многом и отсутствие до настоящего времени единой науки о поведении. Поведение является объектом различных социогуманитарных наук и направлений, каждый из которых имеет собственный предмет исследования, использует собственный категориальный аппарат и свои концептуальные схемы. Вместе с тем, несмотря на различие предметов изучения, в рамках всех направлений удастся выделить неустранимый компонент, который и позволяет квалифицировать данное исследование как поведенческое: это – процесс развития и его детерминационные характеристики. Представляет интерес позиция исследователя О.В. Ковалевой, которая считает, что «именно движение выступает в качестве объекта для всего комплекса наук о поведении» и с которой сложно не согласиться [2]. Большая часть исследователей склонна рассматривать определяющим фактором поведения психологические основания и сознание, но также не что также М.Г. Ярошевский убежден, что поведение как категория научного мышления было творением русского ума и приобрело значение и прочность научного термина в начале XX века, «после того как запечатлело драматизм поисков и открытий особой исследовательской области, отличной от физиологии с одной стороны, и от психологии сознания - с другой» [3]. Политология как наука об общих и специфических законах и закономерностях развития и функционирования политических процессов, политических институтов в исторически определенных социетальных системах, о механизмах действия и формах проявления этих законов в действительности, изучающая процессы в реальном обществе в их статике и динамике [4], выработала важнейшее направление способное служить концептуальным положением необходимым для исследования основ, регулирующих поведение человека, его способы выбора между новым и старым. Таким понятием, послужившим ключевым основанием для теории политической науки, является понятие «политическое поведение». Теория политического поведения, являющаяся уже более века важнейшим методологическим инструментом политической науки, имеет своей целью объяснение мотивов и способов ориентации человека в социально-политической среде.

Основные принципы исследования политического поведения как системы научного знания принято связывать с бурным развитием американской психологии начала XX века. Впервые идеи психологического основания поведения человека, характеризующего поведение как «комплекс двигательных и вербальных реакций на воздействие внешней среды» рассматривались в науке как новое научное направление, получившее название «бихевиоризма». Первоисточниками его можно считать идеи Р. Декарта и Дж. Локка о том, что сознание человека познается с помощью внутреннего наблюдения или внутреннего опыта, объектом которого выступают психические образы, мысли, переживания [5]. На распространение бихевиорализма в политической науке повлияло развитие экспериментальной психологии, которая выделила анализ отношений как общей суммы склонностей, убеждений, пристрастий. Становлению собственного предмета бихевиоризма, предполагающего изучение поведения людей как целостного явления, совершающегося определенным образом способствовала критика основных идей психологии, рассматривающих поведение как результат внутренних психофизических процессов. Термин «политическое поведение» впервые применил американский журналист Франк Кент, который в 1928 году опубликовал книгу, под названием «Политическое поведение» (Political Behavior). Согласно Кента, исследование политического поведения означает «циничный реализм». Конечно, такая трактовка термина «политического поведения» далека от научного ее содержания. И только в 30-х годах XX века категория «политического поведения» приобрела свое научное оформление. Так в 1937 году был опубликован труд Г. Тингштейна «Политическое поведение. Изучение электоральной статистики» (Political Behavior. Studies in Election Statistics), который рассматривал политическое поведение в период избирательной кампании в Европе. Современный американский политолог А. Дауне определяет политическую систему как способ взаимодействия «рационального избирателя» и рационального политика. Главной задачей политической науки бихевиоралисты считают систематическое наблюдение за политическими процессами, повседневным воплощением реальных социальных и политических структур. Таким образом, в зависимости от модели объяснения политического поведения в научных исследованиях выделились три основных направления:

- школа политической психологии, возникшая в исследовательском центре Мичиганского университета и сосредоточившая внимание на изучении процесса принятия решений и воздействия СМИ на формирование и динамику политических предпочтений (А. Тверски, Д. Канеман, Г. Брэйди, П. Снайдерман);

- школа политической социологии, берущая начало в работах отделения прикладных социальных исследований Колумбийского университета и занимающаяся анализом влияния социальной среды на формирование политических убеждений и установок индивида (П. Лазарфельд, В. Ки, Ф. Мангер);

- политэкономическая школа, объясняющая политическое поведение как рациональное стремление людей путем обмена благами и деятельностью с другими индивидами добиться наиболее полного удовлетворения личных интересов и рассматривающая политические процессы через призму таких понятий, как «стоимость», «эффективность», «затраты и выгоды», «поведенческое равновесие» (Э. Дауне, К. Арроу, У. Нордхаус, А. Алезина). Разработка модели гражданина, целенаправленно действующего на основе своих интересов и потребностей ставила необходимость выработки единых задач и принципов исследования политического поведения, которые предполагали учитывать не только личностные, но и социальные факторы, детерминирующие политическое поведение. При этом важным аспектом и центральной проблемой является не выявление причин влияния на индивида социальных условий, а исследование способа реализации им своих целей, в чем и проявляется *политическая сущность поведения*.

Таковы общие исходные концептуальные положения исследования феномена политического поведения, имеющие своей фундаментальной основой бихевиоральные направления в современной науке. Сегодня бихевиорализм в политической науке оформился как бихевиоральный метод, который подчеркивает, что в анализе политических явлений следует обратить внимание на существование закономерностей в политике, моментов повторяемости, поддающиеся обобщению. Исследование политического поведения дает возможность анализировать весьма существенные причины расхождения между устойчивыми политическими принципами и конкретным решением,

ориентировать на поиск решающей роли объективных и субъективных факторов на поведение. Понимание природы политического поведения позволит преодолеть политизаторство, т.е. представление о политике как конечной причине в объяснении общественной эволюции, и сориентировать политическую науку на поиск инструментального знания, описывающего политическое поведение. Поведенческий подход прагматичен и эмпиричен, нацелен на получение обобщений и реалистических выводов в ходе анализа, и способствует прогнозированию политического поведения индивидов и групп.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Основа // Социологическая энциклопедия // Под. ред. Осипова М., 2001., с.
- [2] Ковалева О.В. Политическое поведение казачества в сфере межнациональных отношений. // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Политология. 2001. № 3. С. 159–165.
- [3] Ярошевский М.Г. Поведение в современной психологии. М., 2002. с. 5. 177, с. 5.
- [4] Пугачев В.П., Соловьев А.И. Введение в политологию: Учебник для студентов высших учебных заведений. М., 1996. С. 23 – 27.
- [5] Политическая теория и политическая практика. М., 1994. С. 113.

#### REFERENCES

- [1] Osnova // Sociologicheskaja jenciklopedija // Pod. red. Osipova M., 2001., s.
- [2] Kovaleva O.V. Politicheskoe povedenie kazachestva v sfere mezhnacional'nyh otnoshenij. // Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. – Serija: Politologija. 2001. № 3. S. 159–165.
- [3] Jaroshevskij M.G. Povedenie v sovremennoj psihologii. M., 2002. s.5. 177, s.5.
- [4] Pugachev V.P., Solov'ev A.I. Vvedenie v politologiju: Uchebnik dlja studentov vysshih uchebnyh zavedenij. – M., 1996. S. 23 – 27.
- [5] Politicheskaja teorija i politicheskaja praktika. M., 1994. S. 113.

#### Б.Д. Жұмақаева

Алматы Менеджмент Университеті РФ история ғылымдарының кандидаты

#### САЙСАТТАНУДАҒЫ САЯСИ МІНЕЗ ҚҰЛЫҚ МӘСЕЛЕСІН ЗЕРТТЕУДІҢ КОНЦЕПТУАЛДЫҚ НЕГІЗГІ

**Аннотация:** Берілген мақалада саяси мінез құлық мәселесін зерттеу барысындағы түрлі әдістер жайлы айтылады. Түрлі әдістер мысалға алынады. Бихевиоризм әдісіне көңіл бөлінеді. Бұл әдіс саяси заңдылықтарға негіз болған әдіс ретінде қарастырылады. Жалпы саяси мінез құлықты зерттеу тұрақты саяси принциптер мен нақты шешімдер арасындағы қайшылықтарды дұрыс түсінуге ықпал етеді. Осыған орай саяси мінез құлықтың субъективті және объективті факторлары талданады. Саяси мінез құлықтың ерекшеліктерін түсіну қоғам эволюциясының негізін терең түсінуге ықпал ететін фактор ретінде қарастырылады. Қоғамның демократиялық модернизация процесіне саяси мінез құлықтың ықпалы көрсетіледі.

**Тірек сөздер:** бихевиоризм, модернизация, детерминизм принциптері, саяси мінез құлық, каузальді модель, жүйелік әдіс, этникалық ерекшеліктер, эмпиризм принципі.

#### Сведения об авторах:

Жұмақаева Бақыт Даулетханқызы - Алматы Менеджмент Университет, Кандидат исторических наук РФ.

МАЗМҰНЫ

**Техникалық ғылымдар**

<i>Жусупов Б., Hermosilla S., Терликбаева А., Айфah А., Жумадилов З., Абиьлдаев Т., Муминов Т., Исаева Р.</i>	
Қазақстанда туберкулездің жаңа жағдайлары бойынша уақыттық тізбекті талдау.....	5
<i>Бутурлакина Е.Г., Квасов И.А.</i> Инвестициялық шешімдерді қолдаудың таралған көпагентті ақпараттық жүйесі.....	12
<i>Азаматов Б.Н., Ожикенев Қ.А., Азаматова Ж.Қ.</i> ЖЭС гидравликалық күлжою жүйесінде геометриясы	
Басқарылатын гидроциклондар батареясын автоматты басқару .....	20
<i>Ahmetov B., Korchenko A., Alimseitova Zh., Zhumangalieva N.</i> A system for identifying abnormal state in informational systems.....	28
<i>Баймаханова С., Байқоңырова Ә.Ө., Усольцева Г.А., Қоныратбекова С.С.</i> Кемпірсай кен орынының тотыққан никельқұрамды кендерін күкірт қышқылды шаймалау кинетикасын зерттеу .....	38
<i>Генбач А.А., Бондарцев Д.Ю.</i> Электр станцияларының және оларды жасау ғылыми әдісін жылу-механикалық жабдықтарын жылу әдістері мен құрылғылар әзірлеу.....	45
<i>Казиев М.Т.</i> Заттардың сұйық күйіндегі құрылымының кванттық теориясы.....	53
<i>Нұрғалиева М.Т., Календарь Р.Н., Смағұлов А.Қ., Искакова Ж.А.</i> Ретротранспозон тізбектер негізінде ет шикізатын және ет өнімдерін сәйкестендіру үшін праймерлерды тестілеу.....	63
<i>Нуртай Ж.Т., Наукенова А.С., Аубакирова Т.С., Шапалов Ш.К.</i> Таулы аймақтардағы халықты табиғи сипаттағы төтенше жағдайдан құтқару мақсатында өндірістік қалдықтарды қолдана отырып композициялық материалдар алу.....	69

**Физика**

<i>Жантаев Ж.Ш., Шығайев Д.Т., Қалдыбаев А.А., Нұрақынов С.М., Бреусов Н.Г., Мамырбек Ф.Б., Мұқашева С.Н.</i>	
Шардара су кешенінің аумағын жер серіктік радиолокациялық интерферометрия деректері негізінде бақылау.....	75

**Химия**

<i>Закарина Н.А., Акурпекова А.К., Джумабаева Л.С., Жумадуллаев Д.А.</i> Al-Zr-мен пилларирленген монтмориллонитке қондырылған нанодисперсті Pd-катализаторлардағы H-гексан изомеризациясы.....	83
---	----

**Жер туралы ғылым**

<i>Жантаев Ж.Ш., Хачикян Г.Я.</i> Сейсмикалық болжамды мониторингінің мемлекетаралық жүйесін құру.....	93
--	----

**Биология және медицина**

<i>Есжан Б.Ф., Орынбаева З.С., Төлеуханов С.Т.</i> «Сүт безінің әртүрлі патологияларында даназол препаратының қолданылуының салыстырмалы сипаттамалары».....	100
<i>Турмагамбетова А.С., Алексюк П.Г., Алексюк М.С., Омиртаева Э.С., Анаркулова Э.И., Молдаханов Е.С., Богоявленский А.П., Березин В.Э.</i> Ағзадағы қабыну реакциясы бойынша индукцияға вирустық антигендерінің кеңістіктік құрылымын әсері.....	107
<i>Жамбакин К.Ж., Шамекова М.Х., Даурова А.К., Дауров Д.Л., Жанар К.К., Волков Д.В., Едилова А.К., Бакбергеннова М.О., Толегенова Д.А.</i> Рапстың ( <i>Brassica napus</i> ) қышабас ( <i>Brassica campestris</i> ) және қыша ( <i>Brassica juncea</i> ) өсімдіктерімен тұраралық будандарын алу.....	114

**Қоғамдық ғылымдар**

<i>Айтхожаева Е.Ж., Сейлова Н.А.</i> Сандық қоғам қауіптері.....	123
<i>Аюпова З.К., Құсайынов Д.Ө.</i> Ұлттық сана – отансүйгіштіктің қайнар бастауы ретінде.....	131
<i>Жұмақаева Б.Д.</i> Сайсаттанудағы саяси мінез құлық мәселесін зерттеудің концептуалдық негізгі.....	136

## СОДЕРЖАНИЕ

## Технические науки

<i>Жусупов Б., Hermosilla S., Терликбаева А., Aifan A., Жумадилов З., Абильдаев Т., Муминов Т., Исаева Р.</i> Анализ временных рядов по новым случаям туберкулеза в Казахстане.....	5
<i>Бутурлакина Е.Г., Квасов И.А.</i> Распределенная многоагентная информационная система поддержки инвестиционных решений.....	12
<i>Азаматов Б.Н., Ожикенев К.А., Азаматова Ж.К.</i> АСУ батарей гидроциклонов с управляемой геометрией в системе ГЗУ ТЭС.....	20
<i>Ахметов Б., Корченко А., Алимсеитова Ж., Жумангалиева Н.</i> Система выявления аномального состояния в информационных системах.....	28
<i>Баймаханова С., Байқоңырова Ә.Ө., Усольцева Г.А., Қоңыратбекова С.С.</i> Изучение кинетики серноокислотного выщелачивания окисленных никельсодержащих руд кемпирсайского месторождения.....	38
<i>Генбач А.А., Бондарцев Д.Ю.</i> Разработка тепловых способов и устройств для тепломеханического оборудования электростанций и научная методика их создания.....	45
<i>Казиев М.Т.</i> Квантовая теория структуры жидких состояний веществ.....	53
<i>Нургашиева М.Т., Календарь Р.Н., Смагулов А.К., Искакова Ж.А.</i> Тестирование праймеров для идентификации мясного сырья и мясных продуктов на основе последовательностей ретротранспозонов.....	63
<i>Нуртай Ж.Т., Наукенова А.С., Аубакирова Т.С., Шапалов Ш.К.</i> Получение композиционных материалов с использованием промышленных отходов с целью защиты население высокогорных районах от чрезвычайных ситуациях природного характера.....	69

## Физика

<i>Жантаев Ж.Ш., Шигаев Д.Т., Калдыбаев А.А., Нурақынов С.М., Бреусов Н.Г., Мамырбек Г.Б., Мукашева С.Н.</i> Мониторинг территории шардаринского гидрокомплекса на основе данных спутниковой радиолокационной Интерферометрии.....	75
--	----

## Химия

<i>Закарина Н.А., Акурпекова А.К., Джумабаева Л.С., Жумадуллаев Д.А.</i> Изомеризация н-гексана на нанодисперсных Pd-катализаторах, нанесенных на пилларированный Al-Zr- монтмориллонит.....	83
--	----

## Наука о Земле

<i>Жантаев Ж.Ш., Хачикян Г.Я.</i> О создании межгосударственной космической системы сейсмопрогнозного мониторинга.....	93
--	----

## Биология и медицина

<i>Есжан Б.Г., Орынбаева З.С., Тулеуханов С.Т.</i> «Об лечебных и сравнительных особенностях препарата даназола при лечении разной патологии молочных желез».....	100
<i>Турмагамбетова А.С., Алексюк П.Г., Алексюк М.С., Омиртаева Э.С., Анаркулова Э.И., Молдаханов Е.С., Богоявленский А.П., Березин В.Э.</i> Влияние пространственной структуры вирусных антигенов на индукцию воспалительных реакций в организме.....	107
<i>Жамбакин К.Ж., Шамекова М.Х., Даурова А.К., Дауров Д.Л., Жапар К.К., Волков Д.В., Едилова А.К., Бакбергенова М.О., Толегенова Д.А.</i> Получение межвидовых гибридов рапса ( <i>Brassica napus</i> ) с сурепицей ( <i>Brassica campestris</i> ) и горчицей ( <i>Brassica juncea</i> ).....	114

## Общественные науки

<i>Айтхожаева Е.Ж., Сейлова Н.А.</i> Риски цифрового общества.....	123
<i>Аюпова З.К., Кусаинов Д.У.</i> Национальное сознание как основа патриотизма.....	131
<i>Жумакаева Б.Д.</i> Концептуальные основы исследования политического поведения в политологии.....	136

CONTENT

**Technical sciences**

<i>Zhussupov B., Hermosilla S., Terlikbayeva A., Aifah A., Zhumadilov Z., Abildayev T., Muminov T., Issayeva R.</i>	
Time-series analysis on new tb cases in Kazakhstan.....	5
<i>Buturlakina E.G., Kvasov I.A.</i> Multi-agent based distributed information system of investment decisions support.....	12
<i>Azamatov B.N., Ozhikenov K.A., Azamatova Zh. K.</i> ACS of the set of hydrocyclones with a variable geometry in the system of har TPP .....	20
<i>Ahmetov B., Korchenko A., Alimseitova Zh., Zhumangalieva N.</i> A system for identifying abnormal state in informational systems.....	28
<i>Baimakhanova S., Baikonurova A.O., Ussoltseva G.A., Konyratbekova S.S.</i> Study of kinetics of sulfuric acid leaching of oxidized nickel-containing ore of the kempirsai deposit.....	38
<i>Genbatch A.A., Bondartsev D.Yu.</i> Development of thermal methods and devices for thermal mechanical equipment of power plants and the scientific methodology for their creation.....	45
<i>Kaziev M.T.</i> Quantum theory of the liquid structure of condition substances.....	53
<i>Nurgaliyeva M.T., Kalendar R.N., Smagulov A.K., Iskakova Zh.A.</i> Testing of primers for identification of meat raw materials and meat products on the basis of the sequences retrotranspozons.....	63
<i>Nurtai Zh.T., Naukenova A.S., Aubakirova T.S., Shapalov Sh.K.</i> The obtaining of compositional materials with industrial waste using with the purpose of hing – mountain areas people protection from emergency situations of natural character.....	69

**Physics**

<i>Zhantayev Zh.Sh., Shigayev D.T., Kaldybayev A.A., Nurakynov S.M., Breusov N.G., Mamyrbek G.B., Mukasheva S.N.</i>	
Monitoring of the territory of the chardara hydro complex based on satellite radar interferometry data.....	75

**Chemistry**

<i>Zakarina N.A., Akurpekova A.K., Djumabaeva L.S., Zhumadullaev D.A.</i> Isomerization of n-hexane over nanodisperse Pd-catalysts supported on al-Zr- pillared montmorillonite.....	83
--	----

**Earth science**

<i>Zhantayev Zh., Khachikyan G.</i> On creation of interstate space system for seismic-prognostic monitoring.....	93
---	----

**Biology and Medicine**

<i>Yeszhan B.G., Orynbayeva Z.S., Tuleukhanov S.T.</i> "On the medical and comparative features of danazol drug in treatment of different pathology of mammary gland".....	100
<i>Turmagambetova A.S., Alexyuk P.G., Alexyuk M.S., Omirtaeva E.S., Anarkulova E.I., Moldakhanov E.S., Bogoyavlenskiy A.P., Berezin V.E.</i> Influence of the spatial structure of viral antigens for ability to induce of inflammatory reactions in the organism....	107
<i>Zhambakin K.Zh., Shamekova M.Kh., Daurova A.K., Daurov D.L., Zhapar K.K., Volkov D.V., Edilova A.K., Bakbergenova M.O., Tolegenova D.A.</i> Production of rapeseed ( <i>Brassica napus</i> ) interspecific hybrids with rape ( <i>Brassica campestris</i> ) and mustard ( <i>Brassica juncea</i> ).....	114

**Social Sciences**

<i>Ayt Khozhaeva E.Zh., Seilova N.A.</i> Digital society risks.....	123
<i>Ayupova Z.K., Kussainov D.U.</i> National consciousness as the bases of patriotism.....	131
<i>Zhumakayeva B.D.</i> Conceptual bases of research of political behavior are in political science.....	136

---

---

**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 work described 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 originality detection service Cross Check <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 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)**

<http://www.reports-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов*  
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 13.10.2017.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
9 п.л. Тираж 2000. Заказ 5.

---

---

*Национальная академия наук РК*  
*050010, Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-18, 272-13-19*