

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

2016 • 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)  
**Боос Э.Г.** проф., академик (Қазақстан)  
**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. (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., корр.-мүшесі (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://наука-нанрк.kz>, reports-science.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2016

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.)  
**Боос Э.Г.** проф., академик (Казахстан)  
**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. (Казахстан)  
**Отелбаев М.О.** проф., академик (Казахстан)  
**Садыбеков 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., чл.-корр. (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, 2016 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)**Boos E.G.** prof., academician (Kazakhstan)**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. (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., corr. member. (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, 2016

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

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

ISSN 2224-5227

Volume 5, Number 309 (2016), 55 – 62

**M.Z. Bitimbayev, V.S. Shemyakin, S.V. Skopov**<sup>1</sup>Expert of "Kazakhmys Corporation" LLP, JSC "MMC "Kazakhaltyn"<sup>2</sup> JSC "Scientific-Production Company "Technogen", Yekaterinburg  
[mbitimbayev@mail.ru](mailto:mbitimbayev@mail.ru), [shemiyakin@mail.ru](mailto:shemiyakin@mail.ru), [sws54@mail.ru](mailto:sws54@mail.ru)**X-RAY RADIOMETRIC ENRICHMENT OF COPPER  
AND COPPER ZINC ORES OF KAZAKHSTAN**

**Abstract.** The quality of copper and copper-zinc ores in Kazakhstan is deteriorating from year to year. There were studies and pilot-scale tests on the different fields samples conducted in order to assess the fundamental possibility of using the X-ray radiometric separation for pre-enrichment of copper and copper-zinc ores in Kazakhstan. In preliminary studies the optimum material of X-ray tube anode was chosen, boundaries and analytical fields of X-ray characteristic registration of copper, zinc, iron and the scattered X-rays were determined, as well as the optimum of Pi analytical parameter (separation algorithm), which takes into account only copper and scattered radiation intensity values, was installed.

Pilot scale tests of copper and copper-zinc enrichment from different deposits in Kazakhstan were carried out on an industrial X-ray radiometric separator SRF2-300. It was determined that copper zinc ore of the Irtysh deposit and copper ore of the Shatyrcul Sayak deposit, as well as Jaman-Aibat and Zhezkazgan can be recommended for their enrichment on a stage of the raw materials ore preparation by X-ray radiometric separation method. The ores of these deposits have good contrast and good raw material prerequisites for their enrichment in a lumpy condition. X-ray radiometric separation method allows to obtain separation tailings which contains the major valuable components (Cu and Zn) below the cut-off grade. With the purpose to develop technological regulations and to design ore sorting complexes construction the basic technological pre-enrichment scheme has been developed.

**Keywords:** copper zinc and copper ore, X-ray radiometric separation, preliminary enrichment, X-ray emission spectra, the analytical parameter.

In the Republic of Kazakhstan more than 90 deposits of copper have been explored [1]. Extraction of copper ore in Kazakhstan is carried out by enterprises of LLP "Kazakhmys Corporation", LLP "Kazzinc", Aktobe Copper Company, "Maikainzoloto" and others. The share of the company "Kazakhmys Corporation" is about 85% of its copper in concentrate in Kazakhstan.

The main practical significance on copper and copper-zinc deposits is in sulphide ores. Oxidized ores have a very limited distribution. As a rule, the main ore minerals that compose the primary sulfide ores of copper-zinc deposits such as Irtyshskoe, Kosmurun and Akbastau are pyrite and chalcopyrite. In the upper levels there is sphalerite, galena, faded ore and melnicovite-pyrite. Gangue minerals are quartz, barite, chlorite, sericite and gypsum. Along with copper and zinc there are often in the ores gold, silver, cobalt, selenium, tellurium, molybdenum, and bismuth.

The mineral composition of sulfide ore of copper deposits such as Shatyrcul Sayak, Zhaman-Aibat and Zhezkazgan, is represented by chalcocite, bornite and chalcopyrite, to a lesser extent there are galena and sphalerite. Ore-bearing rocks are composed of assorted sandstones, gravelites, inter- and intraformational conglomerates, siltstones and mudstones. The main rock-forming minerals are chloritized feldspar, conventional feldspar, quartz, calcite, altered tuffs and microfelsites. Dilution of marketable copper or copper-zinc ore varies from 10 to 20%.

The quality of copper and copper-zinc ores in Kazakhstan is deteriorating with each passing year. In particular, the processing involved Zhezkazgansky ore deposits containing copper not more than 0.4-0.5%, which drastically reduces the efficiency of enrichment processes and increases production cost of copper. In this case, it may be the most promising methods of prior enrichment that allow at the initial stages of refining copper and copper-zinc ores to remove a significant amount of diluting breed and to improve the quality of the raw material supplied to the concentrators. One of these methods is the X-ray radiometric separation of rough material.

While the X-ray radiometric separation the analyzed thickness of material depends on the energy of the primary and secondary radiation (but the most by the characteristic X-ray of the analyzed elements) and is from 0.01 to 1.00 mm - only the surface layer works. Surface distribution is significant for minerals formed due to the circulation of ore-bearing solutions in cracks of rocks [2]. Sulfide minerals of copper and copper-zinc ores, mainly, have passed such formation process. These cracks are concentrated minerals, and at the same time, these cracks are the most weakened areas, which occurs when the splitting pillar mining. This feature defines the basic physical and methodical bases of the X-ray radiometric separation, as well as the technology requirements [3].

To assess the fundamental possibility of using the X-ray radiometric separation for pre-enrichment of copper and copper-zinc ores in Kazakhstan there were conducted research, test and pilot tests on samples of different deposits. Total weight of the samples was more than 50 tons. All received technological samples characterize the grade of commercial ores of its deposits. Fineness of initial samples (mostly) is not exceeding 300 mm. Selected material is representative of their fields, both in particle size, and on the chemical and mineralogical composition.

Ore preparation and preliminary studies on the X-ray radiometric separation were carried out under the program [4], which included:

- classification of received samples of copper or a copper-zinc ore by size classes with the release of grain size +300, -300+150, -150+100, -100+50, -50+30 and -30 mm (Fig. 1.);

Initial sample

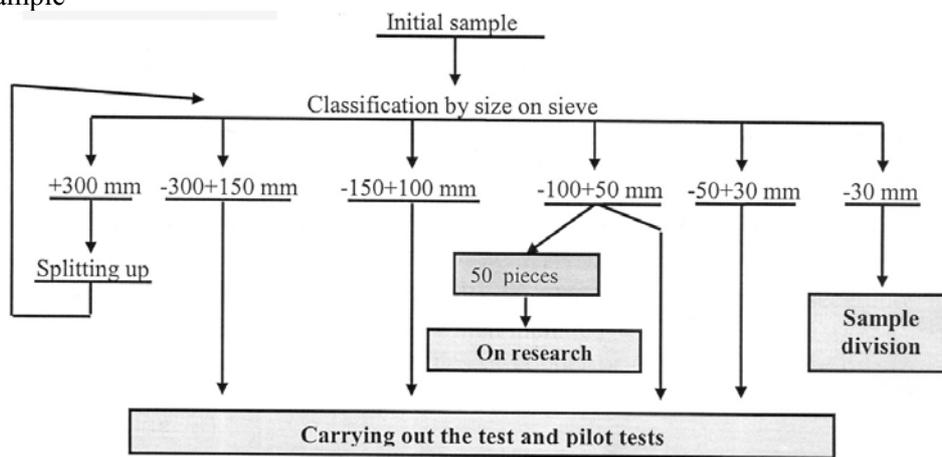


Figure 1 - Scheme of sample ore preparation of the copper or copper-zinc ores

- selection of the most representative samples of up to 50 pieces from engine class of each copper or copper-zinc ore with particle size of -100+50 mm to conduct preliminary studies on the X-ray radiometric separator SRF1-100;

- preliminary studies, including selection of algorithm and analytical areas of registration of the characteristic X-ray of copper, zinc and iron, as well as the scattered X-ray radiation, the definition of the algorithm values for the selected ore samples, the removal of the secondary characteristic spectra from the ore pieces and the determination of other separation parameters in accordance with technique.

The software separator contains two main modes of operation [5]:

- "Analysis" - mode, in which you can make spectra "removal" from samples for a long time 0,1-30,0 sec. without issuing a signal for actuators (verification, research mode);

- «separation" - direct mode of sorting using all the settings of the separator, with issuance signal to the actuators.

In preliminary studies in accordance with the method, the following main parameters of the separator are fitted in the "Analysis" mode:

- set the optimum x-ray tube anode material. Due to the fact that the secondary characteristic X-ray spectra of copper and molybdenum are much closer to each other (in Table of X-ray characteristics of the elements of the Mendeleev Periodic they are numbered 29 and 42 respectively), than the spectra of copper

and rhenium (which are located under the numbers 29 and 75, respectively), the X-ray radiometric separator SRF1-100 for research it has been set the X-ray tube with rhenium anode;

• defined boundaries and analytical registration areas selected of the characteristic X-ray of copper, zinc, iron, and the scattered X-rays. For targets made of iron, copper and zinc there were determined check points for finding the analytic areas. It has been found that the iron peak is located in the channel 64, the copper peak is in the channel 82, the zinc peak is in 88 and the lead peak is channel 96. In this case, the analytic area of registration of the characteristic X-rays was taken:

- for Iron - 56 - 70 channels;
- for Copper - 72 - 83 channels;
- for Zinc - 84 - 90 channels;
- for Lead - 93 - 98 channels;
- for the scattered radiation - 120 - 250 channels.

• made the choice of optimal analytical parameter Pi (separation algorithm). By characteristic X-ray spectra of pieces taken as the most typical samples and related to copper-zinc ore of one of the fields of Kazakhstan, there is quite clearly evident difference in intensity of spectra belonging Cu and Fe (Figs. 2 and 3).

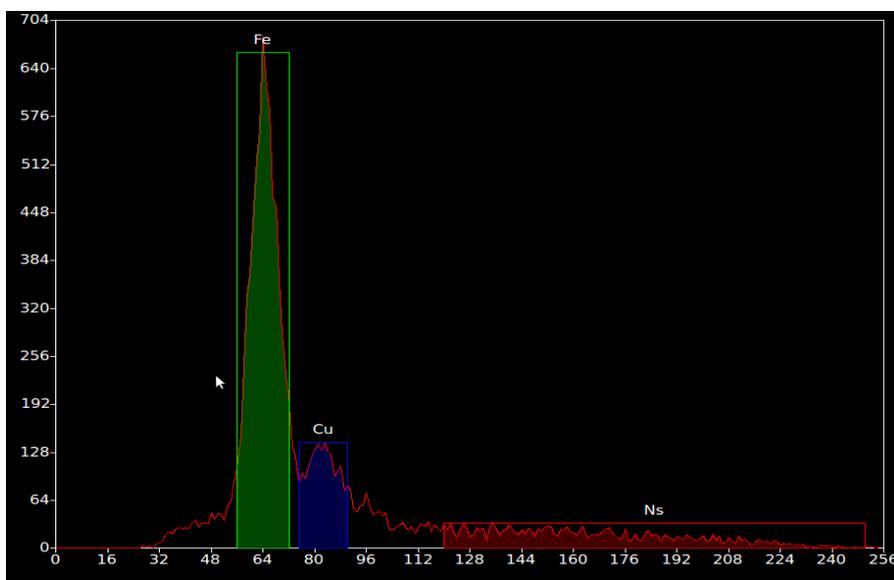


Figure 2 - Spectrum of a piece with a low copper content

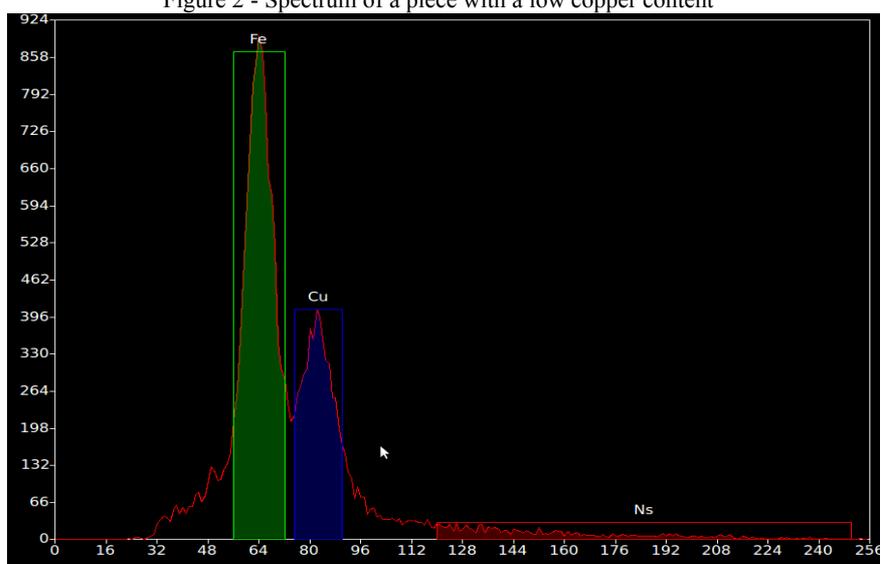


Figure 3 - Spectrum of a piece with high copper content

Spectra belonging zinc, are located next to the copper spectra and almost merge with them. There was no changing in the intensity of the X-ray spectra in the channel owned by lead, almost for all selected for research samples. Probably, this is due to its relatively low content in the ore.

When choosing an separation analytical option it has been considered several options, including:

- exploring the possibility of separating only the copper spectra:

$$P_{Cu} = \frac{N_{Cu}}{N_S}, U.$$

where:  $N_{Cu}$  – intensity of the secondary characteristic X-ray radiation of copper from ore test piece;  $N_S$  - intensity of the same piece of the scattered X-ray of the primary spectrum of X-rays source - a portable low-power X-ray emitter PRAM-50M with X-ray tube of properly-type BHV-10 (Re);

- examined the possibility of separating the spectra of copper and zinc:

$$P_{Cu,Zn} = \frac{N_{Cu} + k_1 N_{Zn}}{N_S}, U.$$

where:  $N_{Zn}$  - registered from piece of the intensity of the secondary characteristic X-ray of zinc;  $k_1$  - the spectral transmittance (in the research phase varied from 0.5 to 1.0 units.).

- studied the possibility of separating the spectra of copper, zinc and lead:

$$P_{Cu,Zn,Pb} = \frac{N_{Cu} + k_1 N_{Zn} + k_2 N_{Pb}}{N_S}, U.$$

where:  $N_{Pb}$  - registered from piece the intensity of the secondary characteristic X-ray of lead;  $k_2$  - the spectral transmittance (in the research phase varied from 0.5 to 1.0 units.).

As an example, Table. 1 shows the values of the algorithms of only ten most characteristic examples of copper-zinc ore of one of the Kazakhstan deposits.

Table 1 – Values of separation algorithms for options

| N of sample | Values of algorithm, units. |  |  |
|-------------|-----------------------------|--|--|
|             | $P_1 = \frac{N_{Cu}}{N_S}$  | $P_2 = \frac{N_{Cu} + 0,5N_{Zn}}{N_S}$ | $P_3 = \frac{N_{Cu} + 0,5N_{Cu} + 0,5N_{Pb}}{N_S}$ |
| 1           | 0,799                       | 1,130                                  | 2,270  |
| 2           | 0,439                       | 0,785                                  | 1,570  |
| 3           | 1,700                       | 0,780                                  | 1,560  |
| 4           | 1,332                       | 0,603                                  | 1,210  |
| 5           | 0,987                       | 0,791                                  | 1,580  |
| 6           | 0,528                       | 0,666                                  | 1,330  |
| 7           | 1,005                       | 0,825                                  | 1,650  |
| 8           | 1,250                       | 1,390                                  | 2,780  |
| 9           | 0,599                       | 0,776                                  | 1,550  |
| 10          | 0,479                       | 0,867                                  | 1,730  |

The analysis of presented in table 1 data, can recommend analytical parameter P1 as an separation algorithm for pre-enrichment of copper-zinc ore, which takes into account only the value of the intensities of copper and scattered radiation. In this case, the range of values  $P_1$  is nearly three times greater than the values of  $P_2$  and  $P_3$ . The characteristic radiation of lead has no significant impact on the process of separation and is ignored in the analytical parameter. Similarly, it was found that the optimal analytical parameter for the X-ray radiometric separation of copper ores is also  $P_{Cu}$ , which is defined as the ratio of the spectral  $N_{Cu}$ :  $N_S$ .

In order to determine the copper content in the ore pieces having different values of the analytical parameter  $P_{Cu} = N_{Cu}$ :  $N_S$ , additional studies have been conducted. For this purpose, among ten samples of ore shown in Table 1, six were selected as the most typical pieces that after sample division were sent to chemical analysis to determine their content of copper (Table 2).

Table 2 – The results of the analysis of the most representative samples of copper-zinc ore

| N of piece | $P_{Cu} = N_{Cu} : N_S, U.$<br>(determined on the separator SRF 1-100) | Content of Cu, % |
|------------|--|------------------|
| 1          | 0,439  | 0,025            |
| 2          | 0,528  | 0,164            |
| 3          | 1,005  | 0,774            |
| 4          | 1,250  | 0,908            |
| 5          | 1,332  | 1,539            |
| 6          | 1,700  | 2,806            |

The data presented in the Table 2 indicate quite clearly the next pattern - the higher the value of  $P_{Cu}$  of pieces of ore, the higher the copper content therein, and conversely, the lower the value of  $P_{Cu}$  of ore pieces, the lower the copper content. Therefore, as a separating sign for test and pilot tests of the enrichment of copper and copper-zinc ores it was selected ratio of the characteristic X-radiation of copper to the scattered radiation X-ray tube (method of spectral ratios).

Test and pilot testing of enrichment of copper and copper-zinc ores from different deposits in Kazakhstan were carried out on an industrial X-ray radiometric separator SRF2-300 (Fig. 4).



Figure 4 - Experimental-industrial sector with separators SRF2-300 and SRF1-100

In testing process there were received 11 samples of copper and copper-zinc ores from seven deposits of the "Kazakhmys Corporation". During the study it was found that  $P_{Cu}$  value of the most characteristic pieces of almost all samples received from different deposits varies within a wide range (Table 3).

Table 3 – Values of division algorithm  $P_{Cu}$  for various copper and copper-zinc deposits in Kazakhstan

| Ore type    | Deposit     | $P_{Cu}$ value, U. |
|-------------|-------------|--------------------|
| copper-zinc | Irtyskoe    | 0,53 - 3,55        |
|             | Kosmurun    | 1,33 - 4,27        |
| copper      | Shatyrcul   | 0,43 - 2,94        |
|             | Sayak       | 0,38 - 3,17        |
|             | Zhama-Aibat | 0,56 - 3,28        |
|             | Zhezkazgan  | 0,41 - 2,09        |

Such range of hesitation of  $P_{Cu}$  analytical parameters of separate pieces suggests good potential use of X-ray radiometric separation as a separation method for the bulk of copper and copper-zinc deposits in Kazakhstan. However, it is worth noting that if the copper-zinc ore of the Irtysk deposit in its composition

has pieces with a sufficiently low  $P_{CU}$  values (about 0.5-0.6 units.), which suggests the presence of a significant number of pieces of waste rock and pieces with low content of copper in the ore, then the copper-zinc ore of the Kosmurun deposit contains pieces with  $P_{CU}$  value not less than 1.3 units, indicating a virtual absence of fragments of waste material and pieces with low content of copper. Therefore, the copper-zinc ore of the Irtysh deposit can separate into a disposal area a significant amount of separation tailings with a low content of copper, while the use of the X-ray radiometric separation to enrich the copper-zinc ore of the Kosmurun deposits is problematic due to the probably low yield of separation tails.

Obviously, for enrichment it is enough the rich copper ore deposits such as Shatyrcul, Sayak and Zhaman-Aibat with a wide range of  $P_{CU}$  values and a large number of pieces with small values of analytical parameter ( $P_{CU}$  from 0.4 to 0.6 units) the X-ray radiometric method of separation can be quite effective, ie, It will provide a significant amount of tailings and enriched product with a high copper content.

The values of analytical parameter of of copper ore pieces of the Zhezkazgan deposit ( $P_{CU}$  varies from 0.41 to 2.09 units) suggest the possibility of obtaining a sufficiently high number of tailings with a low content of copper, as well as the allocation of the enriched product of not very high quality.

Table 4 presents the results of pilot tests on the enrichment of copper and copper-zinc ores of some deposits of "Kazakhmys Corporation".

Table 4 – Summary results of pilot tests

| Deposit      | Separation product | Output, % | Content, % |      | Extraction, % |       |
|--------------|--------------------|-----------|------------|------|---------------|-------|
|              |                    |           | Cu         | Zn   | Cu            | Zn    |
| Irtyshkoe    | Enriched product   | 74,1      | 2,05       | 3,18 | 95,5          | 97,5  |
|              | Separation tails   | 25,9      | 0,28       | 0,24 | 4,5           | 2,5   |
|              | Initial ore        | 100,0     | 1,59       | 2,42 | 100,0         | 100,0 |
| Shatyrcul    | Enriched product   | 72,0      | 1,90       | -    | 95,7          | -     |
|              | Separation tails   | 28,0      | 0,22       | -    | 4,3           | -     |
|              | Initial ore        | 100,0     | 1,43       | -    | 100,0         | -     |
| Sayak        | Enriched product   | 63,2      | 3,08       | -    | 95,9          | -     |
|              | Separation tails   | 36,8      | 0,23       | -    | 4,1           | -     |
|              | Initial ore        | 100,0     | 2,03       | -    | 100,0         | -     |
| Zhaman-Aibat | Enriched product   | 73,7      | 1,94       | -    | 96,5          | -     |
|              | Separation tails   | 26,2      | 0,20       | -    | 3,5           | -     |
|              | Initial ore        | 100,0     | 1,48       | -    | 100,0         | -     |
| Zhezkazgan   | Enriched product   | 68,0      | 0,78       | -    | 91,7          | -     |
|              | Separation tails   | 32,0      | 0,15       | -    | 8,3           | -     |
|              | Initial ore        | 100,0     | 0,57       | -    | 100,0         | -     |

In our opinion, the copper-zinc ore of the Irtyshskoe deposit and copper ore of the Shatyrcul, Sayak, Zhaman-Aibat and Zhezkazgan deposits can be recommended for their enrichment at the raw ore preparation stage by the X-ray radiometric separation. The ores of these deposits have good contrast and raw material prerequisites for their enrichment in a lump state. X-ray radiometric separation method of separation allows to obtain tailings containing major components of (Cu and Zn) below the cut-off grade.

On the basis of pilot tests for the enrichment of copper-zinc and copper ores of "Kazakhmys Corporation" deposits with the use of the X-ray radiometric separation method for the development of technological procedures and design of construction of the ore sorting systems we recommend the essential technological pre-enrichment scheme at the stage of ore preparation of mineral raw materials (Fig. 5).

For copper and copper-zinc ore of each individual deposit at stage of the implementation of technological regulations there will be the choice of equipment, determination of its quantity, also carrying out a preliminary assessment of capital and operating costs.

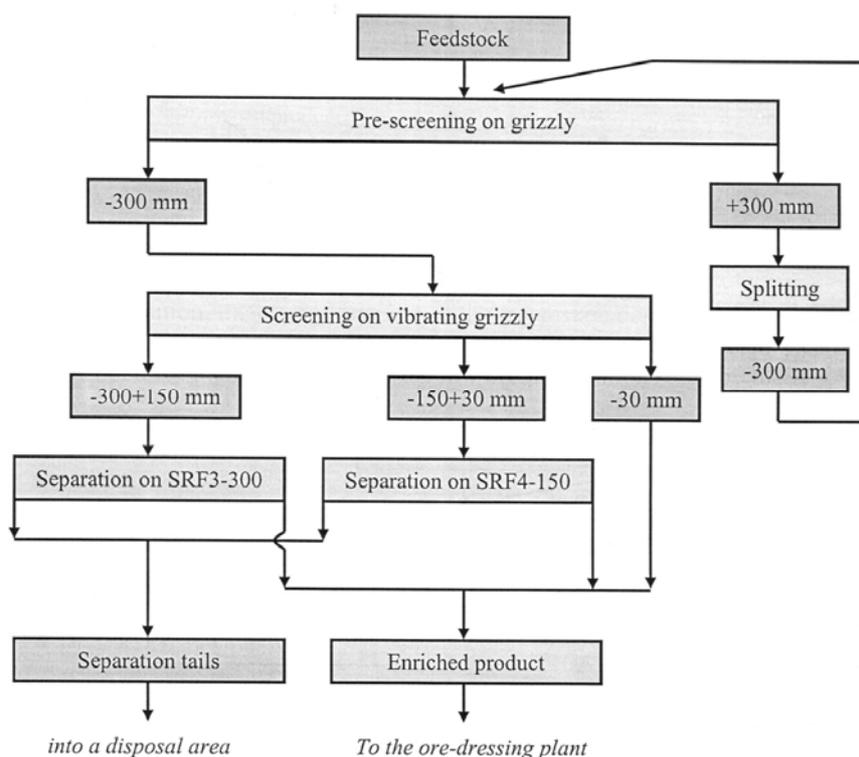


Figure 5 - the essential technological enrichment scheme

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Авдонин В. В. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых: Учебник для вузов / В. В. Авдонин, Г. В. Ручкин, Н. Н. Шатагин, Т. И. Лыгина, М. Е. Мельников М.: Фонд «Мир». 2007. 540 с.
- [2] Мокроусов В. А. Радиометрическое обогащение нерадиоактивных руд / В.А. Мокроусов, В. А. Лилеев - М.: Недра. 1979. 192 с.
- [3] Татарников А.П. Ядерно-физические методы обогащения полезных ископаемых – М: Атомиздат. 1974. -114 с.
- [4] Шемякин В.С. Теория и практика рентгенорадиометрического обогащения: научная монография / В.С. Шемякин, Е.Ф. Цыпин, Ю.О. Федоров и др. - Екатеринбург: Изд-во «Форт Диалог-Исеть», 2013. 253 с.
- [5] Шемякин В.С. Основы рентгенорадиометрического обогащения полезных ископаемых: научная монография / В.С.Шемякин, Ю.О.Федоров, М.Ю.Федоров, А.В.Шемякин, А.Ю.Федоров, С.В.Скопов – г. Екатеринбург: Изд-во «форт Диалог-Исеть». 2015. 250 с.
- [6] Инновационный Патент № 23419(РК), Способ безреагентного извлечения металлов / Битимбаев М.Ж., Рогов Е.И. и др.

## REFERENCES

- [1] Avdonin V. V. Poiski i razvedka mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh: Uchebnyk dlja vuzov / V. V. Avdonin, G. V. Ruchkin, N. N. Shatagin, T. I. Lygina, M. E. Mel'nikov M.: Fond «Mir». 2007. 540 с.
- [2] Mokrousov V. A. Radiometricheskoe obogashhenie neradioaktivnyh rud / V.A. Mokrousov, V. A. Lileev - M.: Nedra. 1979. 192 s.
- [3] Tatarnikov A.P. Jaderno-fizicheskie metody obogashhenija poleznyh iskopaemyh – M: Atomizdat. 1974. -114 s.
- [4] Shemjakin V.S. Teorija i praktika rentgenoradiometricheskogo obogashhenija: nauchnaja monografija / V.S. Shemjakin, E.F. Cypin, Ju.O. Fedorov i dr. - Ekaterinburg: Izd-vo «Fort Dialog-Iset'», 2013. 253 s.
- [5] Shemjakin V.S. Osnovy rentgenoradiometricheskogo obogashhenija poleznyh iskopaemyh: nauchnaja monografija / V.S.Shemjakin, Ju.O.Fedorov, M.Ju.Fedorov, A.V.Shemjakin, A.Ju.Fedorov, S.V.Skopov – g. Ekaterinburg: Izd-vo «fort Dialog-Iset'». 2015. 250 s.
- [6] Innovacionnyj Patent № 23419(RK), Sposob bezreagentnogo izvlechenija metallov / Bitimbaev M.Zh., Rogov E.I. i dr.
- [7] Avdonin V. V. Poiski i razvedka mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh: Uchebnyk dlja vuzov / V. V. Avdonin, G. V. Ruchkin, N. N. Shatagin, T. I. Lygina, M. E. Mel'nikov М.: Fond «Мир». 2007. 540 с.
- [8] Mokrousov V. A. Radiometricheskoe obogashhenie neradioaktivnyh rud / V.A. Mokrousov, V. A. Lileev - М.: Nedra. 1979. 192 s.
- [9] Tatarnikov A.P. Jaderno-fizicheskie metody obogashhenija poleznyh iskopaemyh – М: Atomizdat. 1974. -114 s.
- [10] Shemjakin V.S. Teorija i praktika rentgenoradiometricheskogo obogashhenija: nauchnaja monografija / V.S. Shemjakin, E.F. Cypin, Ju.O. Fedorov i dr. - Ekaterinburg: Izd-vo «Fort Dialog-Iset'», 2013. 253 s.

[11] Shemjakin V.S. Osnovy rentgenoradiometricheskogo obogashhenija poleznyh iskopaemyh: nauchnaja monografija / V.S.Shemjakin, Ju.O.Fedorov, M.Ju.Fedorov, A.V.Shemjakin, A.Ju.Fedorov, S.V.Skopov – g. Ekaterinburg: Izd-vo «fort Dialog-Iset». 2015. 250 s.

[12] Innovacionnyj Patent № 23419(RK), Sposob bezreagentnogo izvlechenija metallov / Bitimbaev M.Zh., Rogov E.I. i dr.

**М.Ж. Бітімбаев<sup>1</sup>, В.С. Шемякин<sup>2</sup>, С.В. Скопов<sup>2</sup>**

1 «Корпорация Казахмыс» ЖШС experti, «ГМК «Казахалтын»,  
2 «Научно-производственная компания «Техноген», Екатеринбург к. Ресей

### **ҚАЗАҚСТАННЫҢ МЫС ЖӘНЕ МЫС-МЫРЫШТЫ КЕНДЕРІН РЕНТГЕНРАДИОМЕТРИЯЛЫҚ БАЙЫТУ**

**Аннотация.** Қазақстанда мыс және мыс-мырышты кендердің сапасы жылдан-жылға төмендеп келеді. Рентгенорадиометриялық сепарацияны қолдану мақсатында Қазақстанның мыс және мыс-мырышты кендерін алдын-ала байыту үшін әр - түрлі кенорындарында зерттеулер, тестілеу және тәжірибе-өндірістік сынақтар жүргізілді. Алдын-ала зерттеулер кезінде анодтың рентгендік трубкасы тиімді материал ретінде таңдалынып алынды, мыстың-мырыштың, темірдің және шашырыған рентген сәулесінің сипаттамасы және шекарасы анықталды, мыстың ғана белсенділігін анықтайтын сәуле, сонымен қатар  $P_i$  (бөлу алгоритмі) – аналитикалық тиімді параметр анықталды.

Мыс және мыс-мырышты кендерін байыту сынақтары бойынша тестілеу және тәжірибе-өндірістік жұмыстар Қазақстанның әр-түрлі кен орындарында өндірістік СРФ2-300 Рентгенорадиометриялық сепараторында жүргізілді. Шатырқұл, Саяк, Жаман-Айбат және Жезқазған мыс кен орындары және Ертіс мыс-мырыш кен орны шикізатты кен өндеуге дайындауда Рентгенорадиометриялық сепараторлық тәсілмен байытылуға болатындығы анықталды. Аталған кен орындарының кендері жақсы шикізат қорымен байытылған, оларды байыту үшін ыңғайлы ірі кесек түрде. Рентгенорадиометриялық сепарация тәсілі негізгі құнды компонент (Cu және Zn) бортық құрамынан төмен сепарацияның қалдықтарын алуға мүмкіндік береді. Технологиялық регламентті жасау үшін кен іріктеу кешенінің құрылысын жобалауда алдын-ала байытудың принципті технологиялық схемасы жасалды.

**Түйін сөздер:** мыс және мыс-мырышты кен, рентгенорадиометриялық сепарация, алдын-ала байыту, сипатталған рентгендік сәуле, спектрлар, аналитикалық параметр.

УДК 622.722

**М.Ж. Битимбаев<sup>1</sup>, В.С. Шемякин<sup>2</sup>, С.В. Скопов<sup>2</sup>**

(<sup>1</sup>) ТОО «Корпорация Казахмыс», Қазақстан; (<sup>2</sup>) ЗАО «НПК «Техноген», Россия)

### **РЕНТГЕНРАДИОМЕТРИЧЕСКОЕ ОБОГАЩЕНИЕ МЕДНЫХ И МЕДНО-ЦИНКОВЫХ РУД КАЗАХСТАНА**

**Аннотация.** Качество медных и медно-цинковых руд Казахстана с каждым годом ухудшается. С целью оценки принципиальной возможности применения рентгенорадиометрической сепарации для предварительного обогащения медных и медно-цинковых руд Казахстана были проведены исследования, тестовые и опытно-промышленные испытания на пробах различных месторождений. На стадии предварительных исследований был выбран оптимальный материал анода рентгеновской трубки, определены границы и аналитические области регистрации характеристического рентгеновского излучения меди, цинка, железа и рассеянного рентгеновского излучения, а также установлен оптимальный аналитический параметр  $P_i$  (алгоритма разделения), учитывающий значения интенсивностей только меди и рассеянного излучения

Тестовые и опытно-промышленные испытания по обогащению медных и медно-цинковых руд различных месторождений Казахстана проводили на промышленном рентгенорадиометрическом сепараторе СРФ2-300. Было установлено, что медно-цинковая руда месторождения Иртышское и медная руда месторождений Шатыркуль, Саяк, Жаман-Айбат и Жезказған могут быть рекомендованы для их обогащения на стадии рудоподготовки сырья методом рентгенорадиометрической сепарации. Руды данных месторождений контрастны и обладают хорошими сырьевыми предпосылками для их обогащения в крупнокусковом состоянии. Метод рентгенорадиометрической сепарации позволяет получить хвосты сепарации с содержанием основных ценных компонентов (Cu и Zn) ниже бортового содержания. Для разработки технологических регламентов и проектирования строительства рудосортировочных комплексов разработана принципиальная технологическая схема предварительного обогащения.

**Ключевые слова:** медно-цинковая и медная руда, рентгенорадиометрическая сепарация, предварительное обогащение, характеристическое рентгеновское излучение, спектры, аналитический параметр.

#### **Сведения об авторах:**

Битимбаев Марат Жакупович – доктор технических наук, профессор, Эксперт ТОО «Корпорация Казахмыс», член Совета директоров АО «ГМК «Казахалтын», E-mail: [mbitimbayev@mail.ru](mailto:mbitimbayev@mail.ru);

Шемякин Владимир Сергеевич – Генеральный директор ЗАО «Научно-производственная компания «Техноген», г. Екатеринбург, доктор технических наук, профессор, E-mail: [shemiyakin@mail.ru](mailto:shemiyakin@mail.ru)

Скопов Сергей Вениаминович – кандидат технических наук, Исполнительный директор ЗАО «Научно-производственная компания «Техноген», г. Екатеринбург, E-mail: [sws54@mail.ru](mailto:sws54@mail.ru)

## МАЗМҰНЫ

**Астрофизика**

|   |    |
|---|----|
| <i>Шукиргалиев Б.Т., Панамарев Т.П., Наурызбаева А.Ж., Қаламбай М.Т., Макуков М.А., Вильковиский Э.Я., Омаров Ч.Т., Берцик П.П., Юст А., Шпурцем Р.</i> Аккрециялық газды диск пішінінің аккрецияланушы жұлдыздардың орбиталық сипаттамасына әсері..... | 5  |
| <i>Жантаев Ж.Ш., Куратов К.С., Сейтімбетов А.М., Майлыбаев А.Т., Алимгазинова Н.Ш., Манапбаева А.Б., Куратова А.К., Изтлеуов Н.Т.</i> Екі матрицалы фотометрдің басқару жүйесі.....   | 14 |

**Физика**

|   |    |
|---|----|
| <i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Мухамеджанов Е.С., Алимов Д.К., Демьянова А.С., Данилов А.Н.</i> 50 және 65 Мэв энергиядағы альфа-бөлшектердің <sup>11</sup> вядроларында шашырау құбылыстарын зерттеу..... | 20 |
| <i>Омар Ж.О., Такибаев Н.Ж., Құрманғалиева В.О.</i> Нейтронды жұлдыздардың кристалдық торларындағы фонон-фононды әсерлесулер.....   | 26 |

**Химия**

|  |    |
|--|----|
| <i>Полещук О.Х., Фатеев А.В., Адырбекова Г.М., Ермаханов М.Н., Саудахметов П.А.</i> Тығыздық функционал теориясының әдістерімен металоцендердегі химиялық байланыстың талдауы..... | 34 |
| <i>Малышев В.П., Зубрина Ю.С., Макашева А.М.</i> Материалдардың бүлінуі кезіндегі механикалық және жылулық энергияның өзара байланысы.....   | 42 |

**Жер туралы ғылымдар**

|   |    |
|---|----|
| <i>Бітімбаев М.Ж., Морозов Ю.П., Хамидулин И.Х.</i> Жабық ұсақтау циклда алтынның жиналуының заңдылығын зерттеу.....                            | 50 |
| <i>Бітімбаев М.Ж., Шемякин В.С., Скопов С.В.</i> Қазақстанның мыс және мыс-мырышты кендерін рентгенорадиометриялық байыту.....                  | 55 |
| <i>Ниценко А.В., Требухов С.А., Қасымжанова А.К., Шендяпин А.С.</i> Төмендетілген қысым кезіндегі мышьяқтың диффузия коэффициентін анықтау..... | 63 |

**Әлеуметтік ғылымдар**

|   |    |
|---|----|
| <i>Қурманов Н.А., Рахимбекова А.Е., Бактымбет А.С., Махатова А.Б.</i> Қазақстан республикасындағы кіші және орта бизнестің инновациялық қызметінің дамуы..... | 70 |
| <i>Кольбаев М.К., Нурлихина Г.Б., Турабаев Г.К.</i> Шағын инновациялық кәсіпкерлікті венчурлық қаржыландыру.....  | 80 |

\* \* \*

**Астрофизика**

|   |    |
|---|----|
| <i>Шукиргалиев Б.Т., Панамарев Т.П., Наурызбаева А.Ж., Қаламбай М.Т., Берцик П.П., Юст А., Шпурцем Р., Макуков М.А., Вильковиский Э.Я., Омаров Ч.Т.</i> аккрециялық газды диск пішінінің аккрецияланушы жұлдыздардың орбиталық сипаттамасына әсері..... | 87 |
| <i>Жантаев Ж.Ш., Куратов К.С., Сейтімбетов А.М., Майлыбаев А.Т., Алимгазинова Н.Ш., Манапбаева А.Б., Куратова А.К., Изтлеуов Н.Т.</i> Екі матрицалы фотометрдің басқару жүйесі.....   | 96 |

**Физика**

|   |     |
|---|-----|
| <i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Мухамеджанов Е.С., Алимов Д.К., Демьянова А.С., Данилов А.Н.</i> 50 және 65 Мэв энергиядағы альфа-бөлшектердің <sup>11</sup> вядроларында шашырау құбылыстарын зерттеу.....                 | 102 |
| <i>Боос Э.Г., Темірәлиев Т., Избасаров М., Самойлов В.В., Федосимова А.И.</i> Импульсі 22,4 ГэВ/С антипротон-протондық аннигиляцияда және протон мен антипротонның зарядынан айырылу реакциясында оқиға құрылымын талдау..... | 108 |
| <i>Бетекбаев А. А., Калыгулов Д. А., Скаков Д. М., Мукашев Б. Н.</i> Күн энергиясының фотоэлектрлік түрлендірілуі: KAZPV жобасының жағдайы мен қолдану келешектері.....   | 113 |

**Техникалық ғылымдар**

|   |     |
|---|-----|
| <i>Бакранова Д.И., Кукушкин С.А., Бейсембетов И.К., Осипов А.В., Нусупов К.Х., Бейсенханов Н.Б., Кенжалиев Б.К., Мить К.А.</i> Атомдардың орнын басу әдісімен синтезделген эпитаксиалды SiC қабыршақтарының құрылымы..... | 118 |
| <i>Мусабеков Н.Р., Ибраев А. Х., Адильбеков М. Ж.</i> Жылуалмасу процестерін басқару мысалындағы технологиялық процесті басқарудың гибридік жүйесін әзірлеу туралы мәселелер.....   | 125 |
| <i>Дайрабай Д.Д., Голубев В.Г., Балабеков О.С., Бренер А.М.</i> Нуклеаттардың жоғары концентрациясы жағдайларында кластерлік дисперсиялар түзілуінің ерекшеліктері.....   | 132 |
| <i>Генбач А.А., Джаманкулова Н.О.</i> Жылу энергетикалық қондырғылардың капиллярлық-кеуектік жаңа класты салқындату жүйелеріндегі жылумассаалмасуды зерттеу.....  | 139 |
| <i>Машеков С.А., Абсадыков Б.Н., Алимкулов М.М.</i> ТМД елдерінде рельстерді қолдану тәжірибесі және оның мемлекетаралық стандартты өндіру үшін қолдануы.....   | 146 |
| <i>Телтаев Б. Б., Айтбаев Қ.А., Аблалиев С.А.</i> Жол құрылымының кернеулі-деформациялық күйіне жерасты коллекторының әсері.....  | 162 |
| <i>Бахтаев Ш.А., Бочкарева Г.В., Мусатирова Г.Д., Авхадиева Ф.Р.</i> Тәжделуші электрод бетінің қисықтық радиусын анықтау тәсілі.....   | 173 |

**Механика**

|   |     |
|---|-----|
| <i>Жолдасбеков С.Ө., Ибраев С.М., Сакенова А.М., Иманбаева Н.С., Нұрмағанбетова А.Т.</i> Жүк көтергіш иіптіректі механизмді Арм winmachine компьютерлік жүйесі көмегімен жобалау..... | 180 |
|---|-----|

**Химия**

|  |     |
|--|-----|
| <i>Фазылов С.Д., Животова Т.С., Нүркенов О.А., Абдыкалыков М.А., Сатпаева Ж.Б., Мұқашев А.Б., Жақыпова А.Н., Молдахметов М.З.</i> Көмір қалдықтары мен көмір қоқыстары негізінде брикетті отын алудың тиімді көрсеткіштерін жасау..... | 186 |
| <i>Малышев В.П., Зубрина Ю.С., Макашева А.М.</i> Материалдардың бүлінуі кезіндегі механикалық және жылулық энергияның өзара байланысы.....   | 193 |
| <i>Айдарова С.Б., Тлеуова А.Б., Исаева А., Шарипова А.А., Григорьев Д.О., Миллер Р.</i> Гидрофобты агенттерді инкапсуляциялауда пикеринг эмульсиясын қолдану.....  | 200 |
| <i>Мамырбекова А., Баешов А.Б., Мамырбекова А.</i> Әр түрлі орталарда стационарлы емес токпен поляризациялау кезіндегі күкірттің электрохимиялық қасиеті.....  | 209 |
| <i>Қоңурбаев А.Е., Баешов А.Б.</i> Композициялы күкірт- графит электродын қолдану арқылы мырыш сульфидін электрохимиялық жолмен алу.....   | 214 |
| <i>Баешов А.Б., Қоңурбаев А.Е., Адайбекова А.А., Баешова А.К.</i> Совместное восстановление ионов цинка и сульфит-ионов на в стеклографитовом электроде.....   | 222 |

**Жер туралы ғылымдар**

|   |     |
|---|-----|
| <i>Бітімбаев М.Ж., Морозов Ю.П., Хамидулин И.Х.</i> Жабық ұсақтау циклда алтынның жиналуының заңдылығын зерттеу .....                           | 231 |
| <i>Ниценко А.В., Требухов С.А., Қасымжанова А.К., Шендятин А.С.</i> Төмендетілген қысым кезіндегі мышьяқтың диффузия коэффициентін анықтау..... | 245 |
| <i>Метакса Г.П., Буктуков Н.С.</i> Йеллоустон Жанартауы. Ғылыми аңыз бен шындық.....  | 252 |

**Медицина**

|  |     |
|--|-----|
| <i>Рахимов Қ.Д., Адекенов С.М.</i> Дәріге тұрақты метастаздардың өсуіне жаңа табиғи препараттардың цитостатиктермен біріктірген кездегі фармакологиялық әсері..... | 257 |
| <i>Рахимов Қ.Д.</i> Клиникаға дейінгі зерттеулерде дәрілерге тұрақты метастаздардың пайда болуын анықтау.....  | 262 |

**Аграрлық ғылым**

|   |     |
|---|-----|
| <i>Аубакиров Х.А., Баймуханов Д.А., Рахманов С.С.</i> Жамбыл облысы «Бапшы-Сейсенбай» шаруа қожалығында өсірілетін жылқы популяциясындағы түстердің таралу ерекшеліктері..... | 268 |
| <i>Асембаева Э.Қ., Сейдахметова З.Ж., Велямов Т.М., Лесова Ж.Т., Нурмуханбетова Д.Е.</i> Функционалдық тағамдық өнімдер. Түйе сүтінен алынатын сүтқышқылды өнімдер.....       | 275 |

**Қоғамдық ғылымдар**

|  |     |
|--|-----|
| <i>Пилипчук Я.В.</i> XVII–XVIIIғғ. Моғолстан және ұйғыр мемлекеттерінің құлауы.....  | 285 |
| <i>Есенбекова А.Б.</i> Экономиканың тұрақты дамуы мәселелері және оның климаттың ғаламдық өзгеруіне тәуелділігі жайлы..... | 302 |
| <i>Жакипов Б. М.</i> Шет елдердегі көрме қызметінің даму үрдістерін талдау.....  | 309 |
| <i>Насимов М. Ө.</i> Саяси менеджмент: түсінігі, құрылымы және негізгі түрлері.....  | 316 |
| <i>Панзабекова А.Ж., Турабаев Г.К.</i> Экономиканың нақты секторындағы еңбекті ынталандыру: қағидалары мен әдістері.....   | 324 |
| <i>Сейтахметова Н.Л., Жандосова Ш.М., Смағұлов Қ.Е.</i> Діни экстремизм мәселесінің саясаттанулық қыры.....                | 332 |

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |     |
|--|-----|
| <b>Астрофизика</b>   |     |
| <i>Шукиргалиев Б.Т., Панамарев Т.П., Наурызбаева А.Ж., Қаламбай М.Т., Макуков М.А., Вильковиский Э.Я., Омаров Ч.Т., Берцик П.П., Юст А., Шпурцем Р.</i> Влияние профиля аккреционного газового диска на орбитальные параметры аккрецируемых звезд..... | 5   |
| <i>Жантаев Ж.Ш., Куратов К.С., Сейтимбетов А.М., Майлыбаев А.Т., Алимгазинова Н.Ш., Манапбаева А.Б., Куратова А.К., Изтлеуов Н.Т.</i> Система управления двухматричным фотометром.....   | 14  |
| <b>Физика</b>  |     |
| <i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Мухамеджанов Е.С., Алимов Д.К., Демьянова А.С., Данилов А.Н.</i> Исследование процессов рассеяния альфа-частиц на ядрах <sup>11</sup> в при энергиях 50 и 65 Мэв.....  | 20  |
| <i>Омар Ж.О., Такибаев Н.Ж., Құрманғалиева В.О.</i> Фонон-фононное взаимодействие в кристаллических решетках нейтронных звезд.....   | 26  |
| <b>Химия</b>   |     |
| <i>Полещук О. Х., Фатеев А. В., Адырбекова Г.М., Ермаханов М.Н., Саидахметов П.А.</i> Анализ химической связи в металлоценах методами теории функционала плотности.....  | 34  |
| <i>Малышев В.П., Зубрина Ю.С., Макашева А.М.</i> Взаимосвязь тепловой и механической энергии при разрушении материалов.....  | 42  |
| <b>Жер туралы ғылым</b>  |     |
| <i>Битимбаев М.Ж., Морозов Ю.П., Хамидулин И.Х.</i> Исследование закономерности накопления золота в замкнутых циклах измельчения.....  | 50  |
| <i>Битимбаев М.Ж., Шемякин В.С., Скопов С.В.</i> Рентгенорадиометрическое обогащение медных и медно-цинковых руд Казахстана.....   | 55  |
| <i>Ниценко А. В., Требухов С. А., Касымжанова А. К., Шендятин А. С.</i> Определение коэффициента диффузии мышьяка при пониженном давлении.....   | 63  |
| <b>Социальные науки</b>  |     |
| <i>Курманов Н.А., Рахимбекова А.Е., Бактымбет А.С., Махатова А.Б.</i> Развитие инновационной деятельности предприятий малого и среднего бизнеса в Казахстане.....  | 70  |
| <i>Kolbayev M. K., Нурлихина Г.Б., Турабаев Г.К.</i> Венчурное финансирование малого инновационного предпринимательства.....   | 80  |
| * * *  |     |
| <b>Астрофизика</b>   |     |
| <i>Шукиргалиев Б.Т., Панамарев Т.П., Наурызбаева А.Ж., Қаламбай М.Т., Берцик П.П., Юст А., Шпурцем Р., Макуков М.А., Вильковиский Э.Я., Омаров Ч.Т.</i> Влияние профиля аккреционного газового диска на орбитальные параметры аккрецируемых звезд..... | 87  |
| <i>Жантаев Ж.Ш., Куратов К.С., Сейтимбетов А.М., Майлыбаев А.Т., Алимгазинова Н.Ш., Манапбаева А.Б., Куратова А.К., Изтлеуов Н.Т.</i> Система управления двухматричным фотометром.....   | 96  |
| <b>Физика</b>  |     |
| <i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Мухамеджанов Е.С., Алимов Д.К., Демьянова А.С., Данилов А.Н.</i> Исследование процессов рассеяния альфа-частиц на ядрах <sup>11</sup> в при энергиях 50 и 65 Мэв.....  | 102 |
| <i>Боос Э.Г., Темиралшев Т., Избасаров М., Самойлов В.В., Федосимова А.И.</i> Анализ структуры событий в антипротон - протонной аннигиляции и реакции перезарядки протона и антипротона при импульсе 22,4 ГэВ/с.....                                   | 108 |
| <i>Бетекбаев А. А., Калыгулов Д. А., Скаков Д. М., Мукашев Б. Н.</i> Фотоэлектрическое преобразование солнечной энергии: состояние и перспективы использования проекта KAZPV.....  | 113 |
| <b>Технические науки</b>   |     |
| <i>Бакранова Д.И., Кукушкин С.А., Бейсембетов И.К., Осипов А.В., Нусупов К.Х., Бейсенханов Н.Б., Кенжалиев Б.К., Мить К.А.</i> Структура эпитаксиальных пленок SiC, синтезированных методом замещения атомов.....                                      | 118 |
| <i>Мусабеков Н.Р., Ибраев А.Х., Адильбеков М. Ж.</i> О вопросах разработки гибридной системы управления технологическим процессом на примере управления процессами теплообмена.....  | 125 |
| <i>Дайрабай Д.Д., Голубев В.Г., Балабеков О.С., Бренер А.М.</i> Особенности образования кластерных дисперсий в условиях высокой концентрации нуклеатов.....  | 132 |
| <i>Генбач А.А., Джаманкулова Н.О.</i> Исследование теплообмена в капиллярно-пористых системах охлаждения нового класса тепловых энергоустановок.....   | 139 |
| <i>Машеков С.А., Абсадыков Б.Н., Алимкулов М.М.</i> Опыт применения рельсов в странах СНГ и использование его для разработки межгосударственного стандарта.....  | 146 |
| <i>Телтаев Б. Б., Айтбаев К.А., Абляев С.А.</i> Влияние подземного коллектора на напряженно-деформированное состояние дорожной конструкции.....  | 162 |
| <i>Бахтаев Ш.А., Бочкарева Г.В., Мусатирова Г.Д., Авхадиева Ф.Р.</i> Способ определения радиуса кривизны поверхности коронирующего электрода.....  | 173 |
| <b>Механика</b>  |     |
| <i>Джолдасбеков С.У., Ибраев С.М., Сакенова А.М., Иманбаева Н.С., Нурмаганбетова А.Т.</i> Проектирование грузоподъемного рычажного механизма с помощью компьютерной системы Arm winmachine.....  | 180 |

**Химия**

*Фазылов С.Д., Животова Т.С., Нуркенов О.А., Сатпаева Ж.Б., Абдыкалыков М.А., Мукашев А.Б., Жакупова А.Н., Мулдахметов М.З.* Разработка оптимальных параметров получения брикетного топлива на основе угольных отсеков и угольного шлама..... 186

*Мальшиев В.П., Зубрина Ю.С., Макашева А.М.* Взаимосвязь тепловой и механической энергии при разрушении материалов..... 193

*Айдарова С.Б., Тлеуова А.Б., Исаева А.Б., Шарипова А.А., Григорьев Д.О., Миллер Р.* Применение эмульсии пикеринга для инкапсуляции гидрофобных агентов..... 200

*Мамырбекова А., Баешов А.Б., Мамырбекова А.* Электрохимическое поведение серы в различных средах при поляризации нестационарными токами..... 209

*Коңурбаев А.Е., Баешов А.Б.* Электрохимический способ получения сульфида цинка с применением композиционного сера-графитового электрода..... 214

*Баешов А.Б., Коңырбаев А.Е., Адайбекова А.А., Баешова А.К.* Мырыш және сульфит иондарының шыныграфит электродында бірге тотықсыздануы..... 222

**Науки о Земле**

*Битимбаев М.Ж., Морозов Ю.П., Хамидулин И.Х.* Исследование закономерности накопления золота в замкнутых циклах измельчения..... 231

*Ниценко А. В., Требухов С. А., Касымжанова А. К., Шендяпин А. С.* Определение коэффициента диффузии мышьяка при пониженном давлении..... 245

*Метакса Г.П., Буктуков Н.С.* Вулкан Йеллоустон. Научные мифы и реальность..... 252

**Медицина**

*Рахимов К.Д., Адекенов С.М.* Фармакологическое влияние новых природных препаратов в комбинации с цитостатиками на рост лекарственно резистентных метастазов..... 257

*Рахимов К.Д.* Индуцирование лекарственной резистентности метастазов перевиваемых опухолей в условиях доклиники..... 262

**Аграрные науки**

*Аубакиров Х.А., Баймуканов Д.А., Рахманов С.С.* Особенности распространения мастей в популяции лошадей, разводимых в крестьянском хозяйстве «Бапыш-Сейсенбай» Жамбылской области..... 268

*Асембаева Э.К., Сейдахметова З.Ж., Велямов Т.М., Лесова Ж.Т., Нурмуханбетова Д.Е.* Функциональные пищевые продукты. Кисломолочные продукты из верблюжьего молока..... 275

**Общественные науки**

*Пилипчук Я.В.* Падение Моголистана и уйгурских государств в XVII-XVIII вв..... 285

*Есенбекова А.Б.* К проблеме устойчивого развития экономики и ее зависимости от глобального изменения климата..... 302

*Жакипов Б. М.* Анализ тенденций развития выставочной деятельности за рубежом..... 309

*Насимов М.О.* Политический менеджмент: понятие, структура и основные виды..... 316

*Панзабекова А.Ж., Турабаев Г.К.* Стимулирование труда в реальном секторе экономики: принципы и подходы... 324

*Сейтахметова Н.Л., Жандосова Ш.М., Смагулов К.Е.* Политический аспект проблемы религиозного экстремизма..... 332

## CONTENT

**Astrophysics**

- Shukirgaliyev B.T., Panamarev T.P., Naurzbaeva A.Zh., Kalambay M.T., Makukov M.A., Vilkoviskij E.Y., Omarov Ch.T., Berczik P.P., Just A., Spurzem R.* Effect of gas accretion disc profile on orbital parameters of the accreted stars... 5  
*Zhantayev Zh.Sh., Kuratov K.S., Seytimbetov A.M., Mailybayev A.T., Alimgazinova N.Sh., Manapbayeva A.B., Kuratova A.K., Itleuov N.T.* Two-matrix photometer control system..... 14

**Physics**

- Burtebayev N., Kerimkulov Zh.K., Mukhamejanov Y.S., Alimov D.K., Demyanova A.S., Danilov A.N.* Study of scattering of alpha particles from  $^{11}\text{B}$  nuclei at 50 and 65 mev.....20  
*Omar Zh., Takibayev N.Zh., Kurmangaliyeva V.O.* Phonon-phonon interaction in the crystal lattice of neutron star.....26

**Chemistry**

- Poleshchuk O. Kh., Fateev A. V., Adyrbekova G.M., Ermakhanov M. N., Saidakhmetov P.A.* Analysis of the chemical bond in the metallocene using density functional theory.....34  
*Malyshev V.P., Zubrina Y.S., Makasheva A.M.* Interconnection of heat and mechanical energy in the destruction of materials..... 42

**Earth sciences**

- Bitimbayev M.Z., Morozov Y.P., Khamidullin I.H.* Study of gold accumulation regularities in closed grinding cycles..... 50  
*Bitimbayev M.Z., Shemyakin V.S., Skopov S.V.* X-ray radiometric enrichment of copper and copper zinc ores of Kazakhstan..... 55  
*Nitsenko A. V., Trebukhov S. A., Kasymzhanova A. K., Shendyapin A. S.* Determination of arsenic diffusion coefficient under reduced pressure..... 63

**Social sciences**

- Kurmanov N., Rakhimbekova A., Baktymbet A., Makhatova A.* Development of innovative activity in small and medium enterprises in Kazakhstan..... 70  
*Kolbayev M.K., Nyurlikhina G.B., Tyurabayev G.K.* Venture financing of small innovative entrepreneurship..... 80

\* \* \*

**Astrophysics**

- Shukirgaliyev B.T., Panamarev T.P., Naurzbaeva A.Zh., Kalambay M.T., Berczik P.P., Just A., Spurzem R., Makukov M.A., Vilkoviskij E.Y., Omarov Ch.T.* Effect of gas accretion disc profile on orbital parameters of the accreted stars..... 87  
*Zhantayev Zh.Sh., Kuratov K.S., Seytimbetov A.M., Mailybayev A.T., Alimgazinova N.Sh., Manapbayeva A.B., Kuratova A.K., Itleuov N.T.* Two-matrix photometer control system..... 96

**Physics**

- Burtebayev N., Kerimkulov Zh.K., Mukhamejanov Y.S., Alimov D.K., Demyanova A.S., Danilov A.N.* Study of scattering of alpha particles from  $^{11}\text{B}$  nuclei at 50 and 65 mev.....102  
*Boos E.G., Temiraliyev T., Izbasarov M., Samoilov V.V., Fedosimova A.I.* Analysis of events structure in antiproton-Proton annihilation reaction and reaction of proton and antiproton recharging at 22.4 GeV/c..... 108  
*Betekbayev A.A., Kalygulov D.A., Skakov D.M., Mukashev B.N.* Photovoltaic conversion of solar energy: state and perspectives of KAZPV project..... 113

**Technical sciences**

- Bakranova D.I., Kukushkin S.A., Beisembetov I.K., Osipov A.V., Nussupov K.Kh., Beisenkhanov N.B., Kenzhaliev B.K., Mit' K.A.* The structure of SiC epitaxial films, synthesized by substitution of atoms.....118  
*Mussabekov N.R., Ibraev A.K., Adilbekov M.J.* On the issues of development the hybrid control system by technological process on the example of the control heat exchange processes.....125  
*Dairabay D. D., Golubev V.G., Balabekov O.S., Brener A.M.* Peculiarities of formation of the cluster dispersions at a high concentration of nuclides..... 132  
*Genbach A.A., Jamankulova N.O.* Study of heat and mass transfer in capillary-porous cooling systems of a new class of energy thermal installations.....139  
*Mashekov S.A., Absadykov B.N., Alimkulov M.M.* Case history of tracks in CIS countries and their application in developing interstate standard ..... 146  
*Teltayev B.B., Aitbayev K.A., Ablaliev S.A.* Impact of underground collector on stress strain behaviour of pavement structure..... 162  
*Bahtaev Sh.A., Bochkareva G.V., Musapirova G.D., Avhadieva F.R.* Method for determining the radius of curvature of the discharge electrodes surface.....173

**Mechanics**

- Dzholdasbekov S.W., Ibraev S.M., Sakenova A.M., Imanbaeva N.S., Nurmaganbetova A.T.* Design of hoisting bar mechanism with *Apm winmachine* computer system..... 180

**Chemistry**

- Fazylov S.D., Zhivotova T.S., Nurkenov O.A., Abdykalykov M.A., Satpaeva Zh.B., Mukashev A.B., Zhakupova A.N., Muldakhmetov M.Z.* Development of optimal parameters for production of fuel briquettes on the basis of the coal screening leftovers and coal slurries.....186  
*Malyshev V.P., Zubrina Y.S., Makasheva A.M.* Interconnection of heat and mechanical energy in the destruction of materials ..... 193

|   |     |
|---|-----|
| <i>Aidarova S., Tleuova A., Issayeva A., Sharipova A., Grigoriev D., Miller R.</i> Application of the pickering emulsion for encapsulation of hydrophobic agents.....               | 200 |
| <i>Mamyrbekova A., Bayeshov A.B., Mamyrbekova A.</i> Electrochemical behaviour of sulphur in various environments at polarization by non-stationary currents.....                   | 209 |
| <i>Konurbaev A.E., Baeshov A.B.</i> Electrochemical method for producing of zinc sulphide by using sulfur- graphite composite electrode.....  | 214 |
| <i>Baeshov A.B., Konurbaev A.E., Adaybekova A.A., Baeshova A.K.</i> Joint restoration of zinc and sulfite ions on glass graphite electrodes.....                                    | 222 |
| <b>Earth Sciences</b>   |     |
| <i>Bitimbayev M.Z., Morozov Y.P., Khamidullin I.H.</i> Study of gold accumulation regularities in closed grinding cycles....  | 231 |
| <i>Nitsenko A. V., Trebukhov S. A., Kasymzhanova A. K., Shendyapin A. S.</i> Determination of arsenic diffusion coefficient under reduced pressure.....                             | 245 |
| <i>Metaksa G.P., Buktukov N.S.</i> Yellowstone volcano. Scientific myths and reality.....   | 252 |
| <b>Medicine</b>   |     |
| <i>Rakhimov K.D., Adekenov S.M.</i> Pharmacological effect of new natural drugs in combination with cytostatics on the growth of drug-resistant metastases.....                     | 257 |
| <i>Rakhimov K.D.</i> The induction of drug resistance metastasis of transplantable tumors in preclinical conditions.....  | 262 |
| <b>Agricultural sciences</b>  |     |
| <i>Aubakirov Kh.A., Baimukhanov D.A., Rachmanov S.S.</i> Peculiarities of color types dispersion in population of horses bred at the farm «Bapysh-Seisenbay» IN Zhambyl region..... | 268 |
| <i>Asembaeva E.K., Seydakhmetova Z.Zh., Velyamov T.M., Lesova Zh.T., Nurmuhambetova D.E.</i> Functional foods. Fermented dairy products from camel milk.....                        | 275 |
| <b>Social Sciences</b>  |     |
| <i>Pylycphuk Ya.V.</i> Fall of Mogolistan and Uighur states in XVII-XVIII centuries.....  | 285 |
| <i>Esenbekova A.B.</i> To the problems of the sustainable development of the economy and its dependence on global climate change.....   | 302 |
| <i>Zhakupov B.</i> Analysis of trends exhibition activities abroad.....   | 309 |
| <i>Nassimov M.O.</i> Political management: concept, structure and main types.....   | 316 |
| <i>Panzabekov A.Zh., Tyurabayev G.K.</i> Stimulation of labor in the real sector of the economy: principles and approaches..  | 324 |
| <i>Seitakhmetova N.L., Zhandossova Sh.M., Smagulov K.E.</i> Political aspect of problem of religious extremism  |     |
| <i>Seitakhmetova N.L., Zhandossova Sh.M., Smagulov K.E.</i> Political aspect of problem of religious extremism.....   | 332 |

---

---

**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, Т.А. Апендиев*  
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 10.10.2016.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
п.л. Тираж 2000. Заказ 5.

---

---

*Национальная академия наук РК*  
*050010, Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-18, 272-13-19*