

ISSN 2616-6771

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

BULLETIN

of the L.N. Gumilyov Eurasian
National University

ХИМИЯ. ГЕОГРАФИЯ. ЭКОЛОГИЯ сериясы

Серия **ХИМИЯ. ГЕОГРАФИЯ. ЭКОЛОГИЯ**

CHEMISTRY. GEOGRAPHY. ECOLOGY Series

№1(122)/2018

1995 жылдан бастап шығады

Издается с 1995 года

Founded in 1995

Жылына 4 рет шығады

Выходит 4 раза в год

Published 4 times a year

Астана, 2018

Astana, 2018

Бас редакторы
г.ғ.д., проф.
Джаналеева К.М. (Қазақстан)

Бас редактордың орынбасары
Бас редактордың орынбасары
Бас редактордың орынбасары

Ташенов А.К., х.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Сапаров Қ.Т., г.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Бейсенова Р.Р., б.ғ.д проф. (Қазақстан)

Редакция алқасы

Айдарханова Г.С.	б.ғ.д., доцент (Қазақстан)
Байсалова Г.Ж.	PhD, доцент (Қазақстан)
Бакибаев А.А.	х.ғ.д., проф. (Ресей)
Барышников Г.Я.	г.ғ.д., проф. (Ресей)
Берденов Ж.Г.	PhD (Қазақстан)
Джакупова Ж.Е.	х.ғ.к., доцент (Қазақстан)
Досмагамбетова С.С.	х.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Еркасов Р.Ш.	х.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Жамангара А.К.	б.ғ.к., доцент (Қазақстан)
Инкарова Ж.И.	б.ғ.к., доцент (Қазақстан)
Ирғибаева И.С.	х.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Копишев Э.	х.ғ.к., доцент м.а. (Қазақстан)
Масенов Қ.Б.	т.ғ.к., доцент (Қазақстан)
Озгелдинова Ж.	PhD (Қазақстан)
Рахмадиева С.Б.	х.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Саипов А.А.	п.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Саспугаева Г.Е.	PhD (Қазақстан)
Сүлеймен Е.М.	PhD (Қазақстан)
Шапекова Н.Л.	м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Шатрук М.	PhD, проф. (АҚШ)

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Астана қ., Сатпаев к-сі, 2, 408 б.
Тел.: (7172) 709-500 (ішкі 31-428)
E-mail: vest_chem@enu.kz

Жауапты хатшы, компьютерде беттеген
А. Нұрболат

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы. Химия. География. Экология сериясы

Меншіктенуші: ҚР БҒМ "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті" ШЖҚ РМК
Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігімен тіркелген.
27.03.2018ж. №16997-ж тіркеу куәлігі. Тиражы: 25 дана

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Астана қ., Қажымұқан к-сі, 12/1,
тел.: (7172)709-500 (ішкі 31-428)

Главный редактор
д.г.н., проф.
Джаналеева К.М. (Казахстан)

Зам. главного редактора
Зам. главного редактора
Зам. главного редактора

Ташенов А.К., д.х.н, проф.(Казахстан)
Сапаров Қ.Т., д.г.н., проф. (Казахстан)
Бейсенова Р.Р., д.б.н.,проф. (Казахстан)

Редакционная коллегия

Айдарханова Г.С.	д.б.н., доцент (Казахстан)
Байсалова Г.Ж.	PhD, доцент (Казахстан)
Бакибаев А.А.	д.х.н., проф. (Россия)
Барышников Г.Я.	д.г.н., проф. (Россия)
Берденов Ж.Г.	PhD (Казахстан)
Джакупова Ж.Е.	к.х.н., доцент (Казахстан)
Досмагамбетова С.С.	д.х.н., проф. (Казахстан)
Еркасов Р.Ш.	д.х.н., проф. (Казахстан)
Жамангара А.К.	к.б.н., доцент (Казахстан)
Инкарова Ж.И.	к.б.н., доцент (Казахстан)
Иргибаева И.С.	д.х.н., проф., доцент (Казахстан)
Копишев Э.	к.х.н., и.о. доцент (Казахстан)
Масенов К.Б.	к.т.н., доцент (Казахстан)
Озгелдинова Ж.	PhD (Казахстан)
Рахмадиева С.Б.	д.х.н., проф. (Казахстан)
Саипов А.А.	д.п.н., проф. (Казахстан)
Саспугаева Г.Е.	PhD, доцент (Казахстан)
Сулеймен Е.М.	PhD,(Казахстан)
Шапекова Н.Л.	д.м.н., проф. (Казахстан)
Шатрук М.	PhD, проф. (США)

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Сәтпаева, 2, каб. 408
Тел.: (7172) 709-500 (вн. 31-428)
E-mail: vest_chem@enu.kz

Ответственный секретарь, компьютерная верстка
А. Нурболат

Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева. Серия:
Химия. География. Экология.

Собственник: РГП на ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева" МОН РК

Периодичность: 4 раза в год

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан.

Регистрационное свидетельство №16997-ж от 27.03.2018г.

Тираж: 25 экземпляров

Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Кажимукана, 12/1,

тел.: (7172)709-500 (вн.31-428)

Editor-in-Chief

Doctor of Geographic Sciences, prof.
Dzhanaleyeva K.M. (Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief

Tashenov A.K., Doctor of Chemical Sciences,
prof. (Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief

Saparov K.T., Doctor of Geographic Sciences, hrof.
(Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief

Beysenova R.R., Doctor of Biological Sciences,
prof. (Kazakhstan)

Editorial board

Aydarkhanova G.S.	Doctor of Biological Sciences, ass.prof. (Kazakhstan)
Baysalova G.Zh.	PHD, ass.prof. (Kazakhstan)
Bakibayev A.A.	Doctor. of Chemical Sciences, prof. (Russia)
Baryshnikov G.Ya.	Doctor of Geographic Sciences, prof. (Russia)
Berdenov Zh.G.	PhD (Kazakhstan)
Dzhakupova Zh.E.	Can. of Chemical Sciences, ass.prof. (Kazakhstan)
Dosmagambetova S.S.	Doctor of Chemical Sciences, prof. (Kazakhstan)
Erkassov R.Sh.	Doctor. of Chemical Sciences, prof. (Kazakhstan)
Zhamangara A.K.	Can. of Biological Sciences, ass.prof. (Kazakhstan)
Inkarova Zh.I.	Can. of Biological Sciences, ass.prof. (Kazakhstan)
Irgibayeva I.S.	Doctor Chemical Sciences, prof.(Kazakhstan)
Kopishev E.	Can. of Chemical Sciences, acting ass.prof.(Kazakhstan)
Massenov K.B.	Can. of Technical Sciences, ass.prof. (Kazakhstan)
Ozgeldinova Zh.	PhD (Kazakhstan)
Rakhmadiyeva S.B.	Doctor. of Chemical Sciences, prof. (Kazakhstan)
Saipov A.A.	Doctor of Pedagogical Sciences., prof.(Kazakhstan)
Saspugayeva G. E.	PhD, ass.prof. (Kazakhstan)
Shapekova N.L.	Doctor of Medical Sciences., prof. (Kazakhstan)
Shatruk M.	PhD, prof. (USA)
Suleymen E.M.	PhD (Kazakhstan)

Editorial address: 2, Satpayev str., of.408, Astana, Kazakhstan, 010008

Tel.: (7172) 709-500 (ext. 31-428)

E-mail: vest_chem@enu.kz

Responsible secretary, computer layout:

A. Nurbolat

**Bulletin of the L.N. Gumilyov Eurasian National University. Chemistry. Geography.
Ecology Series**

Owner: Republican State Enterprise in the capacity of economic conduct "L.N. Gumilyov
Eurasian

National University" Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan

Periodicity: 4 times a year

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan. Registration
certificate №16997-ж from 27.03.2018. Circulation: 25 copies

Address of printing house: 12/1 Kazhimukan str., Astana, Kazakhstan 010008;

tel.: (7172) 709-500 (ext.31-428)

ХИМИЯ

<i>Айболова Г.К., Төлешова Э.Ж.</i> Азот(II) оксиді газын залалсыздандырудың электрохимиялық тәсілдері	8
<i>Амерханова Ш.К., Шляпов Р.М., Уали А.С., Татибаева М.С.</i> Металл иондарының флотореагенттермен комплекстерінің реакциялық қабілеттілігінің термодинамикалық анализі	13
<i>Баешов А.Б., Тулешова Э.Ж., Айболова Г.К.</i> Натрий нитраты ерітіндісіндегі күмістің айнымалы токпен поляризациялау кезіндегі электрохимиялық қасиеті	21
<i>Байгазиева А.Т., Рахмадиева С.Б</i> <i>Chaetenerion latifolium (L.) Th. Fr. et Lange.</i> амин және май қышқылдарының құрамы	27
<i>Куцербоева В.Р., Жаксыбаева А.Г., Бакибаев А.А., Котельников А.Д., Ташенов А.К.</i> N, N'-диметилгликолурилның кеңістіктік изомерін бөлу және сәйкестендіру әдістерін әзірлеу .	33
<i>Жаксыбаева А.Г., Бакибаев А.А., Куцербоева В.Р., Ташенов А.К.</i> Бутандионның мочевиінамен және метилмочевиіналармен циклизация реакциялары	38
<i>Сарсенбекова А.Ж., Фигуринене И.В., Халитова А.И., Өкетқызы М.Л.</i> Полипропиленгликольмен тігілген полиметилвенилэфирмалеин қышқылы негізіндегі гидрогельдің термиялық деструкциясының салыстырмалы кинетикалық анализі.....	43

ГЕОГРАФИЯ

<i>Барышников Г.Я., Барышникова О.Н., Джаналеева К.М., Воронкова О.Ю.</i> Алтай мен Қазақстанда органикалық өнімдер өндіру үшін антропогендік қауіп факторлары	53
--	----

ХИМИЯ

<i>Айболова Г.К., Төлешова Э.Ж.</i> Электрохимические методы обеззараживания газа оксида азота(II)	8
<i>Амерханова Ш.К., Шлятов Р.М., Уали А.С., Татибаева М.С.</i> Термодинамический анализ реакционной способности комплексов ионов металлов с флотореагентами	13
<i>Баешов А.Б., Тулешова Э.Ж., Айболова Г.К.</i> Электрохимическое поведение серебра при поляризации промышленным переменным током в растворе нитрата натрия	21
<i>Байгазиева А.Т., Рахмадиева С.Б.</i> <i>Chamaenerion latifolium</i> (L.) Th. Fr. et Lange	27
<i>Куцербаетова В.Р., Жаксыбаева А.Г., Бакибаев А.А., Котельников А.Д., Ташенов А.К.</i> Разработка методов разделения и идентификации пространственных изомеров N,N'-диметилгликолурила	33
<i>Жаксыбаева А.Г., Бакибаев А.А., Куцербаетова В.Р., Ташенов А.К.</i> Реакция циклизации бутандиона с мочевиной и метилмочевинами	38
<i>Сарсенбекова А.Ж., Фигуринене И.В., Халитова А.И., Лөкетқызы М.Л</i> Сравнительный кинетический анализ термической деструкции гидрогеля на основе полиметилвинилового эфира малеиновой кислоты сшитого полипропиленгликолем	43

ГЕОГРАФИЯ

<i>Барышников Г.Я., Барышникова О.Н., Джаналеева К.М., Воронкова О.Ю.</i> Антропогенные факторы риска для производства органической продукции на Алтае и в Казахстане	53
---	----

CHEMISTRY

<i>Aibolova G.K., Tuleshova E.Zh.</i> Electrochemical methods of disinfection of gas of oxide of nitrogen (II)	8
<i>Amerkhanova Sh.K., Shlyapov R.M., Uali A.S., Tatibayeva M.S.</i> The thermodynamic analysis of the reactivity of metal ions' complexes with flotation reagents	13
<i>Baeshov A.B., Tuleshova E.Zh., Aibolova G.K.</i> Electrochemical behavior of silver in the nitrate of sodium solution at polarization by an industrial alternating current	21
<i>Baigaziyeva A.T., Rakhmadiyeva S.B.</i> Amino and fatty acid composition <i>Chamaenerion latifolium</i> Th. Fr. et Lange.	27
<i>Kusherbaeva V.R., Zhaxybaeva A.G., Bakibayev A.A., Kotelnikov A.D., Tashenov A.K.</i> Development of methods for separation and identification of the spatial isomers of N, N'-dimethylglycoluril	33
<i>Zhaxybaeva A.G., Bakibayev A.A., Kusherbaeva V.R., Tashenov A.K.</i> Reaction of butanedione cyclization with urea and methylureas'	38
<i>Sarsenbekova A.Zh., Figurinene I.V., Khalitova A.I., Loketkyzy M.</i> Comparative kinetic analysis of thermal destruction of hydrogel on the base of polymethylvinyl maleic acid ester linked with polypropylene glycol	43

GEOGRAPHY

<i>Baryshnikov G.Ya., Baryshnikova O.N., Dzhanaileyeva K.M., Voronkova O.Yu.</i> Anthropogenic risk factors for the organic production in Altai and Kazakhstan	54
--	----

Sh.K. Amerkhanova¹, R.M. Shlyapov², A.S. Uali³, M.S. Tatibayeva⁴

^{1 2 3} L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

⁴ National Center of Science and Technology Evaluation, Almaty, Kazakhstan

(E-mail: ¹ amerkhanova_sh@mail.ru, ² rslhjap-22@mail.ru, ³ ualiev.84@mail.ru,

⁴ v asli6689@mail.ru)

The thermodynamic analysis of the reactivity of metal ions' complexes with flotation reagents

Abstract: The interrelation between the kinetic and thermodynamic characteristics of metal ions' complexes with potassium butylxanthate and sodium dibutyldithiophosphate, and physical-chemical parameters of minerals were considered. The correlation dependences for the activation energy of the decomposition of dibutyldithiophosphate complexes of metals and an average atomic Gibbs energy of formation of sulfide minerals were determined. The Evans-Polanyi-Semenov principle for complexes of metal ions with S- and P-containing ligands was confirmed. The X-ray results analysis showed that the concentrate contained chalcopyrite, pyrite, chalcocite and galena minerals. Further the thermodynamic and kinetic parameters of formation of complexes on the sulfide minerals' surface were calculated according to the proposed dependencies using the averaged atomic Gibbs energy. The interaction process of sodium dibutyldithiophosphate with sulfide minerals of Py-Cu-Zn ore was described as diffusional interaction observed for the majority of minerals, and the kinetic interaction observed only for chalcocite, which corresponds to the formation of durable surface compounds. It was established that heat of complex formation processes correlates with the energy density of minerals in particular. In this regard, both kinetic and thermodynamic components of solution and solid substance (mineral) should be taken into account to develop flotation reagent regime for polymetallic ores.

Keywords: average atomic Gibbs energy of formation, sodium dibutyldithiophosphate, complexes, enthalpy, energy of activation, minerals, flotation reagents

Introduction. The crucial issue in the enrichment of polymetallic ores is to establish the relationship between the structure of organic compounds and their properties, for example, between the electronic structure and the sorption to minerals, structure of metal complexes and flotation ability. The solution to this problem is a key to the creation of a new thermodynamic approach in the development of enrichment reagent modes of polymetallic ores.

As it has been shown in [1-2], the effectiveness of the influence of S-containing organic compounds to their flotation ability depends on the nature of the active groups.

High flotation ability of sulfur-containing organic ligands into the pulp of polymetallic ores can be achieved by combination of following factors:

- presence of large hydrocarbon radical and functional groups (collecting agent), capable of reacting with sulfide minerals of polymetallic ores or sulfidation products;
- high concentration of oxygen to oxidate the mineral surfaces;
- pH in the range of 8-10 providing the stability of collecting agents.

Nowadays there are six main energy approaches based on the following concepts used to explain the properties of minerals and inorganic crystals:

1. The energy of crystal ion lattice (decomposition energy of the crystal to free ions);
2. The atomization energy (decomposition energy of the crystal to free neutral atoms);
3. The adhesion energy of atomic cores and coupling electrons of a crystal;
4. Electronegativity of atoms;
5. Structural friability parameters of compounds;
6. The average atomic Gibbs energy of minerals.

In this paper, the interpretation of data is based on a comparison of approaches 1-2 and 6. The first approach was developed in the first half of the XXth century, and it is based on works of the following authors: Goldschmidt [3], Madelung [4], Pauling [5], Zahariasen, Wasastyrna [6], Born and Lande [7-8], Haber [9]. However, this approach failed to provide the detailed explanation and

prediction of crystals' properties [10-11]. Apparently, this lead to emergence of a second-energy approach formed in the second half of the XXth century described in the scientific papers [12-14]. The sixth approach was formulated by professor Kh.K. Ospanov [15-18].

Purpose of research is to evaluate the relationship between the physical-chemical parameters of the complex formation of non-ferrous metals' ions and the thermodynamic parameters of the formation of minerals.

Experimental part. The copper sulphide ore (Deposit from Central Kazakhstan) has been used as an initial ore.

Initial solutions of metal salts CuSO_4 , FeSO_4 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ and potassium butylxanthate, sodium dibutyldithiophosphate (10^{-3} mole•L⁻¹) have been prepared by dissolving an accurately weighed quantity of the sample in bidistilled water; working solutions have been diluted to concentrations 10^{-4} mole•L⁻¹.

Initial solution of hydrochloric acid (0.1 M) was prepared from fixonal by dilution in 1 L of bidistilled water. Working solution of hydrochloric acid was prepared by dilution of initial solution to concentration 10^{-3} mole•L⁻¹.

The pH-metric measurements have been performed using a 410 pH-meter by procedure [19].

The potentiometric investigations of the metal complexes decomposition in acidic medium (0.001M HCl) have been performed using an I-500 ionomer with ion-selective electrodes from chalcosite (Cu_2S), pyrite (FeS_2) [19].

X-ray diffraction analysis of the investigated mineral samples was carried out on DRON-3M [20].

The common constants of the complex formation were determined according to procedure [21].

The thermodynamic and kinetic parameters of complex formation processes have been calculated by equations from [22-23]. The Arrhenius equation has been used to calculate the kinetic parameters. Activation energy of the decomposition of metal-dibutyldithiophosphate complexes has been calculated graphically according to the equation (1):

$$\lg k = \lg A_0 - \frac{E_a}{2.303RT} \quad (1)$$

Results and discussion. The thermodynamic and kinetic parameters of complexation processes between metal ions of ores and S- and P-containing reagents were calculated. Fe-containing minerals in the sulphide ores are mainly represented by pyrite and chalcopyrite, Cu-containing minerals - by covellite, chalcocite and chalcopyrite, Pb-containing minerals - by galena, Zn-containing minerals - by sphalerite [24-26].

The interaction of flotation reagent with the surface of minerals occurs in several stages: the interaction of mineral with medium regulated ions in the presence of a solvent and dissolved oxygen; the diffusion of reagent to the mineral's surface; the replacement of surface compounds by flotation reagent; the fixing of reagent on the surface (formation of surface complexes) [27].

The interaction between a flotation reagent and mineral surface not only depends on the bonding atom, but also depends on the adjacent atom of mineral surface, a flotation reagent and the medium in the system of flotation. Energy equation of a reagent interacting with mineral surface has been deduced from this model. Research results indicate that the interaction energy between mineral surface and a reagent is about several dozen kJ•mole⁻¹, and the relationship between adsorbing concentration of xanthate on mineral surface and energy of interaction is the exponent form.

Generally, from the thermodynamic viewpoint it is described by equation (2) [28]:

$$\Delta G = \Delta_r G_{(Comp)}^0 - \left(\Delta_f G_{Li}^0 + \Delta_f \hat{G}_{T(Min)}^0 \right) \quad (2)$$

where $\Delta_r G_{(Comp)}^0$ is free Gibbs energy of formation of the flotation reagent' (ligand) complex on the surface; $\Delta_f G_{Li}^0$ is free Gibbs energy of formation of the ligand; $\Delta_f \hat{G}_{T(Min)}^0$ is average atomic Gibbs energy of formation of mineral.

Considering that, the fixation of collector reagent on the surface of mineral occurs predominantly in alkaline medium, and the fact that the primary reagent is the medium regulator (lime), and predominant ion is hydroxide one. Then, products of oxidation of sulfides mostly thiosulfates or sulfates of same metals are formed on the surface of the mineral [29].

Therefore the flotation reagent reacts with a metal salt on the mineral surface and forms a complex. Further, values of the rate constants of decomposition of these complexes were calculated using method of comparative calculation. It makes possible accurately calculate the activation energy for complexes of Pb(II) ions with potassium butylxanthate and sodium dibutyldithiophosphate (Table 1).

TABLE 1 – The analysis of thermodynamic and kinetic parameters of formation of complexes which correlates with the average atomic Gibbs energy

Mineral	Thermodynamic parameters		Kinetic parameters		
	a) minerals	b) complexes of 1:2			
	$-\Delta_r G_T^0,$ $kJ \cdot mole^{-1} \cdot g - atom^{-1}$	$-\Delta_r H_T^0, kJ$ $mole^{-1}$	lgk		$E, kJ \cdot mole^{-1}$
			298 K	318 K	
C ₄ H ₉ OCS ₂ K					
Cu ₂ S*	28.70	34.05	7.88	8.48	53.67
FeS ₂	54.70	47.20	-6.32	-1.55	439.53
PbS	60.72	-276.84	-9.61	-3.87	520.59
(C ₄ H ₉ O) ₂ PS ₂ Na					
Cu ₂ S	28.70	26.30	-2.92	-1.65	115.26
FeS ₂	54.70	-47.95	-4.74	-1.91	257.00
PbS	60.72	-57.12	-5.16	-1.97	289.86

Table1 presents that the rate constants decreases with increase of average atomic Gibbs energy, in particular the flotation agent reacts with mineral surface at less rate. The data of table 1 shows that the complexing ability of sodium dibutyldithiophosphate correlates with the change in average atomic Gibbs energy. Therefore, a similar correlation should be observed for kinetic characteristics as well, namely for the activation energy

$$E = 5.46 \cdot \Delta_r G_T^0 - 41.44, R = 0.99.$$

So the correlation between the thermodynamic and kinetic characteristics is described by

$$E = -2.02 \cdot \Delta_r H_T^0 + 167.61, R = 0.99$$

for sodium dibutyldithiophosphate and

$$\Delta_r H_T^0 = -136.30 \cdot \ln E + 570.44, R = 0.99$$

for potassium butyl xanthate, which can be the Evans-Polanyi-Semenov's principle was observed [29].

However, the relationship between activation energy and heat of sodium dibutyldithiophosphate complex formation is more complicated. For that reason, the correlation between the heats of formation and data of the energy density of minerals has been established:

$$\Delta_r H_T^0 = -0.42 \cdot E_\nu^2 + 38.35 \cdot E_\nu - 825.19.$$

The minerals' oxidation in an aqueous solution can possibly explain the way pyrite reacts. In presence of oxygen some compounds that have a high energy density such as goethite or hematite containing oxygen atoms can be formed on the surface [30]. Therefore, in order to cause an interaction between potassium butyl xanthate and highlighted compounds the reasonably high energy consumptions are required. The resulting compounds are not stable enough to form a durable hydrophobic layer [31].

It was shown that the collector fixation process on the mineral surface occurs according to the laws of the first order. Moreover, the data of complex formation are included into the sorption equations [32-35]. Therefore, it is important to rely on the results of X-ray diffraction analysis of concentrates obtained during ore dressing by froth flotation using sodium dibutyldithiophosphate as a flotation agent.

The formation of surface compounds during the interaction of complex agents with sulfide minerals occurs by the same mechanism, and can be characterized by thermodynamic and kinetic sorption parameters for surface-exchange reactions. Subsequently, a qualitative X-ray diffraction analysis of samples of Cu-containing ores was carried out. The results are shown in Table 2.

TABLE 2 – The results of X-ray diffraction analysis of the concentrate samples

1, h, mm	d, Å	I/I ₀	Mineral
3.44	8	5.59	PbS
3.13	70	48.95	FeS ₂
			ZnS
3.03	143	100.00	CuFeS ₂
2.96	31	21.68	Cu ₂ S
2.42	18	12.59	FeS ₂
			ZnS
2.20	13	9.09	FeS ₂
			ZnS
1.91	46	32.17	FeS ₂
			ZnS
1.81	13	9.09	PbS
1.63	33	23.08	FeS ₂
			ZnS
1.59	37	25.87	CuFeS ₂
1.57	21	14.69	CuFeS ₂
1.54	7	4.89	FeS ₂
			ZnS

The X-ray analysis results show that the concentrate consists of chalcopyrite, pyrite, chalcocite and galena minerals. Further the thermodynamic and kinetic parameters of complexes formation on the surface of sulfide minerals were calculated from proposed correlations with the average atomic Gibbs energy (Table 3).

TABLE 3 – Calculations of physical and chemical characteristics of complex formation on the concentrate surface

Mineral	E [#] , kJ·mole ⁻¹	-Δ _r H _T ⁰ , kJ·mole ⁻¹
PbS	289.92	-60.48
FeS ₂	257.07	-44.24
ZnS	553.94	-191.00
CuFeS ₂	202.50	-17.25
Cu ₂ S	115.18	25.93

It was demonstrated that interaction process of sodium dibutyldithiophosphate with sulfide minerals of polymetallic ore could be described as diffusional for the majority of minerals, and as kinetic only for chalcocite. The kinetic interaction causes the formation of durable surface compounds.

Therefore, both kinetic and thermodynamic components of solution and solid substance (mineral) should be considered at the development of flotation reagent regime of polymetallic ores. It suggests that sodium dibutyldithiophosphate could be used as the primary flotation reagent during the enrichment of polymetallic ores in pure or mixed states.

Conclusion. A systematic analysis of the heats of complex formation, rates constants and activation energy for complexes of ions which are part of the basic minerals, shows that the activation energy is directly dependent on the average atomic Gibbs energy of minerals, and therefore also depends on the heat of formation of sodium dibutyldithiophosphate complexes.

Meanwhile, the potassium butylxanthate's interaction follows the Evans-Polanyi-Semenov's principle. Based on the above ratios the thermodynamic and kinetic parameters of formation of complexes

with minerals including to the Py-Cu-Zn ore by using sodium dibutyldithiophosphate as collecting agent were calculated. Consequently, the obtained relationships allow predicting the behavior of the complexes in solution during the flotation taking into account the mineralogical composition of ore.

References

- 1 Ryaboy V., Kretov V., Smirnova E. The usage of dialkyldithiophosphates in flotation of sulphide ores// Proceedings of XV Balkan mineral processing congress, Sozopol, Bulgaria, 2013. - Sozopol, 2013.- P. 419- 422.
- 2 Karimain A., Rezaei B., Masoumi A. The effect of mixed collectors in the rougher flotation of sungun copper// Life Science Journal – 2013. – Vol. 10. № 6s. – P. 268-272.
- 3 Goldschmidt V.M. Ueber Atomabstände in Metallen// Zeitschrift für Physikalische Chemie – 1928.- Vol. 133.- P. 397–419.
- 4 Madelung E. Das elektrische Feld in Systemen von regelmäÙig angeordneten Punktladungen// Physikalische Zeitschrift – 1918.- Vol. 19. № 1. – P. 524–533.
- 5 Pauling L. Nature of the Chemical Bond and the Structure of Molecules and Crystals: An Introduction to Modern Structural Chemistry.-New York: Cornell University Press, 1960. - 644 p.
- 6 Wasastjerna J.A. On the radii of ions// Acta Societatis Scientiarum Fennicae – 1923. – Vol. 1. № 38. P. 1–25.
- 7 Bugaenko L.T., Ryabykh S.M., Bugaenko A.L. A nearly complete system of average crystallographic ionic radii and its use for determining ionization potentials// Moscow University Chemistry Bulletin – 2008. - Vol. 6. № 63. - P. 303–317.
- 8 Lande A. Über die Größe der Atome// Zeitschrift für Physik - 1920. – Vol. 1. № 3. – P. 191–197.
- 9 Birkholz M.Z. Crystal-field induced dipoles in heteropolar crystals I: concept// Zeitschrift für Physik B -1995. – Vol. 96. - P. 325–332.
- 10 Mirsaidov U.M., Gafurov B.A., Mirsaidov I.U., Badalov A. Energy Change Regularities of Crystal Lattice of Lanthanide Borohydrides// Universal Journal of Chemistry – 2016. – Vol. 4. – P. 20–24.
- 11 Perdew J.P., Sun J., Garza A.J., Scuseria G.E. Intensive atomization energy: re-thinking a metric for electronic-structure- theory methods// Zeitschrift für Physikalische Chemie – 2016. – Vol. 144. – P. 1–6.
- 12 Hruby A., Shtourach L. Glass forming ability and the electrical properties of semiconducting As_xTe_{1-x} glasses// Czechoslovak Journal of Physics B – 1974. 24. № 10. – P. 1132–1138.
- 13 Kordis J., Gingerich K.A. Atomization energy and standard heat of formation of gaseous diatomic arsenic// Journal Of Chemical And Engineering Data – 1973. 18 № 2. P. 135–136.
- 14 Urusov V.S. Orbital electronegativity concept and its role in energetic crystal chemistry// Journal of Structural Chemistry – 1994. – Vol. 35.№1. – P. 101–114.
- 15 Ospanov Kh.K. A General principle of controlling the effect of galvanic action between sulphides under the conditions of a hydrochemical process.-London: Flint River, 2004.- 60 p.
- 16 Ospanov Kh.K. Average atomic Gibbs energy of formation of minerals and its perspective in different fields of science.-London: Flint River, 2004. - 64 p.
- 17 Ospanov Kh.K., Ospanov A.Kh. Physico-chemical bases for treatment of gold-containing raw materials by the method of wet chlorination.-London: Flint River, 2004.-133 p.
- 18 Ospanov Kh.K. Theory of controlling a physico-chemical process-taking place at the interface solid-liquid. - London: Flint River, 2004.-129 p.
- 19 Амерханова Ш. К. Халькогениды металлов в потенциометрии. Теория, методика, практика. - Караганда: Профобразование, 2002. - 124 с.
- 20 Tamans E. Darbs ar rentgendifraktometru DRON-3M, Daugavpils universitate dabaszinatnu un matematikas fakultate fizikas katedra. – Daugavpils: Latvija, 2003. - 17 p.
- 21 Бек М., Надьпал Р. Новейшие методы исследования комплексообразования в растворах. - М.: Мир, 1989. - 413 с.
- 22 Atabey H., Sari H. The effects of ionic strength and temperature on the dissociation constants of adefovir and cidofovir used as antiviral drug// Turkish Journal of Chemistry – 2014. – Vol. 38. - P. 806–814.
- 23 Reedijk J. Metal-Ligand Exchange Kinetics in Platinum and Ruthenium Complexes// Platinum Metals Review – 2008. – Vol. 52. № 1. - P. 2–11.
- 24 Amerkhanova Sh.K., Bekkulina F.Zh., Shlyapov R.M. Thermodynamic aspects of selection of the collectors in sulphidic ores flotation// Methods and Materials for Separation Processes: Separation Science-Theory and Practice. Kudowa-Zdroj, Polska, 2011. - Kudowa-Zdroj, 2011. - P. 131.
- 25 Amerkhanova Sh.K., Shlyapov R.M. Implementation of equilibrium flotation in solutions// The XIX International Conference on Chemical Thermodynamics in Russia, Lomonosow’s Moscow state academy of fine technology, Moscow, Russia, 2013. - Moscow, 2013. - P. 203.
- 26 Amerkhanova Sh.K., Uali A.S., Shlyapov R.M. Thermodynamic Aspects of the Selection of Sulfur Containing Collectors during Flotation of Sulfide Ores// Russian Journal of Non Ferrous Metals – 2014. – Vol. 55№ 3. – P. 219–224.
- 27 Chen J., Feng Q., Lu Y., Chen J. Study on interaction energy between flotation reagent and mineral surface// Journal of Central South University of Technology – 1998. – Vol. 5. № 2. – P. 108–112.

- 28 Оспанов Х. К. Термодинамика и кинетика гетерогенных (неравновесных) химических процессов. - Алматы: Комплекс, 2006. - 328 с.
- 29 Ospanov Kh.K. Physical and chemical foundations for selective dissolution of minerals. -London: Flint River, 2004. - 175 p.
- 30 Chernyshova I.V. An in situ FTIR study of galena and pyrite oxidation in aqueous solution// Journal of Electro-analytical Chemistry – 2003. – Vol. 558. – P. 83–98.
- 31 Lowson R.T. Aqueous oxidation of pyrite by molecular oxygen// Chemical Reviews – 1982. – Vol.82. – P. 461–497.
- 32 Naeem A., Ali H., Mustafa S., Qamar S. Kinetics of Xanthate Sorption by Copper Sulphide (CuS)// Journal Of The Chemical Society Of Pakistan - 2008. – Vol.30.№ 4. – P. 517–520.
- 33 Wang M., Zhang Q., Hao W., Sun Zh. Surface stoichiometry of zinc sulfide and its effect on the adsorption behaviors of xanthate// Chemistry Central Journal - 2011. – Vol.5. – P. 73–82.
- 34 Zohir N., Mustapha B., Abd Elbaki D. Synthesis and Structural Characterization of Xanthate (KEX) in Sight of Their Utilization in the Processes of Sulphides Flotation// Journal of Minerals & Materials Characterization & Engineering – 2009. – Vol. 8.№ 6. – P. 469–477.
- 35 Zhang T., Qin W., Yang C., Huang Sh. Floc flotation of marmatite fines in aqueous suspensions induced by butyl xanthate and ammonium dibutyl dithiophosphate// Transactions of Nonferrous Metals Society of China – 2014. – Vol. 24 №5. – P. 1578–1586.

Ш.К. Амерханова¹, Р.М. Шляпов¹, А. С. Уали¹, М.С. Татибаева²

¹ Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

² «Ұлттық мемлекеттік ғылыми-техникалық сараптама орталығы» АҚ, Алматы, Қазақстан

Металл иондарының флотореагенттермен комплекстерінің реакциялық қабілеттілігінің термодинамикалық анализі

Аннотация: Металл иондарының калийдің бутилксантагенатымен және натрийдің дибутилдитиофосфатымен комплекстерінің кинетикалық және термодинамикалық сипаттамаларының минералдардың физика-химиялық параметрлерімен өзара байланысы қарастырылды. Металдардың дибутилдитиофосфатты комплекстерінің ыдырауының белсендену энергиясы мен сульфидті минералдардың түзілуінің орташа атомдық Гиббс энергиясы арасындағы корреляциялық тәуелділіктер анықталды. Металл иондарының күкірт- және фосфор-құрамды лигандтармен комплекстері үшін Эванс-Поляни-Семенов принципі дәлелденді. Рентген анализ нәтижелері концентраттың құрамына халькопирит, пирит, халькоцит, галенді минералдар кіретінін көрсетті. Әрі қарай орташа атомдық Гиббс энергиясы үшін ұсынылған тәуелділіктерге сәйкес сульфидті минералдардың бетінде комплекстер түзілуінің термодинамикалық және кинетикалық параметрлері есептелді. Натрий дибутилдитиофосфатының колчеданды-мыс-мырышты кеннің сульфидті минералдарымен әрекеттесу процесі минералдардың көп бөлігі үшін диффузиялық, ал халькоцит үшін кинетикалық режимде берік беттік қосылыстардың түзілуімен жүретінін көрсетті. Комплекстердің түзілу жылуды үлкен дәрежеде минералдардың энерготығыздықтарымен корреляциялайтыны орнатылды. Осыған орай, полиметалды кендердің реагенттермен байытылуының флотациялық режимін құруда ерітінді мен қатты заттың (минералдың) кинетикалық және термодинамикалық компоненттерін ескеру қажет.

Түйін сөздер: түзілудің орташа атомдық Гиббс энергиясы, натрийдің дибутилдитиофосфаты, комплекстер, энтальпия, белсендену энергия, минералдар, флотореагенттер.

Ш.К. Амерханова¹, Р.М. Шляпов¹, А. С. Уали¹, М.С. Татибаева²

¹ Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

² АО «Национальный центр государственной научно-технической экспертизы», Алматы, Казахстан

Термодинамический анализ реакционной способности комплексов ионов металлов с флотореагентами

Аннотация: Рассмотрена взаимосвязь кинетических и термодинамических характеристик комплексов ионов металлов с бутиловым ксантогенатом калия и дибутилдитиофосфатом натрия с физико-химическими параметрами минералов. Определены корреляционные зависимости для энергии активации распада дибутилдитиофосфатных комплексов металлов и средней атомной энергией Гиббса образования сульфидных минералов. Подтвержден принцип Эванса-Поляни-Семенова для комплексов ионов металлов с серу- и фосфор-содержащими лигандами. Результаты рентгеновского анализа показывают, что концентрат представлен халькопиритом, пиритом, халькоцитом, галеновыми минералами. Далее были рассчитаны термодинамические и кинетические параметры образования комплексов на поверхности сульфидных минералов согласно предложенным зависимостям для средней атомной энергии Гиббса. Показано, что процесс взаимодействия дибутилдитиофосфата натрия с сульфидными минералами колчеданно-медно-цинковой руды может быть описан как диффузионный для большинства минералов и как кинетический только для халькоцита, который протекает с образованием прочных поверхностных соединений. Установлено, что теплота образования комплексов коррелирует с энергоплотностью минералов в большей степени. В связи с этим при разработке флотационного режима реагентов полиметаллических руд следует учитывать как кинетические, так и термодинамические компоненты раствора и твердого вещества (минерала).

Ключевые слова: средняя атомная энергия Гиббса образования, дибутилдитиофосфат натрия, комплексы, энтальпия, энергия активации, минералы, флотореагенты.

References

- 1 Ryabov V., Kretov V., Smirnova E. The usage of dialkyldithiophosphates in flotation of sulphide ores. Proceedings of XV Balkan mineral processing congress. Sozopol, 2013, pp. 419- 422.

- 2 Karimain A., Rezaei B., Masoumi A. The effect of mixed collectors in the rougher flotation of sungun copper, *Life Science Journal*, 10 (6s), 268-272 (2013).
- 3 Goldschmidt V.M. Ueber Atomabstände in Metallen, *Zeitschrift für Physikalische Chemie*, 133, 397–419 (1928).
- 4 Madelung E. Das elektrische Feld in Systemen von regelmäÙig angeordneten Punktladungen, *Physikalische Zeitschrift*, 19 (1), 524–533 (1918).
- 5 Pauling L. *Nature of the Chemical Bond and the Structure of Molecules and Crystals: An Introduction to Modern Structural Chemistry.*-New York, USA: Cornell University Press, 1960, 644 p.
- 6 Wasastjerna J.A. On the radii of ions, *Acta Societatis Scientiarum Fennicae*, 1 (38), 1–25 (1923).
- 7 Bugaenko L.T., Ryabykh S.M., Bugaenko A.L. A nearly complete system of average crystallographic ionic radii and its use for determining ionization potentials, *Moscow University Chemistry Bulletin*, 6 (63), 303–317 (2008).
- 8 Lande A. Über die Größe der Atome, *Zeitschrift für Physik*, 1 (3), 191–197 (1920).
- 9 Birkholz M.Z. Crystal-field induced dipoles in heteropolar crystals I: concept, *Zeitschrift für Physik B*, 6, 325–332 (1995).
- 10 Mirsaidov U.M., Gafurov B.A., Mirsaidov I.U., Badalov A. Energy Change Regularities of Crystal Lattice of Lanthanide Borohydrides, *Universal Journal of Chemistry*, 4, 20–24 (2016).
- 11 Perdew J.P., Sun J., Garza A.J., Scuseria G.E. Intensive atomization energy: re-thinking a metric for electronic-structure- theory methods, *Zeitschrift für Physikalische Chemie*, 144, 1–6 (2016).
- 12 Hruby A., Shtourach L. Glass forming ability and the electrical properties of semiconducting As_xTe_{1-x} glasses, *Czechoslovak Journal of Physics B*, 24 (10), 1132–1138 (1974).
- 13 Kordis J., Gingerich K.A. Atomization energy and standard heat of formation of gaseous diatomic arsenic, *Journal Of Chemical And Engineering Data*, 18 (2), 135–136 (1973).
- 14 Urusov V.S. Orbital electronegativity concept and its role in energetic crystal chemistry, *Journal of Structural Chemistry*, 35 (1), 101–114 (1994).
- 15 Ospanov Kh.K. A General principle of controlling the effect of galvanic action between sulphides under the conditions of a hydrochemical process /Kh.K. Ospanov.-London: Flint River, 2004.-60 p.
- 16 Ospanov Kh.K. Average atomic Gibbs energy of formation of minerals and its perspective in different fields of science /Kh.K. Ospanov.-London: Flint River, 2004. - 64 p.
- 17 Ospanov Kh.K., Ospanov A.Kh. Physico-chemical bases for treatment of gold-containing raw materials by the method of wet chlorination /Kh.K. Ospanov, A.Kh. Ospanov.-London: Flint River, 2004.-133 p.
- 18 Ospanov Kh.K. Theory of controlling a physico-chemical process-taking place at the interface solid-liquid /Kh.K. Ospanov.-London: Flint River, 2004.-129 p.
- 19 Amerkhanova Sh.K. Hal'kogenidy metallov v potenciometrii. Teorija, metodika, praktika [Metal chalcogenides in potentiometry. Theory, methods, practice] (Profobrazovanie, Karaganda, 2002).
- 20 Tamaniš E. Darbs ar rentgendifraktometru DRON-3M, Daugavpils universitate dabaszinatnu un matematikas fakultate fizikas katedra/ E. Tamaniš. – Daugavpils: Latvija, 2003, p.17.
- 21 Bek M., Nad'pal R. Novejšie metody issledovanija kompleksobrazovanija v rastvorah [The new methods of studying complex formation in solutions] (Mir, Moscow, 1989).
- 22 Atabey H., Sari H. The effects of ionic strength and temperature on the dissociation constants of adefovir and cidofovir used as antiviral drug, *Turkish Journal of Chemistry*, 38, 806–814 (2014).
- 23 Reedijk J. Metal-Ligand Exchange Kinetics in Platinum and Ruthenium Complexes, *Platinum Metals Review*, 52 (1), 2–11 (2008).
- 24 Amerkhanova Sh.K., Bekkulina F.Zh., Shlyapov R.M. Thermodynamic aspects of selection of the collectors in sulphidic ores flotation. *Methods and Materials for Separation Processes: Separation Science-Theory and Practice.* Kudowa-Zdroj, 2011, pp. 131.
- 25 Amerkhanova Sh.K., Shlyapov R.M. Implementation of equilibrium flotation in solutions. The XIX International Conference on Chemical Thermodynamics in Russia, Lomonosow's Moscow state academy of fine technology. Moscow, 2013, pp. 203.
- 26 Amerkhanova Sh.K., Uali A.S., Shlyapov R.M. Thermodynamic Aspects of the Selection of Sulfur Containing Collectors during Flotation of Sulfide Ores, *Russian Journal of Non Ferrous Metals*, 55 (3), 219–224 (2014).
- 27 Chen J., Feng Q., Lu Y., Chen J. Study on interaction energy between flotation reagent and mineral surface, *Journal of Central South University of Technology*, 5 (2), 108–112 (1998).
- 28 Ospanov Kh.K. Termodinamika i kinetika geterogennyh (neravnovesnyh) himicheskih processov [Thermodynamics and kinetics of heterogeneous (nonequilibrium) chemical processes] (Complex, Almaty, 2006).
- 29 Ospanov Kh.K. Physical and chemical foundations for selective dissolution of minerals /Kh.K. Ospanov.-London: Flint River, 2004. - 175 p.
- 30 Chernyshova I.V. An in situ FTIR study of galena and pyrite oxidation in aqueous solution, *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 558, 83–98 (2003).
- 31 Lowson R.T. Aqueous oxidation of pyrite by molecular oxygen, *Chemical Reviews*, 82, 461–497 (1982).
- 32 Naeem A., Ali H., Mustafa S., Qamar S. Kinetics of Xanthate Sorption by Copper Sulphide (CuS), *Journal Of The Chemical Society Of Pakistan*, 30 (4), 517–520 (2008).
- 33 Wang M., Zhang Q., Hao W., Sun Zh. Surface stoichiometry of zinc sulfide and its effect on the adsorption behaviors of xanthate, *Chemistry Central Journal*, 5, 73–82 (2011).

- 34 Zohir N., Mustapha B., Abd Elbaki D. Synthesis and Structural Characterization of Xanthate (KEX) in Sight of Their Utilization in the Processes of Sulphides Flotation, *Journal of Minerals & Materials Characterization & Engineering*, 8 (6), 469–477(2009).
- 35 Zhang T., Qin W., Yang C., Huang Sh. Floc flotation of marmatite fines in aqueous suspensions induced by butyl xanthate and ammonium dibutyl dithiophosphate, *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 24 (5), 1578–1586 (2014).

Сведения об авторах:

Әмерханова Ш.К. - химия ғылымдарының докторы, Химия кафедрасының профессоры, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қажымұқан көш. 13, Астана, Қазақстан.

Шляпов Р. М. - химия ғылымдарының кандидаты, Химия кафедрасының доценті, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қажымұқан көш. 13, Астана, Қазақстан.

Уәли А.С. - химия ғылымдарының кандидаты, Химия кафедрасының доценті, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қажымұқан көш. 13, Астана, Қазақстан.

Татибаева М. С. - магистр, бас маман, «Ұлттық мемлекеттік ғылыми-техникалық сараптама орталығы» АҚ, Бөгенбай батыр көш. 221, Алматы, Қазақстан.

Амерханова Ш.К. – доктор химических наук, профессор кафедры Химии, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Кажымукана 13, Астана, Казахстан.

Шляпов Р. М. – кандидат химических наук, доцент кафедры Химии, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Кажымукана 13, Астана, Казахстан.

Уәли А. С. – кандидат химических наук, доцент кафедры Химии, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Кажымукана 13, Астана, Казахстан.

Татибаева М. С. - магистр, главный специалист, АО «Национальный центр государственной научно-технической экспертизы», ул. Бөгенбай батыра, 221, Алматы, Казахстан.

Поступила в редакцию 30.01.2018

«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы. Химия. География. Экология сериясы» журналына мақала жариялау ережесі

1. **Журнал мақсаты.** Химия, география, экология салалары бойынша мұқият тексеруден өткен ғылыми құндылығы бар мақалалар жариялау.

2. Журналда мақала жариялаушы автор мақаланың қол қойылған 1 дана қағаз нұсқасын Ғылыми басылымдар бөліміне (редакцияға, мекенжайы: 010008, Қазақстан республикасы, Астана қаласы, Қ. Сәтпаев көшесі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Бас ғимарат, 408 кабинет) және e-mail vest_chem@enu.kz электрондық поштасына Word, Tex, PDF форматтарындағы нұсқаларын жіберу қажет. Мақала мәтінінің қағаз нұсқасы мен электронды нұсқалары бірдей болулары қажет. Мақалалар қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде қабылданады.

3. **Автордың қолжазбаны редакцияға жіберуі** мақаланың Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысында басуға келісiмiн, шетел тiлiне аударылып қайта басылуына келiсiмiн бiлдiредi. Автор мақаланы редакцияға жіберу арқылы автор туралы мәліметтің дұрыстығына, мақала көшірілмегендігіне (плагиаттың жоқтығына) және басқа да заңсыз көшірмелердің жоқтығына кепілдеме береді.

4. Мақаланың көлемі 18 беттен аспауға тиіс (6 беттен бастап).

5. **Мақаланың құрылымы**

ҒТАМРК <http://grnti.ru/>

Автор(лар)дың аты-жөні

Мекеменің толық атауы, қаласы, мемлекеті (егер авторлар әртүрлі мекемеде жұмыс жасайтын болса, онда әр автор мен оның жұмыс мекемесі қасында бірдей белгі қойылу керек)

Автор(лар)дың E-mail-ы

Мақала атауы

Аннотация (100-200 сөз; формуласыз, мақаланың атауын мейлінше қайталамауы қажет; әдебиеттерге сілтемелер болмауы қажет; мақаланың құрылысын (кіріспе /мақаланың мақсаты/ міндеттері /қарастырылып отырған сұрақтың тарихы, зерттеу әдістері, нәтижелер/талқылау, қорытынды) сақтай отырып, мақаланың қысқаша мазмұны берілуі қажет).

Түйін сөздер (6-8 сөз не сөз тіркесі. Түйін сөздер мақала мазмұнын көрсетіп, мейлінше мақала атауы мен аннотациядағы сөздерді қайталамай, мақала мазмұнындағы сөздерді қолдану қажет. Сонымен қатар, ақпараттық-іздістіру жүйелерінде мақаланы жеңіл табуға мүмкіндік беретін ғылым салаларының терминдерін қолдану қажет).

Негізгі мәтін мақаланың мақсаты/ міндеттері/ қарастырылып отырған сұрақтың тарихы, зерттеу әдістері, нәтижелер/талқылау, қорытынды бөлімдерін қамтуы қажет.

Таблица, суреттер – аталғаннан кейін орналастырылады. Әр таблица, сурет қасында оның аталуы болуы қажет. Сурет айқын, сканерден өтпеген болуы керек.

Мақаладағы **формулалар** тек мәтінде оларға сілтеме берілсе ғана номерленеді.

Жалпы қолданыста бар **аббревиатуралар** мен **қысқартулардан** басқалары міндетті түрде алғаш қолданғанда түсіндірілуі берілуі қажет. **Қаржылай көмек туралы** ақпарат бірінші бетте көрсетіледі.

Әдебиеттер тізімі

Мәтінде әдібиеттерге сілтемелер тікжақшаға алынады. Мәтіндегі әдебиеттер тізіміне сілтемелердің номерленуі мәтінде қолданылуына қатысты жүргізіліде: мәтінде кездескен әдебиетке алғашқы сілтеме [1] арқылы, екінші сілтеме [2] арқылы т.с.с. жүргізіледі. Кітапқа жасалатын сілтемелерде қолданылған беттері де көрсетілуі керек (мысалы, [1, 45 бет]). Жарияланбаған еңбектерге сілтемелер жасалмайды. Сонымен қатар, рецензиядан өтпейтін басылымдарға да сілтемелер жасалмайды (әдебиеттер тізімін, әдебиеттер тізімінің ағылшынша эзірлеу үлгілерін төмендегі мақаланы рәсімдеу үлгісінен қараңыз).

Мақала соңындағы әдебиеттер тізімінен кейін **библиографиялық мәліметтер** орыс және ағылшын тілінде (егер мақала қазақ тілінде жазылса), қазақ және ағылшын тілінде (егер мақала орыс тілінде жазылса), орыс және қазақ тілінде (егер мақала ағылшын тілінде жазылған болса) беріледі.

Авторлар туралы мәлімет: автордың аты-жөні, ғылыми атағы, қызметі, жұмыс орны, жұмыс орнының мекен-жайы, телефон, e-mail – қазақ, орыс және ағылшын тілдерінде толтырылады.

6. Қолжазба мұқият тексерілген болуы қажет. Техникалық талаптарға сай келмеген қолжазбалар қайта өндеуге қайтарылады. Қолжазбаның қайтарылуы оның журналда басылуына жіберілуін білдірмейді.

7. Редакцияға түскен мақала жабық (анонимді) тексеруге жіберіледі. Барлық рецензиялар авторларға жіберіледі. Автор (рецензент мақаланы түзетуге ұсыныс берген жағдайда) үш күн аралығында қайта қарап, қолжазбаның түзетілген нұсқасын редакцияға қайта жіберуі керек. Рецензент жарамсыз деп таныған мақала қайтара қарастырылмайды. Мақаланың түзетілген нұсқасы мен автордың рецензентке жауабы редакцияға жіберіледі.

8. Төлемақы. Басылымға рұқсат етілген мақала авторларына төлем жасау туралы ескертіледі. Төлем көлемі 2018 жылы 4500 тенге – ЕҰУ қызметкерлері үшін және 5500 тенге басқа ұйым қызметкерлеріне.

Реквизиттер:

Цеснабанк: КБЕ16

БИН 010140003594

РНН 031400075610

ИИК KZ 91998

ВТВ 0000003104

TSES KZ KA

Положение о рукописях, представляемых в журнал «Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева. Серия: Химия. География. Экология»

1. Цель журнала. Публикация тщательно отобранных оригинальных научных работ в области химии, географии, экологии.

2. Автору, желающему опубликовать статью в журнале необходимо представить рукопись в твердой копии (распечатанном варианте) в одном экземпляре, подписанном автором в Отдел научных изданий (по адресу: 010008, Казахстан, г.Астана, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Учебно-административный корпус, каб. 408) и по e-mail vest_chem@enu.kz в формате Tex, PDF и Word. При этом должно быть строго выдержано соответствие между Tex-файлом, Word-файлом, PDF-файлом и твердой копией.

Язык публикаций: Казахский, русский, английский.

3. Отправление статей в редакцию означает согласие авторов на право Издателя, Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, издания статей в журнале и переиздания их на любом иностранном языке. Представляя текст работы для публикации в журнале, автор гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм неправомерного заимствования в рукописи, надлежащее оформление всех заимствований текста, таблиц, схем, иллюстраций.

4. Объем статьи не должен превышать 18 страниц (от 6 страниц).

5. Схема построения статьи

ГРНТИ <http://grnti.ru/>

Инициалы и Фамилию автора(ов)

Полное наименование организации, город, страна (если авторы работают в разных организациях, необходимо поставить одинаковый значок около фамилии автора и соответствующей организации)

E-mail автора(ов)

Название статьи

Аннотация (100-200 слов; не должна содержать формулы, по содержанию повторять название статьи; не должна содержать библиографические ссылки; должна отражать краткое содержание статьи, сохраняя структуру статьи – введение/ постановка задачи/ цели/ история, методы исследования, результаты/обсуждения, заключение/выводы).

Ключевые слова (6-8 слов/словосочетаний). Ключевые слова должны отражать основное содержание статьи, использовать термины из текста статьи, а также термины, определяющие предметную область и включающие другие важные понятия, позволяющие облегчить и расширить возможности нахождения статьи средствами информационно-поисковой системы).

Основной текст статьи должен содержать введение/ постановку задачи/ цели/ историю, методы исследования, результаты/обсуждение, заключение/выводы.

Таблицы, рисунки необходимо располагать после упоминания. С каждой иллюстрацией должна следовать надпись. Рисунки должны быть четкими, чистыми, несканированными.

В статье нумеруются лишь те **формулы**, на которые по тексту есть ссылки.

Все **аббревиатуры и сокращения**, за исключением заведомо общеизвестных, должны быть расшифрованы при первом употреблении в тексте.

Сведения о **финансовой поддержке** работы указываются на первой странице в виде сноски.

Список литературы

В тексте ссылки обозначаются в квадратных скобках. Ссылки должны быть пронумерованы строго по порядку упоминания в тексте. Первая ссылка в тексте на литературу должна иметь номер [1], вторая - [2] и т.д. Ссылка на книгу в основном тексте статьи должна сопровождаться указанием использованных страниц (например, [1, 45 стр.]). Ссылки на неопубликованные работы не допускаются. Нежелательны ссылки на нецензурируемые издания (примеры описания списка литературы, описания списка литературы на английском языке см. ниже в образце оформления статьи).

В конце статьи, после списка литературы, необходимо указать **библиографические данные** на русском и английском языках (если статья оформлена на казахском языке), на казахском и английском языках (если статья оформлена на русском языке) и на русском и казахском языках (если статья оформлена на английском языке).

Сведения об авторах: фамилия, имя, отчество, научная степень, должность, место работы, полный служебный адрес, телефон, e-mail – на казахском, русском и английском языках.

6. Рукопись должна быть **тщательно выверена**. Рукописи, не соответствующие техническим требованиям, будут возвращены на доработку. Возвращение на доработку не означает, что рукопись принята к опубликованию.

7. Работа с электронной корректурой. Статьи, поступившие в Отдел научных изданий (редакция), отправляются на анонимное рецензирование. Все рецензии по статье отправляются автору. Авторам в течение трех дней необходимо отправить корректуру статьи. Статьи, получившие отрицательную рецензию к повторному рассмотрению не принимаются. Исправленные варианты статей и ответ автора рецензенту присылаются в редакцию. Статьи, имеющие положительные рецензии, представляются редколлегии журнала для обсуждения и утверждения для публикации.

Периодичность журнала: 4 раза в год.

8.Оплата. Авторам, получившим положительное заключение к опубликованию необходимо произвести оплату по следующим реквизитам (для сотрудников ЕНУ – 4500 тенге, для сторонних организаций – 5500 тенге):

Реквизиты:

Цеснабанк: КБЕ16

БИН 010140003594

РНН 031400075610

ИИК KZ 91998

ВТВ 0000003104

TSES KZ KA

Provision on articles submitted to the journal "Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University. Chemistry. Geography. Ecology Series"

1. Purpose of the journal. Publication of carefully selected original scientific works in the fields of chemistry, geography, ecology.

2. An author who wishes to publish an article in a journal must submit the article in hard copy (printed version) in one copy, signed by the author to the scientific publication office (at the address: 010008, Republic of Kazakhstan, Astana, Satpayev St., 2. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Main Building, room 408) and by e-mail vest_chem@enu.kz in Word, PDF and Tex format. At the same time, the correspondence between Tex-version, Word-version, PDF-version and the hard copy must be strictly maintained.

Language of publications: Kazakh, Russian, English.

3. Submission of articles to the scientific publication office means the authors' consent to the right of the Publisher, L.N. Gumilyov Eurasian National University, to publish articles in the journal and the re-publication of it in any foreign language. Submitting the text of the work for publication in the journal, the author guarantees the correctness of all information about himself, the lack of plagiarism and other forms of improper borrowing in the article, the proper formulation of all borrowings of text, tables, diagrams, illustrations.

4. The volume of the article should not exceed 18 pages (from 6 pages).

5. Structure of the article

GRNTI <http://grnti.ru/>

Initials and Surname of the author (s)

Full name of the organization, city, country (if the authors work in different organizations, you need to put the same icon next to the name of the author and the corresponding organization)

Author's e-mail (s)

Article title

Abstract (100-200 words, it should not contain a formula, the article title should not repeat in the content, it should not contain bibliographic references, it should reflect the summary of the article, preserving the structure of the article - introduction/ problem statement /goals/ history, research methods, results /discussion, conclusion).

Keywords (6-8 words/word combination. Keywords should reflect the main content of the article, use terms from the article, as well as terms that define the subject area and include other important concepts that make it easier and more convenient to find the article using the information retrieval system).

The main text of the article should contain an introduction/ problem statement/ goals/ history, research methods, results / discussion, conclusion. Tables, figures should be placed after the mention. Each illustration should be followed by an inscription. Figures should be clear, clean, not scanned.

In the article, only those **formulas** are numbered, to which the text has references.

All **abbreviations**, with the exception of those known to be generally known, must be deciphered when first used in the text.

Information on **the financial support** of the article is indicated on the first page in the form of a footnote.

References

In the text references are indicated in square brackets. References should be numbered strictly in the order of the mention in the text. The first reference in the text to the literature should have the number [1], the second - [2], etc. The reference to the book in the main text of the article should be accompanied by an indication of the pages used (for example, [1, 45 p.]). References to unpublished works are not allowed. Unreasonable references to unreviewed publications (examples of the description of the list of literature, descriptions of the list of literature in English, see below in the sample of article design).

At the end of the article, after the list of references, it is necessary to indicate bibliographic data in Russian and English (if the article is in Kazakh), in Kazakh and English (if the article is in Russian) and in Russian and Kazakh languages (if the article is English language).

Information about authors: surname, name, patronymic, scientific degree, position, place of work, full work address, telephone, e-mail - in Kazakh, Russian and English.

6. The article must be **carefully verified**. Articles that do not meet technical requirements will be returned for revision. Returning for revision does not mean that the article has been accepted for publication.

7. Work with electronic proofreading. Articles received by the Department of Scientific Publications (editorial office) are sent to anonymous review. All reviews of the article are sent to the author. The authors must send the proof of the article within three days. Articles that receive a negative review for a second review are not accepted. Corrected versions of articles and the author's response to the reviewer are sent to the editorial office. Articles that have positive reviews are submitted to the editorial boards of the journal for discussion and approval for publication.

Periodicity of the journal: 4 times a year.

8. Payment. Authors who have received a positive conclusion for publication should make payment on the following requisites (for ENU employees - 4,500 tenge, for outside organizations - 5,500 tenge):

Requisites:

Tsesnabank: КБЕ16
 БИН 010140003594
 РНН 031400075610
 ИИК KZ 91998
 ВТВ 0000003104
 TSES KZ KA

Мақаланы рәсімдеу үлгісі

МРНТИ 27.25.19

А.Ж. Жубанышева¹, Н. Темиргалиев², А.Б. Утесов³

² *Институт теоретической математики и научных вычислений Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан*

³ *Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, Актюбе, Казахстан*

(Email: ¹ *axaulezh@mail.ru*, ² *ntmath10@mail.ru*, ³ *adilzhan_71@mail.ru*)

Численное дифференцирование функций в контексте Компьютерного (вычислительного) перечника

Введение

Текст введения...

Авторам не следует использовать нестандартные пакеты LaTeX (используйте их лишь в случае крайней необходимости)

2. Заголовок секции

Окружения.

Теорема 1. ...

Лемма 1. ...

Предложение 1. ...

Определение 1. ...

Следствие 1. ...

Замечание 1. ...

Теорема 2 (Темиргалиев Н. [2]). *Текст теоремы.*

Д о к а з а т е л ь с т в о. Текст доказательства.

2. Формулы, таблицы, рисунки

$$\delta_N(\varepsilon_N; D_N)_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; D_N)_Y \equiv \inf_{(l^{(N)}, \varphi_N) \in D_N} \delta_N \left(\varepsilon_N; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right) \right)_Y, \quad (1)$$

где $\delta_N \left(\varepsilon_N; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right) \right)_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right))_Y \equiv$

$$\equiv \sup_{f \in F} \left\| Tf(\cdot) - \varphi_N \left(l_N^{(1)}(f) + \gamma_N^{(1)} \varepsilon_N^{(1)}, \dots, l_N^{(N)}(f) + \gamma_N^{(N)} \varepsilon_N^{(N)}; \cdot \right) \right\|_Y \cdot \left| \gamma_N^{(\tau)} \right|_{\leq 1(\tau=1, \dots, N)}$$

Таблицы, рисунки необходимо располагать после упоминания. С каждой иллюстрацией должна следовать надпись.

3. Ссылки и библиография

Таблица 1 – Название таблицы

Простые	Не простые
2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29	4, 6, 8, 9, 10, 12, 14



Рисунок 1 – Название рисунка

Для ссылок на утверждения, формулы и т. п. можно использовать метки. Например, теорема 2, Формула (1)

Для руководства по \LaTeX и в качестве примера оформления ссылок, см., например, *Львовский С.М.* Набор и верстка в пакете \LaTeX . Москва: Космосинформ, 1994.

Список литературы оформляется следующим образом.

Список литературы

- 1 Локуциевский О.М., Гавриков М.Б. Начала численного анализа. –М.: ТОО "Янус", 1995. –581 с. - **книга**
- 2 Темиргалиев Н. Компьютерный (вычислительный) поперечник как синтез известного и нового в численном анализе // Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева –2014. –Т.4. №101. –С. 16-33. **doi: ... (при наличии) - статья**
- 3 Жубанышева А.Ж., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященная 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. – Москва, 2015. –С.141-142. - **труды конференций**
- 4 Курмуков А.А. Ангиопротекторная и гипополипидемическая активность леукомизина. –Алматы: Бастау, 2007. –С. 3-5 - **газетные статьи**
- 5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия –2017. –Т.14. –С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. – URL: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **электронный журнал**

А.Ж. Жұбанышева¹, Н. Темірғалиев¹, А.Б. Утесов²

¹ *Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің теориялық математика және ғылыми есептеулер институты, Астана, Қазақстан*

² *Қ.Жубанов атындағы. Ақтөбе өңірлік мемлекеттік. университеті, Ақтөбе, Қазақстан*

Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнмәтінінде функцияларды сандық дифференциалдау

Аннотация: Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнмәтінінде Соболев класында жататын функцияларды олардың тригонометриялық Фурье-Лебега коэффициенттерінің ақырлы жиынынан алынған дәл емес ақпарат бойынша жуықтау есебі толығымен шешілді [100-200 сөздер].

Түйін сөздер: жуықтап дифференциалдау, дәл емес ақпарат бойынша жуықтау, шектік қателік, Компьютерлік (есептеуіш) диаметр [6-8 сөз/сөз тіркестері].

A.Zh.Zhubanysheva¹, N. Temirgaliyev¹, A.B. Utesov²

¹ *Institute of theoretical mathematics and scientific computations of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan*

² *K.Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan*

Numerical differentiation of functions in the context of Computational (numerical) diameter

Abstract: The computational (numerical) diameter is used to completely solve the problem of approximate differentiation of a function given inexact information in the form of an arbitrary finite set of trigonometric Fourier coefficients. [100-200 words]

Keywords: approximate differentiation, recovery from inexact information, limiting error, computational (numerical) diameter, massive limiting error. [6-8 words/word combinations]

References

- 1 Lokucievskij O.M., Gavrikov M.B. Nachala chislenogo analiza [Elements of numerical analysis] (Yanus, Moscow, 1995). [in Russian]
- 2 Temirgaliyev N. Komp'yuternyj (vychislitel'nyj) poperechnik kak sintez izvestnogo i novogo v chislenom analize [Computational (numerical) diameter as a synthesis of the known and the new in numerical analysis], Vestnik Evrazijskogo nacional'nogo universiteta imeni L.N. Gumileva [Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University], 4 (101), 16-33 (2014). [in Russian]
- 3 Zhubanysheva A.Zh., AbikenovaSh.K. O normah proizvodnyh funkcionov s nulevymi znachenijami zadannogo nabora linejnyh funkcionov i ih primenenija k poperechnikovym zadacham [About the norms of the derivatives of functions with zero values of a given set of linear functionals and their application to the width problems]. Tezisy dokladov Mezhdunarodnoj konferencii, posvjashhennaja 110-letiju so dnja rozhdenija akademika S.M.Nikol'skogo "Funkcional'nye prostranstva i teorija priblizhenija funkcionov" [International conference on Function Spaces and Approximation Theory dedicated to the 110th anniversary of S. M. Nikol'skii]. Moscow, 2015, pp. 141-142. [in Russian]
- 4 Kurmukov A. A. Angioprotekturnaja i gipolipidemicheskaja aktivnost' leukomizina [Angioprotective and lipid-lowering activity of leukomycin] (Bastau, Almaty, 2007, P. 3-5). [in Russian]
- 5 Куров В.А., Мижаличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии [The analytic method of embedding symplectic geometry], Cibirskie jelektronnye matematicheskie izvestija [Siberian Electronic Mathematical Reports], 14, 657-672 (2017). doi: 10.17377/semi.2017.14.057. Available at: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. [in Russian]. (accessed 08.01.2017).

Сведения об авторах:

Жубаньшева А.Ж. - Старший научный сотрудник Института теоретической математики и научных вычислений, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сәтапаева 2, Астана, Казахстан.

Темиргалиев Н. - Директор Института теоретической математики и научных вычислений, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сәтапаева 2, Астана, Казахстан.

Утесов А.Б. - кандидат физико-математических наук, доцент кафедры Математики, Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, пр. А.Молдагуловой 34, Актобе, Казахстан.

Zhubanysheva A.Zh. - Senior researcher of the Institute of theoretical mathematics and scientific computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

Temirgaliyev N. - Head of the Institute of theoretical mathematics and scientific computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

Utesov A.B. - candidate of physical and mathematical sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, K.Zhubanov Aktobe Regional State University, A.Moldagulova Prospect, 34, Aktobe, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 15.05.2017

Редакторы: К. М. Джаналеева

Шығарушы редактор, дизайн А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің
Хабаршысы. Химия. География. Экология сериясы.
№1(122)/2018 - Астана: ЕҰУ. 72-б.
Шартты б.т. - 27,25. Таралымы - 25 дана.
Мазмұнына типография жауап бермейді

Редакция мекен-жайы: 010008, Астана қ.,
Мұңайтпасов көшесі, 13.
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Тел.: (8-717-2) 70-95-42(ішкі)31-428

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің баспасында басылды