

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

2021 • 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

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944



ALMATY, NAS RK

Бас редактор:

ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрынұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының президенті, АҚ «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институтының» бас директоры (Алматы, Қазақстан) Н = 4

Редакция алқасы:

БЕНБЕРИН Валерий Васильевич (бас редактордың орынбасары), медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Президенті Іс Басқармасы Медициналық орталығының директоры (Алматы, Қазақстан) Н = 11

РАМАНҚҰЛОВ Ерлан Мирхайдарұлы (бас редактордың орынбасары), профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Ph.D биохимия және молекулалық генетика саласы бойынша Ұлттық биотехнология орталығының бас директоры (Нұр-Сұлтан, Қазақстан) Н = 23

ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мыңжасарұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Фитохимия» халықаралық ғылыми-өндірістік холдингінің директоры (Қарағанды, Қазақстан) Н = 11

САНГ-СУ Квак, Ph.D (биохимия, агрохимия), профессор, Корей биоғылым және биотехнология ғылыми-зерттеу институты (KRIBB), өсімдіктердің инженерлік жүйелері ғылыми-зерттеу орталығының бас ғылыми қызметкері (Дэчон, Корея) Н = 34

БЕРСІМБАЕВ Рахметқажы Ескендірұлы, биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Еуразия ұлттық университеті. Л.Н. Гумилев (Нұр-Сұлтан, Қазақстан) Н = 12

ӘБИЕВ Руфат, техника ғылымдарының докторы (биохимия), профессор, Санкт-Петербург мемлекеттік технологиялық институты «Химиялық және биотехнологиялық аппаратураны оңтайландыру» кафедрасының меңгерушісі (Санкт-Петербург, Ресей) Н = 14

ЛОКШИН Вячеслав Нотанович, медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «PERSONA» халықаралық клиникалық репродуктология орталығының директоры (Алматы, Қазақстан) Н = 8

СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич, биология ғылымдарының докторы, профессор, Чуваш Республикасының еңбек сіңірген ғылым қайраткері, «Чуваш мемлекеттік аграрлық университеті» Федералдық мемлекеттік бюджеттік жоғары білім беру мекемесі Ақушерлік және терапия кафедрасының меңгерушісі (Чебоксары, Ресей) Н = 23

ФАРУК Асана Дар, Хамдар аль-Маджида Хамдард университетінің шығыс медицина факультеті, Шығыс медицинасы колледжінің профессоры (Карачи, Пәкістан) Н = 21

ЩЕПЕТКИН Игорь Александрович, медицина ғылымдарының докторы, Монтана штаты университетінің профессоры (Монтана, АҚШ) Н = 27

КАЛАНДРА Пьетро, Ph.D (физика), Нанокұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия) Н = 26

РОСС Самир, Ph.D, Миссисипи университетінің Фармация мектебі өсімдік өнімдерін ғылыми зерттеу орталығының профессоры (Оксфорд, АҚШ) Н = 26

МАЛЪМ Анна, фармацевтика ғылымдарының докторы, профессор, Люблин медицина университетінің фармацевтика факультетінің деканы (Люблин, Польша) Н = 22

ОЛИВЬЕРО Росси Сезаре, Ph.D (химия), Калабрия университетінің профессоры (Калабрия, Италия) Н = 27

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»

ISSN 2518-1483 (Online),

ISSN 2224-5227 (Print)

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № KZ93VPY00025418 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *өсімдік шаруашылығы, экология және медицина саласындағы биотехнология; физикалық және химиялық ғылымдар.*

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28; 219 бөл.; тел.: 272-13-19

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2021

Главный редактор:

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, президент Национальной академии наук Республики Казахстан, генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского» (Алматы, Казахстан) Н = 4

Редакционная коллегия:

БЕНБЕРИН Валерий Васильевич (заместитель главного редактора), доктор медицинских наук, профессор, академик НАН РК, директор Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан (Алматы, Казахстан) Н = 11

РАМАНКУЛОВ Ерлан Мирхайдарвич (заместитель главного редактора), профессор, член-корреспондент НАН РК, Ph.D в области биохимии и молекулярной генетики, Генеральный директор Национального центра биотехнологии (Нур-Султан, Казахстан) Н = 23

АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного научно-производственного холдинга «Фитохимия» (Караганда, Казахстан) Н = 11

САНГ-СУ Квак, доктор философии (Ph.D, биохимия, агрохимия), профессор, главный научный сотрудник, Научно-исследовательский центр инженерных систем растений, Корейский научно-исследовательский институт бионауки и биотехнологии (KRIBB), (Дэчон, Корея) Н = 34

БЕРСИМБАЕВ Рахметкажи Искендерович, доктор биологических наук, профессор, академик НАН РК, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (Нур-Султан, Казахстан) Н = 12

АБИЕВ Руфат, доктор технических наук (биохимия), профессор, заведующий кафедрой «Оптимизация химической и биотехнологической аппаратуры», Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Санкт-Петербург, Россия) Н = 14

ЛОКШИН Вячеслав Нотанович, академик НАН РК, доктор медицинских наук, профессор, директор Международного клинического центра репродуктологии «PERSONA» (Алматы, Казахстан) Н = 8

СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Чувашской Республики, заведующий кафедрой морфологии, акушерства и терапии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный аграрный университет» (Чебоксары, Чувашская Республика, Россия) Н = 23

ФАРУК Асана Дар, профессор Колледжа восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет восточной медицины Университета Хамдарда (Карачи, Пакистан) Н = 21

ЩЕПЕТКИН Игорь Александрович, доктор медицинских наук, профессор Университета штата Монтана (США) Н = 27

КАЛАНДРА Пьетро, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия) Н = 26

РОСС Самир, доктор Ph.D, профессор Школы фармации Национального центра научных исследований растительных продуктов Университета Миссисипи (Оксфорд, США) Н = 26

МАЛЬМ Анна, доктор фармацевтических наук, профессор, декан фармацевтического факультета Люблинского медицинского университета (Люблин, Польша) Н = 22

ОЛИВЬЕРО Росси Чезаре, доктор философии (Ph.D, химия), профессор Университета Калабрии (Калабрия, Италия) Н = 27

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 Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № **KZ93VPY00025418**, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *биотехнология в области растениеводства, экологии и медицины; физические и химические науки.*

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров

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

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

Editor in chief:

ZHURINOV Murat Zhurinovich, Doctor of Chemistry, Professor, Academician of NAS RK, President of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, General Director of JSC "Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry named after D.V. Sokolsky" (Almaty, Kazakhstan) H = 4

Editorial board:

BENBERIN Valery Vasilievich, Doctor of Medicine, Professor, Academician of NAS RK, Director of the Medical Center of the Presidential Property Management Department of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan) H = 11

RAMANKULOV Erlan Mirkhaidarovich, Professor, Corresponding Member of NAS RK, Ph.D in the field of biochemistry and molecular genetics, General Director of the National Center for Biotechnology (Nur-Sultan, Kazakhstan) H = 23

ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Director of the International Scientific and Production Holding «Phytochemistry» (Karaganda, Kazakhstan) H = 11

SANG-SOO Kwak, Ph.D in Biochemistry, Agrochemistry, Professor, Chief Researcher, Plant Engineering Systems Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB) (Daecheon, Korea) H = 34

BERSIMBAEV Rakhmetkazhi Iskendirovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of NAS RK, L.N. Gumilyov Eurasian National University (Nur-Sultan, Kazakhstan) H = 12

ABIYEV Rufat, Doctor of Technical Sciences (Biochemistry), Professor, Head of the Department of Optimization of Chemical and Biotechnological Equipment, St. Petersburg State Technological Institute (St. Petersburg, Russia) H = 14

LOKSHIN Vyacheslav Notanovich, Professor, Academician of NAS RK, Director of the PERSONA International Clinical Center for Reproductology (Almaty, Kazakhstan) H = 8

SEMENOV Vladimir Grigorievich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of the Chuvash Republic, Head of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy, Chuvash State Agrarian University (Cheboksary, Chuvash Republic, Russia) H = 23

PHARUK Asana Dar, professor at Hamdard al-Majid College of Oriental Medicine. Faculty of Oriental Medicine, Hamdard University (Karachi, Pakistan) H = 21

TSHEPETKIN Igor Aleksandrovich, Doctor of Medical Sciences, Professor at the University of Montana (Montana, USA) H = 27

CALANDRA Pietro, Ph.D in Physics, Professor at the Institute of Nanostructured Materials (Monterotondo Station Rome, Italy) H = 26

ROSS Samir, Ph.D, Professor, School of Pharmacy, National Center for Scientific Research of Herbal Products, University of Mississippi (Oxford, USA) H = 26

MALM Anna, Doctor of Pharmacy, Professor, Dean of the Faculty of Pharmacy, Lublin Medical University (Lublin, Poland) H = 22

OLIVIERRO ROSSI Cesare, Ph.D in Chemistry, Professor at the University of Calabria (Calabria, Italy) H = 27

Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.**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 periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan No. **KZ93VPY00025418**, issued 29.07.2020.

Thematic scope: *biotechnology in the field of crop research, ecology and medicine; physical and chemical sciences.*

Periodicity: 6 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

Ibraimova Z.U.¹, Polimbetova G.S.¹, Borangazieva A.K.¹, Itkulova S.S.^{1*}, Boleubaev E.A.¹¹D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis, and Electrochemistry, Almaty, Kazakhstan;
E-mail: sholpan.itkulova@gmail.com**CATALYTIC PURIFICATION AND WAYS FOR UTILIZATION OF FURNACE GAS OF
PHOSPHORUS PRODUCTION**

Abstract: The furnace gas of electrothermal production of yellow phosphorus contains up to 95% CO, 2% O₂ and 0.3-4% impurities of phosphine, yellow phosphorus, and hydrogen sulfide, which are characterized by flammability, explosion hazard, corrosiveness, and high toxicity. Due to the presence of toxic impurities, the use of waste gases from phosphorus furnaces as chemical raw materials and/or process fuel is difficult. At existing phosphorus plants, furnace gas is burned at a «candle» and is a source of atmospheric pollution. The authors propose the way for purification of furnace gas by oxidizing phosphorus- and sulfur-containing impurities using a catalyst based on copper complexes in the ammonia environment in presence of oxygen contained in the furnace gas as an oxidizer. That allows carrying out the purification process under mild conditions. The degree of purification of the model furnace gas from P- and S- components is 66-96% depending on the process conditions. Concentration of impurities after cleaning is much lower than the maximum permissible emissions.

Part of the purified furnace gas, which is mainly carbon monoxide, can then be used to generate hydrogen by means of a water gas shift reaction (WGSR) over the synthesized medium-temperature Fe-Cu-containing supported catalysts. Under atmospheric pressure, 300°C, and H₂O/CO=1÷1.5 ratio, the CO conversion degree in WGSR over the synthesized Fe-Cu-containing catalyst gets 94.7-96.8%. The resulting gases composed basically hydrogen and unreacted carbon monoxide in amount of ~ 94-96 and 4-6 vol.% respectively then can be mixed with the certain volume of purified carbon monoxide to obtain the synthesis gas with a desirable ratio to produce for example the synthetic liquid hydrocarbons or methanol.

Phosphine removal from waste and process gases is especially important for the ecology of the southern regions of Kazakhstan, where the phosphorus production plants are located.

Key words: Furnace Gas of Phosphorus Production, Catalysts, Purification, Phosphine, Carbon Monoxide, Synthesis Gas.

Introduction. The phosphorus industry in Kazakhstan has a complete technological cycle from the extraction of phosphorite ore to the production of yellow phosphorus. In the electrothermal production of yellow phosphorus, for 1 ton of marketable product up to 3500 m³ of the furnace gas containing up to 95% CO, 8% H₂, 2% O₂ and 0.3-4.0% phosphine impurities (PH₃), yellow phosphorus (P₄) and hydrogen sulfide (H₂S) is formed. At the production of 4-5 thousand tons of phosphorus per month, the volume of furnace gas reaches 12-15 million m³. The main part of furnace gas is high-value carbon monoxide [1]. Due to toxic, flammable, and explosive impurities, the furnace gas is not used and burned in a flare, this is environmentally harmful and economically unprofitable. To use the furnace gas as a chemical raw material or process fuel, it is necessary to neutralize the harmful phosphorus-containing compounds.

The problem of complex utilization of gas emissions from phosphorus furnaces has not yet been resolved in practice. The complexity of cleaning the furnace gas from phosphorus-containing impurities is caused by the large volume of emitted gases with a low content of recoverable components. A literature review shows a relatively small amount of research in the field of purification of furnace gas of phosphorus production, that can be explained by the relevance of this problem only for regions producing yellow phosphorus. There are only four major producers of yellow phosphorus in the world – China, the USA, the Netherlands, and Kazakhstan. The main recent publications are in China [2-8].

The general methods of existing technologies for the efficient processing and utilization of all types of industrial wastes are mechanical destruction, high-temperature incineration, thermal neutralization, etc. Complex utilization of solid, liquid, and gaseous wastes of electrothermal phosphorus production takes place at high temperatures of 1300-1600°C [9-12]. At the phosphorus production enterprises for neutralization of the furnace gas and its further use as a fuel, the oxidation process of toxic impurities is carried out at a temperature of 170-300°C and a tenfold excess of oxygen [13]. Absorption solutions with a selective action and in some cases the unwanted corrosive reagents are used for cleaning the furnace gas [14]. The phosphorus-containing impurities unlike accompanying acid gases are characterized by inertness in basic media and consequently are not absorbed by alkali solutions. In addition, the oxidation reactions of PH₃ and P₄ with oxygen at low temperatures do not occur in the absence of a catalyst [1, 5, 6, 15].

The method for neutralizing furnace gas proposed by the authors is based on the principles of metal complex catalysis. This allows to oxidize the phosphorus-containing impurities under the mild conditions at 40-60°C using oxygen of the furnace gas [16]. The cleaned furnace gas represented itself carbon monoxide can be used as a high-calorific fuel for the needs of phosphorus production or can be converted into a valuable chemical raw material. One of the chemical ways of using carbon monoxide is producing the synthetic liquid hydrocarbons *via* the Fischer-Tropsch synthesis (FTS) (Eq.1) or oxygenates. The hydrogen required for FTS process can be generated by the water-gas shift reaction (WGS) (Eq.2).



The proposed purification method for furnace gas allows producing the mineral fertilizers by the low-temperature catalytic oxidation of P- and S-components and the purified carbon monoxide to generate hydrogen by the WGS. Synthesis gas resulted in mixing hydrogen formed with purified carbon monoxide may be used to produce the final commercial products – synthetic liquid hydrocarbons by the Fischer-Tropsch reaction on the catalysts synthesized by the authors [17]. This method distinguished by simplicity contributes to energy saving, utilization of technogenic waste, and the production of value-added products without changing the existing technology for producing yellow phosphorus.

This work deals with the study of the low-temperature purification of the furnace gas of phosphorus production from the toxic P- and S-impurities and studying the WGS to produce hydrogen over the catalysts developed and synthesized by the authors. The results of studying the reaction of catalytic oxidation of phosphine as the most toxic and poorly studied investigated agent is described in more detail. Purification of waste and process gases from PH₃ is especially relevant for the ecology of the southern regions of Kazakhstan, where phosphorus production plants are located.

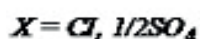
Materials and methods. The catalytic oxidation reactions of PH₃ and H₂S were investigated according to the known methods [15-16]. For phosphine oxidation, the ammonia copper complexes were used. The process was studied in a flow unit including either a bubbling reactor or an isothermal vigorously shaken reactor supplied with a device for measuring the redox potential and a rotameter for measuring the gas velocity. The initial mixtures of CO/PH₃/H₂S/Ar gases with the varied ratios closed to the composition of the furnace gas of phosphorus production were prepared in advance. The volume of the reactor and the volume of the liquid phase were 150 ml and 10 ml respectively. The reactor with an aqueous ammonia and CuSO₄ solution was purged with argon for 10 min and then the initial gas mixture was passed through reactor, which was shaken at certain rate, and the redox potential was measured. The parameters such as the duration (t, min), redox potential (E, V), the rate of absorption of PH₃ (W, mmol/L*min), the amount of absorbed PH₃ (Q, mmol/L) were measured. Composition of the liquid and gas phases was periodically analyzed. The test was carried out until PH₃ was completely absorbed. The rate was judged by the consumption of PH₃ and the accumulation of the product. PH₃ was obtained by acid decomposition of Zn₃P₂ and dried over granular NaOH. Gas analysis for PH₃ content was carried out by iodometry and colorimetry methods. The stationary redox potential of the experimental copper solution was continuously measured during the process using a pH-121 millivoltmeter and a device consisting of calomel and platinum electrodes with a thin section moistened with KCl solution as an electrolytic salt bridge.

Furnace gas after complex purification from P- and S-impurities represents practically pure carbon monoxide with minor (<< MPE – maximum permissible emission) toxic impurities as well as containing up to 1.2% hydrogen. Hydrogen – the end product of the WGS (Eq. 2) does not need to be removed. According

to the proposed scheme a part of the purified carbon monoxide, namely 2/3 may be used for the water-gas shift reaction to generate hydrogen – a component of synthesis gas, which is a source for the production of synthetic liquid hydrocarbons (Eq. 1).

The water-gas shift reaction was carried out in a flow reactor using the synthesized Fe-Cu/Al₂O₃ catalyst under atmospheric pressure, temperature – 300-320°C, H₂O/CO=1÷2, and space velocity (V₀) – 1000 h⁻¹. The content of the active phase Fe+Cu was 10-20% by weight of the catalyst. The catalysts were prepared by the traditional method – impregnating aluminum oxide with solution of the corresponding metal salts. The initial and final products were analyzed by gas chromatography using chromatographs with a thermal conductivity detector (Chromatek-Crystal-5000 and Chromatek-Gazochrom-2000 on columns filled with Hayesep N, NaX, CaX; carrier gas – Ar). The degree of conversion of carbon monoxide (X (CO)) was determined by the following formula, where CO_{in} and CO_{out} are the molar concentrations of CO at the inlet and outlet of the reactor, respectively:

Results and discussion. Phosphine removal. Phosphorus-containing impurities in contrast to acidic ones, which are extracted by liquid or basic sorbents, can be removed only as a result of oxidation processes. The use of metal complex catalysts allows carrying the process under mild conditions – low temperatures and without excessive pressure. We have found that copper salts are effective catalysts for the oxidation of PH₃ by oxygen at 40-60°C in an ammonia environment with the formation of diammonium phosphate, which is used as a fertilizer (Eq.3):



Reaction (Eq.3) was carried out periodically in two stages: phosphine was oxidized in aqueous solutions of copper ammoniates (Eq.4),



with subsequent regeneration of copper by atmospheric oxygen (Eq.5-6):



An aqueous solution of copper ammoniates intensively absorbs even the trace amounts of phosphine by reaction (Eq. 4), which has an autocatalytic character associated with the formation of copper (I) during the process. The catalytic effect of Cu (I) ions is due to the formation of phosphide complexes characterized by a higher activity than the phosphine molecule.

The reaction rate grows with increasing PH₃ concentration. Optimum is achieved at pH = 7.5-8.0, when copper diamines (II, I) dominate in the system. After treatment by air, the catalytic solution is quickly regenerated and gets their original properties. In the presence of an insignificant content (3-5%) of Cu(II) ions, which contribute to the formation of copper (I), the regeneration process is accelerated. Oxidation of Cu (I) with oxygen proceeds much faster than oxidation of Cu(0), the rate of reaction (6) increases with increasing ammonia concentration. The absorption of phosphine from an oxygen-containing gas mixture by a copper-ammonia solution proceeds more efficiently at 60°C, pH = 7.5-8.0 and Cu(II)/Cu(I) ~ 1.0. The oxidation of PH₃ with oxygen (Eq. 3) consists of two key stages: the reduction of copper (II) diamines and the oxidation of the reduced form of copper by oxygen. The first stage is accelerated by copper (I) amines, the second by copper (II) acidoamines.

The process is carried out at a stationary rate, when the ratio O₂/PH₃ > 2 and the rates of oxidation PH₃ (W_{PH₃}) and regeneration of copper (II) ions by oxygen (W_{O₂}) are equal. The reaction rates were compared according to the values of the redox potentials of the systems (Fig. 2^{a, b}). As a result of long-term operation, the accumulation of diammonium phosphate (NH₄)₂HPO₄ occurs. Its excess floats up at decreasing temperature to 25°C and can be easily removed from the solution surface.

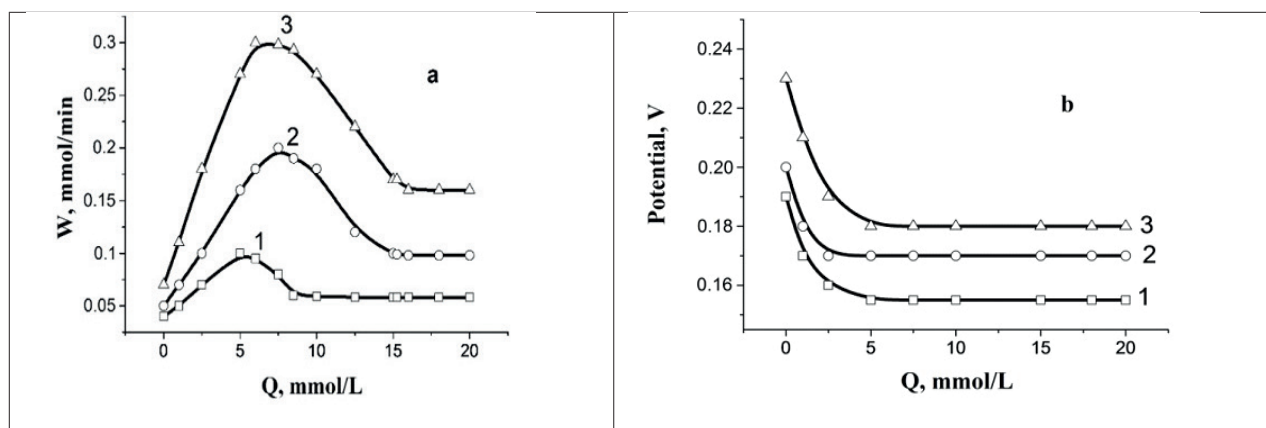


Figure 1– Conversion (a) and potentiometric (b) curves of PH_3 oxidation by oxygen in a copper-ammonia solution at $60^\circ C$; PH_3 content - 3.6 mg/m^3 ; O_2 - $0.2 \text{ vol.}\%$; NH_4OH - 0.08 mol/L ; $CuSO_4$: 1 - $3.5 \cdot 10^{-2}$; 2 - $5.0 \cdot 10^{-2}$; 3 - $8.0 \cdot 10^{-2}$, mol/L.

We have applied a copper-ammonia method for purification of a model gas, which is close to composition of the phosphorus production furnace gas in mild conditions. The model gas was purified by two solutions: 1) ammonia to absorb hydrogen sulfide with the formation of sulfate and 2) copper-ammonia to oxidize phosphine to ammonium phosphates. Carbon monoxide, which is part of the furnace gas, does not react with the copper-ammonia solution under these conditions. The maximum feed rate PH_3 was selected so that the degree of purification was within 80-90%. When PH_3 is absorbed, the catalytic solution undergoes regeneration with oxygen to get its initial activity. In a shaking reactor, 20 cycles were carried out at a space velocity of $100\text{-}540 \text{ h}^{-1}$, the absorption time of PH_3 was 35-120 minutes, and the regeneration time was 30-100 minutes. In the bubbling mode, 8 cycles were carried out at a space velocity of $36\text{-}72 \text{ h}^{-1}$, the absorption time of PH_3 was 250-750 minutes, and the regeneration time was 30-240 minutes.

The comparative data on purification of model gas mixtures close to composition of a real furnace gas from P- and S-components are presented in Table 1. The degree of neutralization from toxic components is varied within a range of 66-96% depending on gas composition. The concentrations of impurities after treatment are 282 and 176 mg/m^3 for PH_3 and H_2S respectively. This is much lower than the values of maximum permissible emissions (MPE, mg/m^3). The catalytic solution worked for 5 hours and purified 300 liters of gas and did not lose activity.

Hydrogen production by WGSR. Part of the purified carbon monoxide can be directed to the production of hydrogen and the remaining CO can be used to meet the needs of production in clean fuel and/or partly to be added to the generated hydrogen in order to obtain the synthesis gas with the required composition and amount. To produce hydrogen, the study of water-gas shift reaction (WGSR)– converting carbon monoxide, which is the main component of purified furnace gas, was carried out.

Table 1 – Complex purification of the model gas mixtures from P-, S- impurities by copper-ammonia solution

Time, h	Quantity of cleaned gas, l	Components	Content, mg/m^3		Purification degree, %
			Before cleaning	After cleaning	
2	120	PH_3	166	19	89
		H_2S	1400	50	96
5	300	PH_3	44	3	93
		H_2S	400	100	75
5	300	PH_3	35	2	94
		H_2S	290	100	66

CO content - 90-95%

The polymetallic catalysts based on the main components HT (high-temperature) and LT (low-temperature) catalysts, Fe and Cu, supported on aluminum oxide were synthesized and studied. The content of the active phase Fe-Cu = 10-20 wt. %, and the ratio of the components Fe:Cu = 1:1.

Dependence of the degree of conversion of carbon monoxide – $X(\text{CO})$ on temperature on Fe-Cu(1:1)/ Al_2O_3 the catalyst has extreme character. At temperatures above 300°C, both the CO conversion and the hydrogen yield decrease. No products other than hydrogen and carbon dioxide were observed under these conditions. The degrees of conversion of carbon monoxide at an optimal temperature of 300°C and a ratio of $\text{H}_2\text{O}/\text{CO} = 1/1$ are 95.7 and 97.4% over catalysts containing 10 and 20% of the active phase respectively.

In Table 2 the data on the effect of the ratio of $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}$ on the CO conversion over 10-20%Fe-Cu(1:1)/ Al_2O_3 catalysts are presented. The optimal ratio of $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}$, when the degrees of CO conversion reach 96.8-97.4%, for both catalysts is 1.5. The reaction products are hydrogen and carbon dioxide, the selectivity is 100%.

Table 2 – Effect of ratio of $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}$ on CO conversion in WGS over Fe-Cu(1:1)/ Al_2O_3 catalysts ($P = 0,1 \text{ MPa}$, $V_0 = 1000 \text{ h}^{-1}$)

$\text{H}_2\text{O}/\text{CO}$	t, °C	X_{CO} , %	
		10%Fe-Cu (1:1)/ Al_2O_3	20%Fe-Cu(1:1)/ Al_2O_3
1	300	95.7	97.4
	310	95.5	94.3
1,5	300	96.8	97.4
	310	95.9	96.8
2	300	94.9	97.1
	310	94.7	95.8

It should be noted that for the further use of the resulting gas mixture in the Fischer-Tropsch process, the amount of the remaining unreacted CO does not matter, since the latter is the main component of the synthesis gas. Therefore, the hydrogen production process will be a one-stage process over these catalysts. No needs in complete CO conversion.

Conclusion. A copper-ammonia method was developed for purifying the furnace gas of phosphorus production from phosphine and hydrogen sulfide. The optimal composition of the catalytic solution and temperature regime to produce mineral fertilizers from P-, S-containing toxic impurities were selected.

According to the data obtained, ammonia complexes of copper in an aqueous solution carry out the process of PH_3 oxidation to ammonium phosphates with high rate. The optimal conditions for the process have been established as: 40-60°C; the molar ratio $\text{NH}_4\text{OH}/\text{CuX}_2$ in the catalytic solution should be not higher than 5-6 and pH is 7.5-8.0.

The degree of purification of the model furnace gas from P- and S-components was 66-96%. The concentration of impurities after cleaning is significantly lower than the values of the maximum permissible emissions.

The high reactivity of the catalytic solution allows recommending its use in phosphorus plants for purifying furnace gas from PH_3 and H_2S and obtaining purified carbon oxide.

94-97% of carbon monoxide is converted into hydrogen by means of a WGS using the medium-temperature iron-copper containing catalysts. Hydrogen can be added to the purified carbon oxide to obtain syngas to be used for further production of synthetic liquid hydrocarbons.

**Ибраимова Ж.У.¹, Полимбетова Г.С.¹, Борангазиева А.К.¹, Иткулова Ш.С.¹,
Болеубаев Е.А.¹**

¹Д.В. Сокольский атындағы Жанармай, катализ және электрохимия институты АҚ;
E-mail: sholpan.itkulova@gmail.com

ФОСФОР ӨНДІРІСІНІҢ ПЕШ ГАЗЫН КАТАЛИТИКАЛЫҚ ТАЗАЛАУ ЖӘНЕ ОНЫ ОДАН ӘРІ КӘДЕГЕ ЖАРАТУ ЖОЛДАРЫ

Аннотация. Сары фосфордың электротермиялық өндірісіндегі пеш газының құрамында 95% - ға дейін CO , 2% O_2 және 0,3 - 4% фосфин, сары фосфор, күкіртті сутегі қоспалары бар. Олар өрт және жарылыс қаупімен, коррозиялық белсенділік пен және жоғары уыттылық пен сипатталады. Фосфор

пештерінен шығатын газдарды химиялық шикізат және технологиялық отын ретінде пайдалану, олардың құрамында жоғарыда аталған қоспалардың болуына байланысты қиын қолданыстағы Фосфор зауыттарында қазір пеш газы “шамда” жағылады және атмосфераны ластау көзі болып табылады.

Авторлар аммиакты ортадағы мыс кешендеріне негізделген катализаторды қолдана отырып, фосфор мен күкірт бар қоспаларды тотықтыру арқылы пеш газын тазарту әдісін, ал тотықтырғыш ретінде пеш газындағы оттегін қолдануды ұсынады. Бұл тазартуды жұмсақ жағдайда жүргізуге мүмкіндік береді. Процесс жағдайларына байланысты модельдік пеш газын Р- және S-компоненттерінен тазарту дәрежесі 66-96% құрайды. Тазалаудан кейінгі қоспалардың концентрациясы шекті рұқсат етілген концентрациядан әлде қайда төмен.

Негізінен көміртегі тотығы болып табылатын тазартылған пеш газының бір бөлігін біз синтездеген Fe-Cu құрамды орта температуралы бекітілген катализаторларда су газының ығысу реакциясы (WGSR) арқылы сутекті алу үшін пайдалануға болады. Атмосфералық қысым, 300°C кезінде және $H_2O/CO=1\div 1,5$ қатынасында синтезделген катализатордағы WGSR-де CO конверсиясының деңгейі 94,7-96,8% жетеді. Негізінен сутегі мен реакцияға түспеген көміртегі тотығынан тұратын алынған газдарын ~ 94-96 және 4-6 көл. % сәйкесінше, синтетикалық сұйық көмірсутектер немесе метанол алу үшін қажетті қатынасы бар синтез газын алу үшін тазартылған көміртегі тотығының белгілі бір көлемімен араластыруға болады.

Фосфор өндірісінен шығатын және технологиялық газдарды фосфиннен тазарту фосфор зауыттары орналасқан Қазақстанның оңтүстік өңірлерінің экологиясы үшін ерекше өзекті.

Түйінді сөздер: фосфор өндірісі пеш газы, катализаторлар, тазарту, фосфин, көміртегі оксиді, синтез газ.

**Ибраимова Ж.У.¹, Полимбетова Г.С.¹, Борангазиева А.К.¹, Иткулова Ш.С.¹,
Болеубаев Е.А.¹**

¹АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», Алматы, Казахстан.
E-mails: sholpan.itkulova@gmail.com

КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ПЕЧНОГО ГАЗА ФОСФОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ПУТИ ЕГО ДАЛЬНЕЙШЕЙ УТИЛИЗАЦИИ

Аннотация. Печной газ электротермического производства желтого фосфора содержит до 95% CO, 2% O₂ и 0,3-4% примесей фосфина, желтого фосфора, сероводорода, которые характеризуются пожаро- и взрывоопасностью, коррозионной активностью и высокой токсичностью. Использование отходящих газов фосфорных печей в качестве химического сырья и технологического топлива затруднено из-за наличия в их составе вышеуказанных примесей. На существующих фосфорных заводах печной газ сжигается на «свече» и является источником загрязнения атмосферы.

Авторами предложен способ очистки печного газа путем окисления фосфор- и серосодержащих примесей с использованием катализатора на основе комплексов меди в аммиачной среде, а в качестве окислителя использовать кислород, содержащийся в печном газе. Это позволяет проводить очистку в мягких условиях. Степень очистки модельного топочного газа от Р- и S-компонентов составляет 66-96% в зависимости от условий процесса. Концентрация примесей после очистки намного ниже ПДК.

Часть очищенного печного газа, который представляет собой в основном монооксид углерода, затем можно использовать для получения водорода посредством реакции сдвига водяного газа (WGSR) на синтезированных нами среднетемпературных Fe-Cu-содержащих нанесенных катализаторах. При атмосферном давлении, 300°C и соотношении $H_2O/CO=1\div 1,5$ степень конверсии CO в WGSR на синтезированном катализаторе достигает 94,7-96,8%. Полученные газы, состоящие в основном из водорода и непрореагировавшего монооксида углерода в количестве ~ 94-96 и 4-6 об.%соответственно, затем могут быть смешаны с определенным объемом очищенного монооксида углерода для получения синтез-газа с желаемым соотношением для получения, например, синтетических жидких углеводородов или метанола.

Очистка отходящих и технологических газов от фосфина особенно актуальна для экологии южных регионов Казахстана, где расположены заводы по производству фосфора.

Ключевые слова: фосфорное производство, печной газ, очистка, фосфин, оксид углерода, синтез-газ .

Acknowledgments. *This research was funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No AP08855848 and Programme NoBR05236739).*

Special thanks to Mr. K.A. Valishevskiy, MSci for providing some experimental data on WGSR.

Information about the authors:

Ibraimova Z.U. – Candidate of Chemical Sciences (PhD), D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Electrochemistry and Catalysis, Almaty, Kazakhstan, zvezda_iju@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4877-3590>;

Polimbetova G.S. – Doctor of Chemical Sciences, Professor, D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Electrochemistry and Catalysis, Almaty, Kazakhstan, gs.Polimbetova@mail.ru., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1132-7450>;

Borangazieva A.K. – Candidate of Chemical Sciences (PhD), D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Electrochemistry and Catalysis, Almaty, Kazakhstan, ak-bor@inbox.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2671-9008>;

Itkulova S.S. – Candidate of Chemical Sciences (PhD), Associated Professor, D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Electrochemistry and Catalysis, Almaty, Kazakhstan, s.itkulova@ifce.kz, <https://orcid.org/0000-0001-7159-5249>;

Boleubayev Y.A. – PhD student of specialty chemistry, D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Electrochemistry and Catalysis, Almaty, Kazakhstan, yerzhanboleubai@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5323-3623>.

REFERENCES

[1] Ning P., Bart H.J., Wang X.Q., Ma L.P., Chen L. (2005) Removal of P_4 , PH_3 and H_2S from yellow phosphoric tail gas by catalytic oxidation process. Eng. Sci. 7 (6): 27-235. DOI:10.1021/IE200419A.

[2] Pakhunov K. (2019) Russian company “Cryogenmash” is updating the production capacity of “Kazphosphate” - the largest enterprise of the chemical industry in Kazakhstan. Expert Online: Daily analytical Internet edition. Moscow. 10.07.2019 (in Russ.).

[3] Yang L., Yi H., Tang X., Ning P., Yu Q., Ye Z. (2010) Effect of rare earth addition on Cu-Fe/AC adsorbents for phosphine adsorption from yellow phosphorous tail gas. J. of Rare Earths 28: 322-325. DOI: 10.1016/S1002-0721(10)60321-3.

[4] Ning P., Wang X., Bart HJ, Tian S, Zhang Y, Wang XQ (2011) Removal of phosphorus and sulfur from yellow phosphorus off-gas by metal-modified activated carbon. J. of Cleaner Production 19: 1547-1552. DOI:10.1007/S11783-014-0698-1.

[5] Zhou Z., Gao H. (2012) Experimental Study on Combustion Characteristic of Yellow Phosphorus Tail Gas. Energy Procedia 16: 763-768. DOI:10.1016/J.EGYPRO.2012.01.123.

[6] Ning P., Yi H., Yu Q., Tang X., Yang L., Ye Z. (2010) Effect of zinc and cerium addition on property of copper-based adsorbents for phosphine adsorption. J. of Rare Earths 28: 581-585. DOI: 10.1016/S1002-0721(09)60158-7.

[7] Xu X., Huang G., Qi S (2017) Properties of AC and 13X zeolite modified with $CuCl_2$ and $Cu(NO_3)_2$ in phosphine removal and the adsorptive mechanisms. Chemical Engineering Journal 316: 563–572. DOI: 10.1016/j.cej.2017.01.103.

[8] Ma L., Ning P., Zhang Y., Wang X.Q. (2008) Experimental and modeling of fixed-bed reactor for yellow phosphorous tail gas purification over impregnated activated carbon. Chemical Engineering Journal 137: 471-479.

[9] Batkaev R.I. (2010) Development of technology for obtaining marketable products from technogenic wastes of phosphorus production. Abstract of dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences. Shymkent, 30 p. (in Russ.).

[10] Bishimbaev V.K., Batkaev R.I. (2010) Complex use of technogenic wastes of phosphorus production. News of The National Academy of Sciences of The Republic of Kazakhstan. Chemical Series 2: 12-16 (in Russ.).

[11] Zhakupov K.T., Bayzhumanov T.E., Tlebaev B.K. (2006) Development of a technological scheme for the utilization of furnace gas. Bulletin of Tar GU imeni M.K. Dulati, 1: 58-61 (in Russ.).

[12] Kharaz D.I., Psakhis B.I. (1984) Ways of using secondary energy resources in chemical industries. Moscow: Chemistry, 224p.(in Russ.).

[13] Patent S.U. 962721. Method for utilization of phosphorus production wastes (1982). Tleukulov O.M., Moldabekov S.M., Alzhanov T.M., Atabaev M.D., Pimenov S.D., Balimbetov K.S., Kadyrbekov R.N. Bul. 36. (in Russ.).

[14] Wang X., Ning P., Chen W. (2011) Studies on purification of yellow phosphorus off-gas by combined washing, catalytic oxidation, and desulphurization at a pilot scale. *Separation and Purification Technology* 80: 519-525. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2012.05.084.

[15] Polimbetova G.S., Abdreimova R.R., Borangazieva A.K. (2007) Catalytic processing of phosphorus and waste from the phosphorus industry. *News of The National Academy of Sciences of The Republic of Kazakhstan. Chemical Series* 2: 6-9. (in Russ.).

[17] Polimbetova G.S., Mukhitdinova B.A., Ergozhin E.E., Borangazieva A.K., Khakimbolatova K.K., Tasmagambet A., Dauletkulova N.T., Ibraimova Z.U. (2017) Oxidation of phosphine with quinone, quinoid redox polymers in alcohol solutions of copper. *J. of Physical Chemistry* 91 (12): 2057-2062 (in Russ.).

[18] Valishevsky K.A., Itkulova S.S., Boleubayev E.A. (2019) Water-gas shift reaction over the polymetallic Fe-containing supported catalysts. *News of The National Academy of Sciences of The Republic of Kazakhstan. Series Chemistry and Technology* 4: 12-18. DOI 10.32014/2019.2518-1491.36.

СОДЕРЖАНИЕ

БИОТЕХНОЛОГИЯ

Абай Г.Қ., Юлдашбаев Ю.А., Чоманов У.Ч., Савчук С.В., Бержанова Р.Ж.
ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОФЛОРЫ КОЗЬЕГО МОЛОКА КАК ОБЪЕКТА НУТРИЦЕВТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ.....5

Иманбаева М.К., Арынова Р.А., Масалимов Ж.К., Просеков А.Ю., Серикбай Г.
БЕЗЛАКТОЗНАЯ ЗАКВАСКА НА ОСНОВЕ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ШТАММОВ ЛАКТОБАКТЕРИЙ.....12

Кенжеханова М.Б., Мамаева Л.А., Ветохин С.С., Тулекбаева А.К., Кайсарова А.А.
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ ЯБЛОК, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ ТУРКЕСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ В ЯБЛОЧНЫЕ ЧИПСЫ.....22

Насиев Б.Н., Бушнев А.С.
ФОРМИРОВАНИЕ МАСЛИЧНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ В ЗОНЕ СУХИХ СТЕПЕЙ.....30

Обухова А.В., Михайлов Н.С., Никитин Д.А., Кульмакова Н.И., Альдяков А.В.
МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ И ВЕТЕРИНАРНО - САНИТАРНАЯ ОЦЕНКА МЯСА НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ.....37

Онегов А.В., Стрельников А.И., Семенов В.Г., Исхан К.Ж., Баймуканов Д.А.
ВЛИЯНИЕ ГРУПП КРОВИ СИСТЕМЫ D НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОБЫЛ ТЯЖЕЛОВОЗНЫХ ПОРОД.....43

Рахымжан Ж., Ашимова Б.А., Бейсенова Р.Р.
ПРОБЛЕМА ЗАСОЛЕННОСТИ ПОЧВ КАЗАХСТАНА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ.....48

Сыдыков Ш.К., Байболов А.Е., Алибек Н.Б., Токмолдаев А.Б., Абдикадилова А.А.
К МЕТОДИКЕ ВЫБОРА ТЕПЛООВОГО НАСОСА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ НОРМИРОВАННОГО МИКРОКЛИМАТА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКОМ ПОМЕЩЕНИИ.....56

Садырова Г.А., Инелова З.А., Байжигитов Д.К., Жамилова С.М.
АНАЛИЗ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ ГАЛОФИЛЬНОГО ФЛОРИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ХРЕБТА КЕТПЕН-ТЕМИРЛИК.....65

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Абильмагжанов А.З., Иванов Н.С., Адельбаев И.Е.
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ С АЛМАТИНСКОГО ПОЛИГОНА.....73

Бейсеев С.А., Наукенова А.С., Сатаев М.И., Ивахнюк Г.К., Тулекбаева А.К.
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЦЕНКЕ РИСКОВ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПИЩЕВЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ НА ОСНОВЕ КРИТЕРИЕВ МЕЖДУНАРОДНОГО СТАНДАРТА ISO 45001.....82

Багова З., Жантасов К., Бектуреева Г., Сапаргалиева Б., Javier Rodrigo-Parri
ВЛИЯНИЕ СВИНЕЦСОДЕРЖАЩИХ ШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....94

Дергачева М.Б., Хусурова Г.М., Пузикова Д.С., Леонтьева К.А., Панченко П.В.
ХИМИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТОНКИХ ПЛЕНОК СУЛЬФИД ИОДИД ВИСМУТА.....100

Джелдыбаева И.М., Каирбеков Ж., Суймбаева С.М. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ УГЛЯ.....	109
Ермагамбет Б.Т., Казанкапова М.К., Касенова Ж.М. ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ ГУМИНОВОЙ КИСЛОТЫ И ОКСИДА КРЕМНИЯ...119	
Зарипова Ю.А., Гладких Т.М., Бигельдиева М.Т., Дьячков В.В., Юшков А.В. МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОГЛОЩЕНИЯ ГАММА- КВАНТОВ НА ПУЧКЕ МЕДИЦИНСКОГО УСКОРИТЕЛЯ ELEKTA AXESSE.....	126
Ибраимова Ж.У., Полимбетова Г.С., Борангазиева А.К., Иткулова Ш.С., Болеубаев Е.А. КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ПЕЧНОГО ГАЗА ФОСФОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ПУТИ ЕГО ДАЛЬНЕЙШЕЙ УТИЛИЗАЦИИ.....	136
Ильясова Г.У., Ахметов Н.К., Казыбекова С.К., Касымбекова Д.А. УСТРАНЕНИЕ ПРОТИВОРЕЧИЙ В ТАБЛИЦЕ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА.....	144
Исаева А., Корганбаев Б., Волненко А., Жумадуллаев Д. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РЕГУЛЯРНОЙ ТРУБЧАТОЙ НАСАДКИ.....	151
Нурлыбекова А.К., Кудайберген А.А., Дюсебаева М.А., Ибрахим М., Женис Ж. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ARTEMISIA SEROTINA.....	158
Нурмаканов Е.Е., Калимулдина Г.С., Кручинин Р.П. НОСИМЫЙ ТЕКСТИЛЬНЫЙ ТРИБОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ НАНОГЕНЕРАТОР НА ОСНОВЕ PDMS-PPy/НАЙЛОНОВОЙ НИТИ.....	166
Нургазина А.Е., Шокобаев Н.М. ПОЛУЧЕНИЕ МЕДНОГО ПОРОШКА В ПРИСУТСТВИИ НИТРИЛОТРИМЕТИЛ-ФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ.....	174
Такибаева А.Т., Касенов Р.З., Демец О.В., Алиева М.Р., Бакибаев А.А. ВЫДЕЛЕНИЕ БЕТУЛИНА ИЗ БЕРЕСТЫ БЕРЕЗЫ КИРГИЗСКОЙ (BETULAKIRGHISORUM) МЕТОДОМ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ АКТИВАЦИИ.....	182
Уразов К.А., Грибкова О.Л., Тамеев А.Р., Рахимова А.К. ВЛИЯНИЕ СОСТАВА КОМПЛЕКСА ПОЛИАНИЛИНА НА ФОТОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЕНОК CZTSE.....	189

ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ

Батырбекова М.Б. УВЕЛИЧЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ВЫГОДЫ ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ ERP В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ КОММЕРЧЕСКОЙ НЕДВИЖИМОСТЬЮ.....	198
Кабылбеков К.А., Абдрахманова Х.К., Винтайкин Б.Е., Сайдахметов П.А., Исаев Е.Б. РАСЧЕТ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА С ПАРАШЮТОМ.....	210
Мазаков Т.Ж., Саметова А.А. КЛАССИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЛЕСНЫХ И СТЕПНЫХ ПОЖАРОВ.....	219
Шопагулов О.А., Исмаилова А.А., Корячко В.П. БАЗЫ ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ВЕТЕРИНАРИИ.....	226

МАЗМҰНЫ

БИОТЕХНОЛОГИЯ

Абай Г.Қ., Юлдашбаев Ю.А., Чоманов У.Ч., Савчук С.В., Бержанова Р.Ж. НУТРИЦЕВТИКАЛЫҚ ТАҒАМ ОБЪЕКТИСІ РЕТІНДЕ ЕШКІ СҮТІНІҢ МИКРОФЛОРАСЫН ЗЕРТТЕУ.....	5
Иманбаева М.К., Арынова Р.А., Масалимов Ж.К., Просеков А.Ю., Серикбайқызы Г. ЛАКТОБАКТЕРИЯЛАРДЫҢ ПРОБИОТИКАЛЫҚ ШТАМДАРЫНАН НЕГІЗІНДЕ ЛАКТОЗАСЫЗ АШЫТҚЫ.....	12
Кенжеханова М.Б., Мамаева Л.А., Ветохин С.С., Тулекбаева А.К., Қайсарова А.А. ТҮРКІСТАН ОБЛЫСЫНДАҒЫ ФЕРМЕРЛІК ШАРУАШЫЛЫҚТАРДА ӨСІРІЛЕТІН АЛМАЛАРДЫҢ АЛМА ҚЫТЫРЛАҒЫН ӨНДЕУГЕ ЖАРАМДЫЛЫҒЫН ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ.....	22
Насиев Б.Н., Бушнев А.С. ҚҰРҒАҚ ДАЛА ЖАҒДАЙЫНДА МАЙЛЫ АГРОЦЕНОЗДАРДЫ ҚАЛЫПТАСТЫРУ.....	30
Обухова А.В., Михайлов Н.С., Никитин Д.А., Кульмакова Н.И., Альдяков А.В. ШОШҚА ТӨЛІНІҢ ЕТТІ ӨНІМДІЛІГІ ЖӘНЕ ПРОБИОТИКАЛЫҚ ПРЕПАРАТТАРДЫ ҚОЛДАНУ АЯСЫНДАЕТТІ ВЕТЕРИНАРИЯЛЫҚ-САНИТАРИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ.....	37
Онегов А.В., Стрельников А.И., Семенов В.Г., Исхан К.Ж., Баймуканов Д.А. D ЖҮЙЕСІНІҢ ҚАН ТОПТАРЫНЫҢ АУЫР ЖҮК ТАСЫМАЛДАУШЫ ТҰҚЫМДЫ БИЕЛЕРДІҢ СҮТ ӨНІМДІЛІГІНЕ ӘСЕРІ.....	43
Рахымжан Ж., Ашимова Б.А., Бейсенова Р.Р. ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ТОПЫРАҚТЫҢ ТҮЗДАНУ МӘСЕЛЕСІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ШЕШУ ЖОЛДАРЫ.....	48
Сыдықов Ш.Қ., Байболов А.Е., Әлібек Н.Б., Тоқмолдаев А.Б., Әбдіқадірова А.А. МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҚОРА-ЖАЙЫНДА ҚОЛАЙЛЫ МИКРОКЛИМАТТЫ ҚАЛЫПТАСТЫРУ ҮШІН ЖЫЛУ СОРҒЫСЫН ТАҢДАУ ӘДІСТЕМЕСІ.....	56
Садырова Г.А., Инелова З.А., Байжігітов Д.К., Жәмилова С.М. ГАЛОФИЛЬДІ ТҮРЛЕРДІҢ ӨРТҮРЛІЛІГІН ТАЛДАУ КЕТПЕН-ТЕМІРЛІК ЖОТАСЫНЫҢ ФЛОРИСТИКАЛЫҚ КЕШЕНІ.....	65

ХИМИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ

Абильмагжанов А.З., Иванов Н.С., Нургазина А.Е., Адельбаев И.Е. АЛМАТЫ ПОЛИГОНЫНАН ҚАЛҒАН ТҮРМЫСТЫҚ ҚАТТЫ ҚАЛДЫҚТАРДЫҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ.....	73
Бейсеев С.А., Наукенова А.С., Сатаев М.И., Ивахнюк Г.К., Тулекбаева А.К. ISO 45001 ХАЛЫҚАРАЛЫҚ СТАНДАРТЫНЫҢ КРИТЕРИЙЛЕРІ НЕГІЗІНДЕ ӨСІМДІК МАЙЫН ӨНДІРЕТІН КӘСІПОРЫНДАРДЫҢ ЖҰМЫС ОРЫНДАРЫНДАҒЫ ТӘУЕКЕЛДЕРДІ БАҒАЛАУ БОЙЫНША ҰСЫНЫСТАР.....	82
Багова З., Жантасов Қ., Бектуреева Г., Сапарғалиева Б., Javier Rodrigo-Parri ҚҰРАМЫНДА ҚОРҒАСЫН БАР ҚОЖДЫ ҚАЛДЫҚТАРДЫҢ ТІРШЛІК ЕТУ ҚАУІПСІЗДІГІНЕ ӘСЕРІ.....	94
Дергачева М.Б., Хусурова Г.М., Пузикова Д.С., Леонтьева К.А., Панченко П.В. ВИСМУТ ЙОДИД СУЛЬФИД ЖАРТЫЛАЙ ӨТКІЗГІШ ЖҰҚА ҚАБЫҚШАЛАРЫНЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН ТҮНДЫРЫЛУЫ.....	100

Джелдыбаева И.М., Қайырбеков Ж., Суймбаева С.М. КӨМІРДЕН БӨЛІНІП АЛЫНҒАН ГУМИН ҚЫШҚЫЛДАРЫНЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ АНТИОКСИДАНТТЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	109
Ермағамбет Б.Т., Қазанқапова М.К., Касенова Ж.М. ГУМИН ҚЫШҚЫЛЫ ЖӘНЕ КРЕМНИЙ ТОТЫҒЫ НЕГІЗІНДЕ КОМПОЗИТ АЛУ.....	119
Зарипова Ю.А., Гладких Т.М., Бигельдиева М.Т., Дьячков В.В., Юшков А.В. ELEKTA AXESSE МЕДИЦИНАЛЫҚ ҮДЕТКІШІНІҢ СӘУЛЕСІНДЕ СЫЗЫҚТЫҚ ГАММА-КВАНТ СІңІРУ КОЭФФИЦИЕНТТЕРІН ӨЛШЕУ ӘДІСІ.....	126
Ибраимова Ж.У., Полимбетова Г.С., Борангазиева А.К., Итқулова Ш.С., Болеубаев Е.А. ФОСФОР ӨНДІРІСІНІҢ ПЕШ ГАЗЫН КАТАЛИТИКАЛЫҚ ТАЗАЛАУ ЖӘНЕ ОНЫ ОДАН ӘРІ КӘДЕГЕ ЖАРАТУ ЖОЛДАРЫ.....	136
Ильясова Г.У., Ахметов Н.К., Казыбекова С.К., Касымбекова Д.А. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВ КЕСТЕСІНІҢ ҚАРАМА-ҚАЙШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ЖОЮ.....	144
Исаева А., Корманбаев Б., Волненко А., Жумадуллаев Д. РЕЖИМ ПАРАМЕТРЛЕРІНІҢ ТҰРАҚТЫ ҚҰБЫРЛЫ САПТАМАНЫҢ ГИДРОДИНАМИКАЛЫҚ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫНА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	151
Нурлыбекова А.К., Құдайберген А.А., Дюсебаева М.А., Ибрахим М., Жеңіс Ж. ARTEMISIA SEROTINA ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ.....	158
Нурмаканов Е.Е., Калимулдина Г.С., Кручинин Р.П. КИЛЕТІН ПДМС-ПП / НЕЙЛОН ЖІБІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН ТЕКСТИЛЬ ТРИБОЭЛЕКТРИКАЛЫҚ НАНОГЕНЕРАТОРЫ.....	166
Нуртазина А.Е., Шокобаев Н.М. НИТРИЛОТРИМЕТІЛ ФОСФОН ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ ҚАТЫСУЫМЕН МЫС ҰНТАҒЫН АЛУ.....	174
Такибаева А.Т., Касенов Р.З., Демец О.В., Алиева М.Р., Бакибаев А.А. БЕТУЛИНДІ УЛЬТРАДЫБЫСТЫҚ АКТИВТЕНДІРУ ӘДІСІМЕН ҚЫРҒЫЗ ҚАЙЫҢ ҚАБЫҒЫНАН (BETULAKIRGHISORUM) БӨЛІП АЛУ.....	182
Уразов К.А., Грибкова О.Л., Тамеев А.Р., Рахимова А.К. ПОЛИАНИЛИН КОМПЛЕКСІ ҚҰРАМЫНЫҢ CZTSE ЖҰҚА ҚАБЫҚШАЛАРЫНЫҢ ФОТОЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІ.....	189
ФИЗИКА ҒЫЛЫМДАРЫ	
Батырбекова М.Б. КОММЕРЦИЯЛЫҚ ЖЫЛЖЫМАЙТЫН МҮЛІКТІ БАСҚАРУ САЛАСЫНДА ОРТАЛЫҚТАНДЫРЫЛМАҒАН ERP ЖҮЙЕСІН ҚОЛДАНУДЫҢ ИНВЕСТИЦИЯЛЫҚ ПАЙДАСЫН АРТТЫРУ.....	198
Қабылбеков К.А., Абдрахманова Х.К., Винтайкин Б.Е., Сайдахметов П.А., Исаев Е.Б. ПАРАШЮТПЕН СЕКІРГЕН АДАМНЫҢ ҚОЗҒАЛЫСЫН ЕСЕПТЕУ МЕН БЕЙНЕЛЕУ.....	210
Мазаков Т.Ж., Саметова А.А. ОРМАН ЖӘНЕ ДАЛА ӨРТТЕРІНІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛДЕРІНІҢ КЛАССИФИКАЦИЯСЫ.....	219
Шопагулов О.А., Исмаилова А.А., Корячко В.П. ВЕТЕРИНАРИЯ МІНДЕТТЕРІН ШЕШУГЕ АРНАЛҒАН САРАПТАМАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ БІЛІМ ҚОРЫ.....	226

CONTENTS

BIOTECHNOLOGY

Abay G.K., Yuldashbaev Yu.A., Chomanov U.Ch., Savchuk S.B., Berzhanova R.Zh.
STUDY OF THE MICROFLORA OF GOAT'S MILK AS AN OBJECT OF NUTRACEUTICAL NUTRITION.....5

Imanbayeva M.K., Arynova R.A., Masalimov Zh.K., Prosekov A.U., Serikbay G.
LACTOSE-FREE STARTER CULTURE BASED ON PROBIOTIC STRAINS OF LACTOBACILLI.....12

Kenzhekhanova M.B., Mamaeva L.A., Vetokhin S.S., Tulekbayeva A.K., Kaysarova A.A.
TECHNOLOGICAL ASSESSMENT OF THE SUITABILITY OF APPLES CULTIVATED IN FARMING TURKESTAN REGION FOR PROCESSING INTO APPLE CHIPS.....22

Nasiyev B.N., Bushnev A.S.
THE FORMATION OF OIL-BEARING AGROCENOSISES IN THE ZONE OF DRY STEPPES.....30

Obukhova A.V., Mikhailov N.S., Nikitin D.A., Kulmakova N.I., Aldyakov A.V.
MEAT PRODUCTIVITY OF YOUNG PIGS AND VETERINARY MEAT ASSESSMENT IN THE BACKGROUND OF APPLICATION OF PROBIOTIC PREPARATIONS.....37

Onegov A.V., Strelnikov A.I., Semenov V.G., Iskhan K.Zh., Baimukanov D.A.
INFLUENCE OF BLOOD GROUPS D ON DAIRY PRODUCTIVITY OF HEAVYDRAFT MARES.....43

Rakhymzhan Zh., Ashimova B.A., Beisenova R.R.
THE PROBLEM OF SOIL SALINITY IN KAZAKHSTAN AND WAYS TO SOLVE THEM.....48

Sydykov Sh., Baibolov A., Alibek N., Tokmoldaev A., Abdikadirova A.
ON THE METHOD OF CHOOSING A HEAT PUMP FOR THE FORMATION OF A NORMALIZED MICROCLIMATE IN A LIVESTOCK BUILDING.....56

Sadyrova G., Inelova Z., Bayzhigitov D., Jamilova S.
ANALYSIS OF THE BIOLOGICAL DIVERSITY OF THE HALOPHILIC FLORISTIC COMPLEX OF THE KETPEN-TEMERLIK RIDGE.....65

CHEMICAL SCIENCES

Abilmagzhanov A.Z., Ivanov N.S., Nurtazina A.E., Adelbayev I.E.
STUDY OF ENERGY CHARACTERISTICS OF SOLID HOUSEHOLD WASTE FROM THE ALMATY LANDFILL.....73

Beiseev S.A., Naukenova A.S., Sataev M.I., Ivakhnyuk G.K., Tulekbayeva A.K.
RECOMMENDATIONS FOR RISK ASSESSMENT AT WORKPLACES OF ENTERPRISES PRODUCING EDIBLE VEGETABLE OILS BASED ON THE CRITERIA OF THE INTERNATIONAL STANDARD ISO 45001.....82

Bagova Z., Zhantasov K., Bektureeva G., Sapargaliyeva B., Javier Rodrigo-Illarri
THE IMPACT OF LEAD-CONTAINING SLAG WASTES ON THE LIFE SAFETY.....94

Dergacheva M.B., Khusurova G.M., Puzikova D.S., Leontyeva X.A., Panchenko P.V.
CHEMICAL DEPOSITION OF BISMUTH IODIDE SULFIDE SEMICONDUCTOR THIN FILMS.....100

Jeldybayeva I.M., Kairbekov Zh., Suimbayeva S.M.
INVESTIGATION OF PHYSICO-CHEMICAL AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF HUMIC ACIDS ISOLATED FROM COAL.....109

Yermagambet B.T., Kazankapova M.K., Kassenova Zh.M. PREPARATION OF A COMPOSITE BASED ON HUMIC ACID AND SILICON OXIDE.....	119
Zaripova Y.A., Gladkikh T.M., Bigeldiyeva M.T., Dyachkov V.V., Yushkov A.V. METHOD FOR MEASURING LINEAR GAMMA RADIATION ABSORPTION COEFFICIENTS AT THE ELEKTAAXESSE MEDICAL ACCELERATOR BEAM.....	126
Ibraimova Z.U., Polimbetova G.S., Borangazieva A.K., Itkulova S.S., Boleubaev E.A. CATALYTIC PURIFICATION AND WAYS FOR UTILIZATION OF FURNACE GAS OF PHOSPHORUS PRODUCTION.....	136
Ilyasova G.U., Akhmetov N.K., Kazybekova S.K., Kassymbekova D.A. ELIMINATION OF CONTRADICTIONS IN THE TABLE OF D. I. MENDELEEV.....	144
Issayeva A., Korganbayev B., Volnenko A., Zhumadullayev D. STUDY OF THE INFLUENCE OF OPERATING CONDITIONS ON THE HYDRODYNAMIC REGULARITIES OF A REGULAR TUBULAR PACKING.....	151
Nurlybekova A.K., Kudaibergen A.A., Dyusebaeva M.A., Ibrahim M., Jenis J. CHEMICAL CONSTITUENTS OF ARTEMISIASEROTINA.....	158
Nurmakanov Y.Y., Kalimuldina G.S., Kruchinin R.P. WEARABLE TEXTILE PDMS-PPy/NYLON FIBER-BASED TRIBOELECTRIC NANOGENERATOR.....	166
Nurtazina A.E., Shokobayev N.M. OBTAINING COPPER POWDER IN THE PRESENCE OF NITRIL OTRIMETHYL PHOSPHONIC ACID.....	174
Takibayeva A.T., Kassenov R.Z., Demets O.V., Aliyeva M.R., Bakibayev A.A. ISOLATION OF BETULIN FROM BIRCH BARK (BETULA KIRGHISORUM) BY THE ULTRASONIC ACTIVATION METHOD.....	182
Urazov K.A., Gribkova O.L., Tameev A.R., Rahimova A.K. EFFECT OF THE COMPOSITION OF THE POLYANILINE COMPLEX ON THE PHOTOELECTROCHEMICAL PROPERTIES OF CZTSE THIN FILMS.....	189

PHYSICAL SCIENCES

Batyrbekova M.B. INCREASE IN INVESTMENT BENEFITS FROM THE USE OF A DECENTRALIZED ERP SYSTEM IN THE FIELD OF COMMERCIAL REAL ESTATE MANAGEMENT.....	198
Kabylbekov K.A., Abdrakhmanova Kh.K., Vintaykin B.E., Saidakhmetov P.A., Issayev Ye.B. CALCULATION AND VISUALIZATION OF A MAN PARACHUTING DOWNWARD.....	210
Mazakov T.Zh., Sametova A.A. CLASSIFICATION OF MATHEMATICAL MODELS FOR FOREST AND STEPPE FIRES.....	219
Shopagulov O.A., Ismailova A.A., Koryachko V.P. EXPERT SYSTEMS KNOWLEDGE BASES FOR SOLVING VETERINARY PROBLEMS.....	226

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). 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

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

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

Редакторы: *М.С. Ахметова, А. Ботанқызы, Д.С. Аленов, Р.Ж. Мрзабаева*
Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 15.10.2021.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать - ризограф.
8,5 п.л. Тираж 300. Заказ 4.