ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
MINISTRY OF SCIENCE AND OF HIGHER EDUCATION THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

М. ӘУЕЗОВ АТЫНДАҒЫ ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН УНИВЕРСИТЕТІ
ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М. АУЭЗОВА
M. AUEZOV SOUTH KAZAKHSTAN UNIVERSITY

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU

IPR SMART Электронно-библиотечная система

ISSN 2616-6429
KAZPOST 76085

AUEZOV
UNIVERSITY
1943

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМ ЖАРШЫСЫ
ВЕСТНИК НАУКИ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА
SOUTH KAZAKHSTAN SCIENCE HERALD

№ 4 (32) 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
MINISTRY OF SCIENCE AND OF HIGHER EDUCATION THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

М. ӘУЕЗОВ АТЫНДАҒЫ ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН УНИВЕРСИТЕТІ
ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М. АУЭЗОВА
M. AUEZOV SOUTH KAZAKHSTAN UNIVERSITY

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМ ЖАРШЫСЫ
ВЕСТНИК НАУКИ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА
SOUTH KAZAKHSTAN SCIENCE HERALD

№4 (32)

ШЫМКЕНТ 2025

ISSN 2616-6429

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМ ЖАРШЫСЫ

ВЕСТНИК НАУКИ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА

SOUTH KAZAKHSTAN SCIENCE HERALD

№4 (32) 2025

Меншік иесі: М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА:
Бас редактор: Ахмед-Заки Д.Ж. - М. Әуезов атындағы ОҚУ Басқарма төрағасы-ректор, т.ғ.д., профессор.
Редакциялық алқа мүшелері: Сүлейменов Ұ.С. – ҒЖ және И жөніндегі проректор, т.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан; Изабелла Новак – х.ғ.д., профессор, Познань қ. Адам Мицкевич университеті, Польша; Аврамов К.В. – т.ғ.д., профессор, «Харьков политехникалық институты» ұлттық техникалық университеті, Украина; Соловьев А.А. – ф.-м.ғ.д., профессор, М.В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті, Ресей; Емелин А.В. – ф.-м.ғ.д., профессор, Санкт-Петербург мемлекеттік университеті, Ресей; Богуслава Леска - х.ғ.д., профессор, Познань қ. Адам Мицкевич университеті, Польша; Полина Прокопович – PhD, Кардифф университеті, Ұлыбритания; Меор Мохаммед Фаред – қауымдастырылған профессор, Путра Малайзия университеті, Малайзия; Ивахненко А.П.- PhD докторы, профессор, Мұнай зерттеу орталығы, Хериот-Ватт университеті, Ұлыбритания; Сучкова Е.П. – т.ғ.к., доцент, "Үшінші мыңжылдық биотехнологиясы" халықаралық ғылыми орталығы, Ресей; Елизавета Фаслер-Кан - PhD докторы, профессор, Базель университеті, Австрия; Радюк С.Н. - PhD докторы, ассоцияциялық профессор, Оңтүстік методистік университеті, АҚШ; Жонго Ок - PhD докторы, профессор, Сеул ұлттық техникалық университеті, Корея; Евлаш В.В. – т.ғ.д., профессор, Харьков мемлекеттік азық-түлік технологиясы және сауда университеті, Украина; Потапов В.А. – т.ғ.д., профессор, мемлекеттік биотехнологиялық университеті, Украина; Марфенин Н.Н. - б.ғ.д., профессор, М.В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті, Ресей; Сайдаматов Э.М. – ф.-м.ғ.к., доцент, М.В. Ломоносов атындағы ММУ Ташкент филиалы, Өзбекстан; Каримов Э.Ё. – б.ғ.к., бас ғылыми қызметкер, Өзбекстан Республикасы Ғылымдар Академиясы өсімдіктердің генетикасы және тәжірибелік биологиясы институты, Өзбекстан; Адилов Б.Ш. - б.ғ.к., бас ғылыми қызметкер, Өзбекстан Республикасы Ғылымдар Академиясы өсімдіктердің генетикасы және тәжірибелік биологиясы институты, Өзбекстан; Мирзаев Ш.Ш. – з.ғ.к., доцент, М.В. Ломоносов атындағы ММУ Ташкент филиалы, Өзбекстан; Муродова С. -б.ғ.д., профессор, Мирзо Ұлықбек атындағы Өзбекстан Ұлттық университетінің Жизақ филиалы; Жұрынов М.Ж. - х.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан; Чоманов У.Ч. – т.ғ.д., профессор, ҚР ҰЖҒА академигі, Қазақ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты, Қазақстан; Рскелдиев Б.А. – т.ғ.д., профессор, ҚР Ұлттық Жаратылыстану ғылымдары академиясының корреспондент-мүшесі, Алматы технологиялық университеті. Қазақстан; Таева А.М. - т. ғ. д., доцент (қауымдастырылған профессор), Алматы технологиялық университеті, Қазақстан; Тултабаева Т.Ч. - т.ғ.д., доцент, ҚР АШҒА академигі; Касенов А.Л. - т.ғ.д., профессор, Шәкәрім университеті; Амирханов К.Ж. - т.ғ.д., профессор, Шәкәрім университеті; Тимурбекова А.К. – т.ғ.к., профессор, ҚазҰАЗУ, Қазақстан; Тултабаев М.Ч. - т.ғ.д., профессор, Қ. Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Қазақстан; Айменов Ж.Т. – т.ғ.д., профессор, ҚР ҰЖҒА академигі, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан; Исмаилов Б.Р.– т.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан; Жантасов К.Т.– т.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан; Надиров К.С. – х.ғ.д., профессор; М.Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан; Жекеев М.К. - т.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан; Назарбекова С.П. – х.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан; Протопопов А.В. -т.ғ.д. профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан; Таймасов Б.Т. - т.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан; Волненко А.А. - т.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан; Голубев В.Г.–т.ғ.д., доцент, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан; Сәрсенбі Ә.М. – ф-м.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан; Туленов А.Т. - т.ғ.к., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Қазақстан.

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
TECHNICAL SCIENCES

UDC 661.152.3 https://doi.org/10.54251/2616-6429.2025.04.0001nu

L. Aikozova[1]*, Sh. Dzholdasova[1], A. Utebayev[1], N. Asylbek[1], N. Faizullayev[2]
[1]cand.tech.sci., associate professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[1]cand.chem.sci., associate professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[1]cand.tech.sci., associate professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[1]master of chemical technology, lecturer, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[2]Professor, Samarkand State University named after Sharof Rashidov, Samarkand, Uzbekistan
***Corresponding author's email:** laura.aykozova@mail.ru

RESEARCH ON THE TECHNOLOGY OF OBTAINING AMMOPHOSKA CONTAINING TRACE ELEMENTS

Abstract

This article examines trace elements that regulate the functional activity of living organisms, are part of tissues, enzymes, hormones involved in the synthesis of carbon, fats, proteins, vitamins and other substances. In addition, trace elements allow plants to withstand adverse weather conditions, have a positive effect on the absorption of nutrients and water by the body. It is shown that trace elements play a special role in increasing the efficiency of mineral fertilizers and increasing the yield of agricultural plants.

Special attention is paid to elements such as zinc, copper, manganese, boron, molybdenum, cobalt and iron, since even their minor deficiency in the soil can become a limiting factor for plant growth and development.

Keywords: industrial waste, waste processing, mineral fertilizers, complex mineral fertilizers, ammophos, potassium nitrate, nitrophoska, ammonium, monoammonium phosphate, diammonium phosphate.

Introduction

Mineral fertilizers are the main source of various nutrients for plants, primarily nitrogen, phosphorus, potassium, but also calcium, magnesium, sulfur, iron, and are very important for the composition of the soil. All these elements belong to the group of macroelements.

Complex mineral fertilizers are considered more important, since they contain several nutrients. This type of fertilizer includes: ammophos, potassium nitrate and nitrophoska. The first of these is obtained by the reaction of phosphoric acid with ammonia. Depending on the degree of neutralization, monoammonium phosphate $NH_4H_2PO_4$ and diammonium phosphate $(NH_4)_2HPO_4$ are formed. [1].

The use of slags with various impurities in agricultural production as chemical fertilizers and for soil improvement is of considerable scientific and practical interest. [2]. In order to use slags from metallurgical production, it is first necessary to study the amount of metals in their composition and the properties of the slag. For a long time, the theory of the structure of slags was developed, considering them as a combination of basic and acidic oxides [3]. Some of the slags combine with each other to form complex compounds, while the rest is in a "free" state. The molecular theory of the structure of slags was proposed by G. Shenkov and his colleagues [4]. According to the research of these scientists, it is based on the law of equilibrium established by slag-steins and the law of reactive masses acting in its ideal form. The chemical composition of slags after fuming: 38,6% FeO; 12,7% Fe_2O_3; 24,8% SiO_2; 13,8% CaO; 5,5% Al_2O_3; 0,12% Pb; 2,6% ZnO; 0,58% Cu and 1.1% S. Lead and copper are present in it in the form of metal droplets or sulfides. The density of the oxides in the slag is as follows, g/cm3: 2,20 SiO_2; 3,35 CaO; 5,2 FeO; 2,3 Al_2O_3. Slags from metallurgical production are crushed and sorted into grades depending on their fractions in a sorter. Fractions with

a size of 0-5 mm or 0-10 mm are sorted into classes in a pneumoclassifier at an air flow speed of 12-18 m/s, and a slag concentration in the air flow of 4-10 kg/m3. Then the separated slag fractions are mixed with ammophoska fertilizer [5].

Materials and Methods

In laboratory conditions, the process of obtaining ammophoska by neutralizing phosphoric acid of known concentration with ammonia water in two stages was studied [6].

Karatau phosphorite was used for the study (composition%): 17,8 % P_2O_5, 0,38% CaO, 0,49% SiO_2, 0,5% Fe_2O_3, 0,93%SO_3, 0,23% Al_2O_3, 1,3% MgO, 1,3% F, 5% insoluble residues[6].

The first stoichiometric weight of 10.0 g of phosphorite was dissolved in a mixture of two acids (nitric and sulfuric). The resulting pulp was heated to 750C, and the solid and liquid phases were separated. The resulting liquid phase was poured into a three-necked flask with a volume of 200-250 cm3, placed in a laboratory thermostat equipped with a stirrer and a thermometer, and gradually neutralized with a 25% ammonia solution (pH-4.5-5.0). The neutralization time was 40 minutes and the temperature was 30-400C. Then the pulp was filtered using a Buchner funnel, the resulting solid phase was washed with a small amount of water and dried in a drying cabinet. The solid phase product (salts) formed in this first stage can be used as a second-grade ammophoska.

In the second stage of the neutralization reaction, ammonia water, and then the prepared solution of potassium salt are added dropwise to the separated liquid solution using a separatory funnel. The completion of the reaction is determined using the methyl orange indicator. The resulting pulp is transferred to a porcelain dish, weighed on an analytical balance, and dried in a drying oven at 60-900C with frequent stirring. When the product becomes friable, the drying is stopped and the drying time is determined. The drying temperature is selected depending on the pH value, that is, the type of salts obtained and their stability. The dried product is weighed on an analytical balance (m), ground, and analyzed for moisture content (C_{H2O}), nitrogen (CN), and P_2O_5 (C_{P2O5}).

Figure 1. Laboratory equipment for the production of ammophoska

Selection of analytical methods. Study of solubility in the systems NH_3-H_3PO_4-H_2O and $NH_4H_2PO_4$-$(NH_4)_2HPO_4$-H_2O.

To ensure the accuracy of the data obtained as a result of the study, studies were conducted to determine the reactions of neutralization of phosphoric acid, i.e. the decomposition of phosphoric

acid and the main technological indicators of the process, and the solubility in the NH_3-H_3PO_4-H_2O and $NH_4H_2PO_4$-$(NH_4)_2HPO_4$-H_2O systems was studied [/].

Results and Discussion

The processes under study are not only chemical, but also complex chemical-technological systems consisting of state transitions under equilibrium conditions. Therefore, it is impossible to obtain a technology for neutralizing phosphoric acid without a comprehensive physicochemical analysis of these systems and without determining the laws of phenomena occurring in these systems. These analyses are carried out by showing the dependence of the heterogeneous system on its composition and indicators and their state diagrams. In addition, information on the solubility of the specified system is also limited and does not correspond to the conditions for conducting processes in the system under study. In this regard, there is a need to study the phase diagrams of the above systems, since these obtained values are the necessary sources of information for calculating the scientific basis of technological processes occurring in the processing by the phosphoric acid method.

We conducted the solubility of aqueous-salt systems using visual-polythermal and isothermal methods.

By the visual-polythermal method, the temperature of the first crystals during uniform cooling of the solutions and the last crystals lost during heating of the solutions were visually monitored [8].

The experiment was carried out in a device equipped with a freezer, a mixer and a thermometer. The temperature was stabilized by a thermometer with an accuracy of +0.10°C. The system was studied using internal polythermal curves. Based on the data obtained, a solubility diagram was constructed using the Rosebum method [8]. In the studied systems, isotherms were constructed using interpolation based on polythermal curves at every 100°C. To clarify the intersection point and crystallization surface, polythermal projections were constructed on the system.

The study by the isothermal method [9] allows us to determine the mutual solubility of the components in the system under study. The experiment was carried out in a thermostat with a hydraulic holder, in which a three-necked flask equipped with a mixer and a thermometer was placed. The temperature was stabilized by a thermometer with an accuracy of $+0.1^0$C. After saturation was reached, samples were taken from the liquid state for analysis every 30 minutes using a thermostatic sampler. The establishment of equilibrium can be seen from the results of the last two or three samples taken. At the same time, samples were also taken from the solid state for analysis of the P_2O_5 content, for which the formed crystals were previously dried by a standard method, and the analysis was carried out by the photoelectrocolorimetric method. The solubility was determined based on the results of 3-4 parallel experiments, the maximum deviations of each two parallel analyses carried out in the liquid state should not exceed 0.5%.

The temperature dependence of the solubility of ammonium phosphate was studied. Diammonium phosphate forms stable saturated solutions. Triammonium phosphate dissolves in water by decomposition. Among the solid ammonium phosphates, monoammonium phosphate is stable; when heated to 100^0C, it does not significantly lose ammonia from its composition. Diammonium phosphate, on the other hand, loses significantly ammonia from its composition at 70^0C and passes into monoammonium phosphate. Triammonium phosphate decomposes at 30-40^0C. The boiling points of saturated solutions of monoammonium are shown in Figure 2.

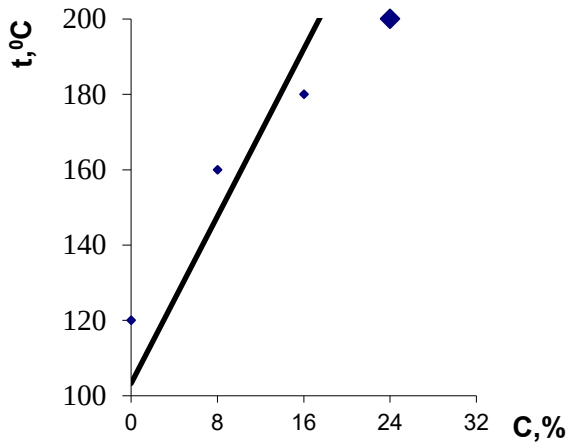


Figure 2. Boiling point of saturated solutions of monoammonium phosphate

The quality control of the experimentally obtained product was carried out by chemical and crystal-optical methods. Figure 3 shows thermograms of ammophoska.

Thermogravimetric analysis was carried out on a derivatograph of the Paulik-Eridey system. Here, the heating rate of the substances was 12 degrees/min, the maximum temperature was 600^{0}C and 9 degrees/min to 900^{0}C. During the study, a platinum-platinum-rhodium thermocouple isolated from the substances was used. The sample under study was placed in a platinum crucible with a lid. The sensitivity of the galvanometers was DTT-1/10, DTG-1/15. The weight of the sample taken for analysis was -0.1 g., calcined alumina was used as a standard [10].

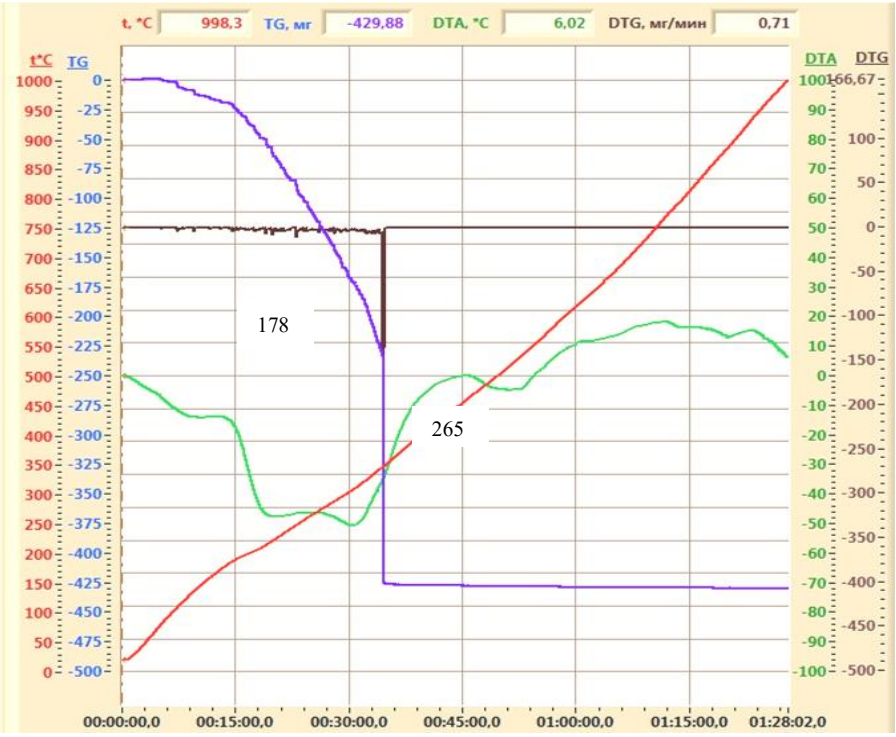


Figure 3. Differential thermal derivation of ammophoska

In the differential-thermal curve, an endothermic effect was observed at 178°C. This change corresponds to the melting of diammonium phosphate and the decomposition of the salt. And at 265°C it corresponds to the melting and decomposition of monoammonium phosphate.

The technology of obtaining ammophoska by neutralizing phosphoric acid with ammonia water in two stages in laboratory conditions was considered. The study was carried out at temperatures of 40÷95°C and for 30, 60, 90 min. time intervals. Using the results of the study, a schematic diagram of the process of obtaining ammophoska is prepared.

Conclusions

The method of neutralizing ammophos - phosphoric acid and ammonia is shown. The solubility of the systems formed during neutralization is given. It is established that the studied processes consist of complex chemical and technological systems consisting not only of chemical, but also of state changes in equilibrium conditions. The raw materials necessary for the production of ammophos are described. In laboratory conditions, the process of obtaining ammophos by two-stage neutralization of phosphoric acid of known concentration with ammonia water was studied. The results of experimental tests conducted to obtain a complex fertilizer were compared with standard indicators.

References

1. Technology of phosphorous and complex fertilizers / Ed. S. D. Evenchika and A. A. Brodskogo.- M.: Chemistry, 2000.- 464 p.
2. Fedyushkin, B.F. Mineral fertilizers with trace elements. Technology and application. -L.: Chemistry, 2001. -272 p.
3. Korenko, D.A. Productive use of mineral fertilizers - M.: Rosselkhozizdat, 2000.-221 p.
4. Dmitrievsky, B.A. Properties, obtaining and application of mineral fertilizers.-SPb.:Prospekt Nauki, 2013.-326 p.
5. Petrov, D. A. Double and triple systems.-M., 2004.-65 p.
6. Dovgopol, V.I. Metallurgical slags in agriculture. -M.: Metallurgy, 2001.-40 p.
7. Dokholova, A.N., Karmyshov, V.F., Sidorina, L.V. Production and application of ammophoski.- M., "Khimiya", 2000. -240 p.
8. Bishimbaev. U.K., Narmanova R.A., Espenbetova Sh.O. Technological foundations of chemistry: Textbook for students of higher educational institutions.-Almaty: Kitap Publishing House, 2006. -296 p.
9. Erdman, S.V., Frolov I.V., Korobochkin V.V. Chemical technology of inorganic substances: textbook.-Tomsk: Institute of Tomsk Polytechnic University, 2011.-194 p.
10. Aleskovsky, V.B., Bardin, V.V., Boychinova, E.S. etc. Physico-chemical methods of analysis. - L.: Chemistry, 2000.-95 p.

Л. Айкозова[1]*, Ш. Джолдасова[1], А. Өтебаев[1], Н. Асылбек[1], Н.Файзуллаев[2]
[1]т.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
[1]х.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
[1]т.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
[1]химиялық технология магистрі, оқытушы, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
[2]профессор, Шароф Рашидов атындағы Самарқанд мемлекеттік университеті, Самарқанд, Өзбекстан
***Корреспондент авторы:** laura.aykozova@mail.ru

ҚҰРАМЫНДА МИКРОЭЛЕМЕНТТЕРІ БАР АММОФОСКА АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЗЕРТТЕУ

Түйін

Бұл мақалада тірі организмдердің функционалдық белсенділігін реттейтін, көміртегі, майлар, ақуыздар, витаминдер және басқа заттардың синтезіне қатысатын ұлпалардың, ферменттердің, гормондардың құрамына кіретін микроэлементтер қарастырылады. Сонымен қатар, микроэлементтер өсімдіктерге қолайсыз ауа райы жағдайларына төтеп беруге мүмкіндік береді, қоректік заттар мен судың ағзаға сіңуіне оң әсер етеді. Минералды тыңайтқыштардың тиімділігін арттыруда және ауылшаруашылық өсімдіктерінің өнімділігін арттыруда микроэлементтердің ерекше рөл атқаратындығы көрсетілген.

Мырыш, мыс, марганец, бор, молибден, кобальт және темір сияқты элементтерге ерекше назар аударылады, өйткені олардың топырақтағы шамалы жетіспеушілігі де өсімдіктердің өсуі мен дамуын шектейтін факторға айналуы мүмкін.

Микроэлементтерді күрделі тыңайтқыштардың бір бөлігі ретінде немесе жапырақты үстіңгі байыту арқылы (жапырақ арқылы) енгізу дақылдардың аурулар мен зиянкестерге төзімділігін едәуір арттыратыны, жемістер мен дәндердегі қанттардың, витаминдердің, ақуыздардың және майлардың құрамын арттыру арқылы дақылдардың сапасын жақсартатыны дәлелденді.

Кілттік сөздер: өндірістік қалдықтар, қалдықтарды қайта өңдеу, минералды тыңайтқыштар, күрделі минералды тыңайтқыштар, аммофос, калий нитраты, нитрофоска, аммоний, моноаммоний фосфаты, диаммоний фосфаты.

Л. Айкозова[1*], Ш. Джолдасова[1], А. Утебаев[1], Н. Асылбек[1], Н.Файзуллаев[2]
[1]к.т.н., доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
[1]к.х.н., доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
[1]к.т.н., доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
[1]магистр химической технологии, преподаватель, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
[2]профессор, Самаркандский государственный университет им. Шарофа Рашидова, Самарканд, Узбекистан
***Автор для корреспонденции:** laura.aykozova@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ АММОФОСКИ, СОДЕРЖАЩЕЙ МИКРОЭЛЕМЕНТЫ

Аннотация

В данной статье изучены микроэлементы, которые регулируют функциональную активность живых организмов, входят в состав тканей, ферментов, гормонов, участвующих в синтезе углерода, жиров, белков, витаминов и других веществ. Кроме того, микроэлементы позволяют растениям противостоять неблагоприятным погодным условиям, оказывают положительное влияние на усвоение питательных веществ и воды организмом. Показано, что микроэлементы играют особую роль в повышении эффективности минеральных удобрений, увеличении урожайности сельскохозяйственных растений.

Особое внимание уделяется таким элементам, как цинк, медь, марганец, бор, молибден, кобальт и железо, поскольку даже их незначительный дефицит в почве может стать лимитирующим фактором для роста и развития растений. Доказано, что внесение микроэлементов в составе комплексных удобрений или путем внекорневой подкормки (через лист) существенно усиливает устойчивость культур к болезням и вредителям, улучшает качество урожая — повышает содержание сахаров, витаминов, белков и жиров в плодах и зерне.

Ключевые слова: промышленные отходы, переработка отходов, минеральные удобрения, комплексные минеральные удобрения, аммофос, калиевая селитра, нитрофоска, аммоний, моноаммоний фосфат, диаммоний фосфат.

UDC 661.152.3 https://doi.org/10.54251/2616-6429.2025.04.0002nu

L. Aikozova*, A. Tukibayeva, K. Kurbanbekov, K. Nazarkassym
cand.tech.sci., associate professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
cand.chem.sci., associate professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
cand.tech.sci., associate professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
master of chemical technology, lecturer, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
***Corresponding author's email:** laura.aykozova@mail.ru

STUDY OF THE CHEMICAL AND MINERAL COMPOSITION OF COMPLEX FERTILIZER

Abstract

This article shows that the use of technogenic waste as raw materials in the production of complex fertilizers not only improves the environmental situation of the region, but also allows you to create economically efficient production. In the non-ferrous metallurgy industries of our country, hundreds of millions of tons of industrial waste containing elements such as copper, zinc, magnesium, nickel, manganese, etc. have accumulated in the form of slag, sludge, etc. Every year, more than ten thousand tons of waste are added to these wastes. In this regard, research has been carried out on the processing of industrial waste.

Keywords: industrial waste, waste processing, Metallurgical slags, mineralogical composition, chemical reclamation, slag reclamation agents, chemical composition.

Introduction

The technological method and values of indicators for adding metallurgical slags to fertilizers are based on the features and special properties of metallurgical slags processing. The processes of adding metallurgical slag to ammophoska fertilizer obtained in laboratory conditions were studied. During the addition of microelements to the composition of fertilizers, various compound formation processes occur. Salts of microelements form several compounds with phosphate ions: $Me_3(PO_4)2{\cdot}nH_2O$; $MePO_4{\cdot}nH_2O$; $Me(H_2PO_4){\cdot}nH_2O$; $MeNPO_4{\cdot}nH_2O$, and these compounds have different solubility. It was found that in the $CuO\text{-}H_3PO_4\text{-}H_2O$ system at 250C there are three different phosphoric acid salts of copper. At $Cu_3(PO_4)_2{\cdot}3H_2O$, 20-57% P_2O_5 crystallizes, at 20-57% P_2O_5, $CuHPO_4{\cdot}H_2O$ crystallizes, and at higher concentrations, $Cu(H_2PO_4)_2$ crystallizes.

Materials and Methods

To determine the chemical and mineral composition of the ammophoska obtained in the experimental conditions, X-ray, IR spectroscopic and differential thermal analyses were carried out.

X-ray phase analysis of the product (Figure 6) was performed on a DRON-5 diffractometer at a voltage of 25 kV, a current of 8 mA, and a counter speed of 2 degrees per minute. We determined the ratio of diffraction lines based on the interplanar spacing values and intensities of phosphate, calcite, α - quartz, and crystal hydrates[1,2]. These diffraction lines Ao 3.43; 3.16; 2.79; 2.71; 1.936; 1.877; 1.837; 1.780 correspond to iron salts, and Ao 3.03; 2.29; 1.908 interplanar spacings indicate the presence of calcium salts in the product. The diffraction line Ao3.32 showed that it lies in quartz.

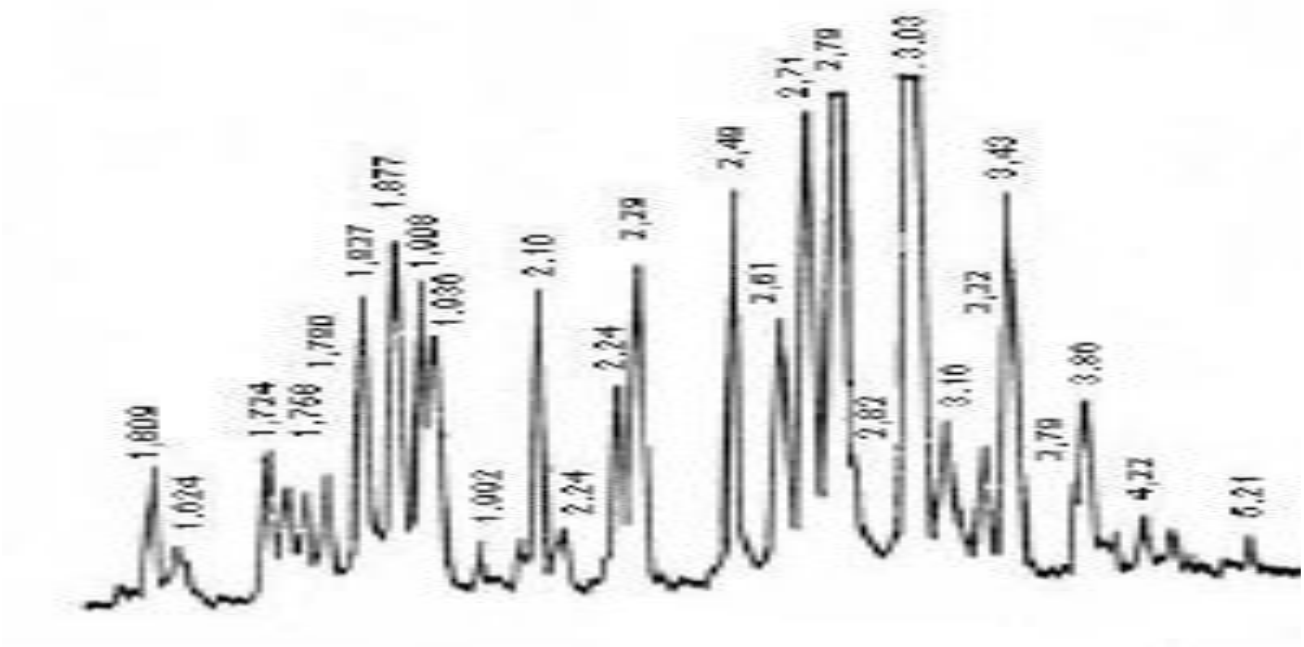


Figure 1. X-ray of the Ammofoska product

Results and Discussion

Identification of the mineral composition of the phosphate product was carried out by IR spectroscopy. IR spectra were carried out on a UR-20 device in the frequency range of 400-4000 cm-1. (Fig. 2). The samples were prepared by compaction of KVr. In the IR spectra of phosphate, absorption lines of antisymmetric valence and deformation motion of the RO4 ion are observed. The reduction of the correct tetrahedral symmetry of the RO4 ion to CO2 leads to its decomposition in the region of 566-600 cm-1 and 1026-1066 cm-1. [3-5]. The frequencies of motion in the phosphate spectrum are 880; 1430 cm-1 belonging to calcium salts. The displacement of the RO4 ion in the phosphate molecule to the CO2 group can be explained by the shift of the maximum of the motion lines to the high-frequency region, which is accompanied by the occurrence of absorption lines characteristic of carbonates in the phosphate mineral. The weak and medium intensities at 2500 and 3320 cm-1 belong to crystalline water.

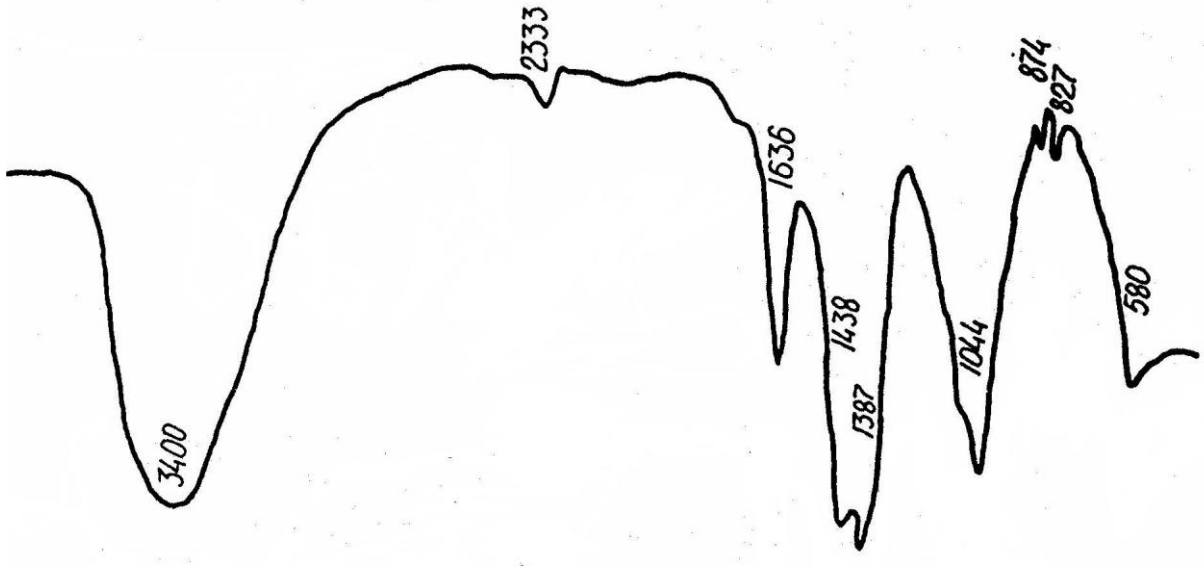


Figure 2. IR spectrum of the Ammofoska product

To obtain more detailed information about the composition and structure of individual components of phosphate fertilizer, solid-phase scanning electron microscopy (SEM) studies were conducted [6,7]. The analysis of electron microscopy studies showed that 12 chemical elements (O, Na, K, Mg, Al, Si, P, S, Ca, Fe, F, N) are present in the sample in different quantitative ratios. The amount of elements (Na, K, Mg), which make up the water-soluble part of phosphates, is significantly higher. The amount of sulfur in the form of sulfate is 2.24%. The amount of phosphorus, the main component, is from 9.04% (min) to 14.23% (max). This means 20.7% of the amount of P2O5. The amount of calcium is 8.37%, and aluminum is 8.68%. The amount of silicon is 46.85% (max). It is known that silicon is found only in natural minerals in the form of silicates. Therefore, it can be concluded that the presence of Si+4 ions in the sample occurs in the form of octahedral structural ions of silicon [SiO_6].

By means of the compositional-structural analysis of the SEM spectral results, we have confirmed that the components of phosphate fertilizer have natural features that are sensitive to changes in the pH of the environment. It was found that the phosphate components in the product are sensitive to hydrogen H+ ions.

The mineral composition and microstructure of the ammophoska obtained from the experiment, which contains industrial waste, shows the required amount of phosphorus, nitrogen, magnesium, potassium, and calcium. This, in turn, indicates the effectiveness of processing industrial waste to produce resource-saving fertilizers.

Conclusions

The raw materials required for the production of ammophoska are described. The process of obtaining ammophoska by neutralizing phosphoric acid of known concentration with ammonia water in two stages was studied in laboratory conditions. The results of experimental tests conducted on the production of complex fertilizer were compared with standard indicators.

To ensure the accuracy of the studied data, studies were conducted to determine the reactions of neutralization of phosphoric acid, i.e. the decomposition of phosphoric acid, and the main technological indicators of the process. In addition, ways of processing industrial waste slag were considered, and a scheme for obtaining fertilizers containing trace elements was proposed. The quality of the obtained complex fertilizer product was determined using modern methods of physicochemical analysis and crystal-optical analysis.

References

1. Technology of phosphorous and complex fertilizers / Ed. S. D. Evenchika and A. A. Brodskogo.- M.: Chemistry, 2000.- 464 p.
2. Fedyushkin, B.F. Mineral fertilizers with trace elements. Technology and application. -L.: Chemistry, 2001. -272 p.
3. Korenko, D. Productive use of mineral fertilizers-M.: Rosselkhozizdat, 2000.-221 p.
4. Dovgopol, V.I. Metallurgical slags in agriculture. -M.: Metallurgy, 2001.-40 p.
5. 7. Dokholova, A.N., Karmyshov, V.F., Sidorina, L.V. Production and application of ammophoski.- M., "Khimiya", 2000. -240 p.
6. Mikheev, V.I. Rengenographic determination of minerals. - Gosgeoltekhizdat, 2002.-50 p.
7. Peshkova, V.M., Gromova, M.I., Methods of absorption spectroscopy in analytical chemistry. - M., 2000.-109 p.

Л. Айкозова*, А. Тукибаева, К. Құрбанбеков, К. Назарқасым
т.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Казахстан
х.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Казахстан
т.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Казахстан
химиялық технология магистрі, оқытушы, Оңтүстік Қазақстан университеті. М. Әуезова, Шымкент, Қазақстан
***Корреспондент авторы:** laura.aykozova@mail.ru

КҮРДЕЛІ ТЫҢАЙТҚЫШТЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ МИНЕРАЛДЫ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

Түйін

Бұл мақалада техногенді қалдықтарды кешенді тыңайтқыштар өндірісінде шикізат ретінде қолдану аймақтың экологиялық жағдайын жақсартумен қатар, экономикалық тиімді өндіріс құруға мүмкіндік беретіндігі туралы көрсетілген. Еліміздің түсті металлургия өндірістерінде жүздеген миллион тонна мыс, мырыш, магний, никель, марганец, және т.б. элементтері бар өндіріс қалдықтары ретінде шлак, шлам және т.б. жинақталып қалған. Жыл сайын бұл қалдықтарға он мыңнан астам тонна қалдықтар қосылып жатыр. Осыған байланысты өндіріс қалдықтарын өңдеу бойынша зерттеу жұмыстары жүргізілді.

Кілттік сөздер: өндірістік қалдықтар, қалдықтарды қайта өңдеу, Металлургиялық қождар, минералогиялық құрам, химиялық мелиорация, қожды мелиорациялау агенттері, химиялық құрам.

Л. Айкозова*, А. Тукибаева, К. Курбанбеков, К. Назаркасым
к.т.н., доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
к.х.н., доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
к.т.н., доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
магистр химической технологии, преподаватель, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
***Автор для корреспонденции:** laura.aykozova@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО И МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА КОМПЛЕКСНОГО УДОБРЕНИЯ

Аннотация

В данной статье показано, что использование техногенных отходов в качестве сырья при производстве комплексных удобрений не только улучшает экологическую ситуацию в регионе, но и позволяет создать экономически эффективное производство. В цветной металлургии нашей страны скопились сотни миллионов тонн промышленных отходов, содержащих такие элементы, как медь, цинк, магний, никель, марганец и др., в виде шлака, осадка и т. д. Ежегодно к этим отходам добавляется более десяти тысяч тонн. В связи с этим были проведены исследования по переработке промышленных отходов.

Ключевые слова: промышленные отходы, переработка отходов, металлургические шлаки, минералогический состав, химическая утилизация, шлакореактиваторы, химический состав.

ӘОЖ 661.321.32 https://doi.org/10.54251/2616-6429.2025.04.0003nu

А.А. Анарбаев*, А.Т. Амирханова
т.ғ.к., профессор, М. Әуезов атындағы Онтістік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
магистрант, М. Әуезов атындағы Онтістік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
***Корреспондент авторы:** abib_28@mail.ru

СОЗАҚ КЕН ОРНЫНЫҢ АС ТҰЗЫН БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ ҚОСПАЛАРДАН ТАЗАРТУ ҮРДІСІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ЛИТИЙДІ БӨЛУ

Түйін

Тұздың әлемдік өндірісі 2019 жылы 330 млн.тоннадан асып жаңа жетістікке жетті. Азия елдері 2019 жылы 160 млн.тоннадан астам көлемде ас тұзын пайдаланып, барлық өндірлетін натрий хлоридінің ең ірі тұтынушысы болып табылады. Бұл көрсеткіш аймақтық химиялық және өнеркәсіптік орындарға, сондай-ақ халық санына байланысты. Әлемдік хлор өндірісі 2018 жылғы 72,9 млн.тоннадан 2028 жылы 98 млн. тоннаға дейін немесе орташа есеппен 25,1 млн. тоннаға, жылына шамамен 3% - ға өседі деп болжануда. Сондықтан жоғары таза натрий хлоридіне деген әлемдік нарықтың қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін өндіріске одан әрі жаңа технологияларды енгізу және ас тұзын қоспалардан тазарту әдістерін зерттеу ұсынылады.

Қанықкан ас тұзы ерітінділерінің сулы - тұзды жүйелерінің фазалық тепе - теңдігі 100 - 108,5°С температурадағы *Ca* және *Mg* хлоридтері мен сульфаттарының қоспаларының қатысуымен зерттелді және натрий хлоридінің кристалдану аймақтары анықталды. NaCl тазарту және литийді бөлу әдістері жасалды.

Кілттік сөздер: ас тұзы, натрий хлориді, кальций сульфаты, магний сульфаты, кристалдау.

Кіріспе

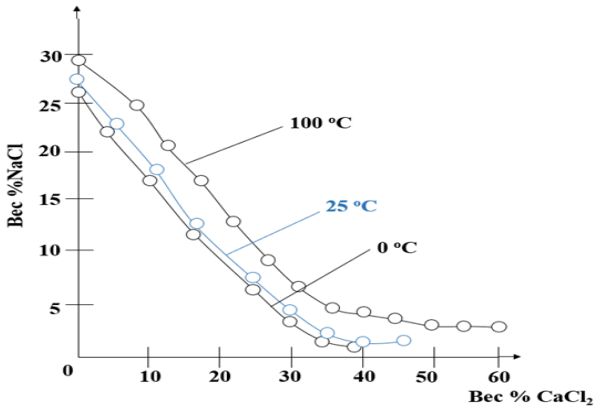
Қазіргі уақытқа дейін натрий хлоридін тазалаудың түрлі тәсілдері зерттелді. Тұздықтардан ас тұзын алудың келесі тәсілдері әзірленді:

1) кальций хлоридімен тікелей құю арқылы;

2) $CaCl_2$ қатысуымен тұздың политермиялық қайта кристалдау.

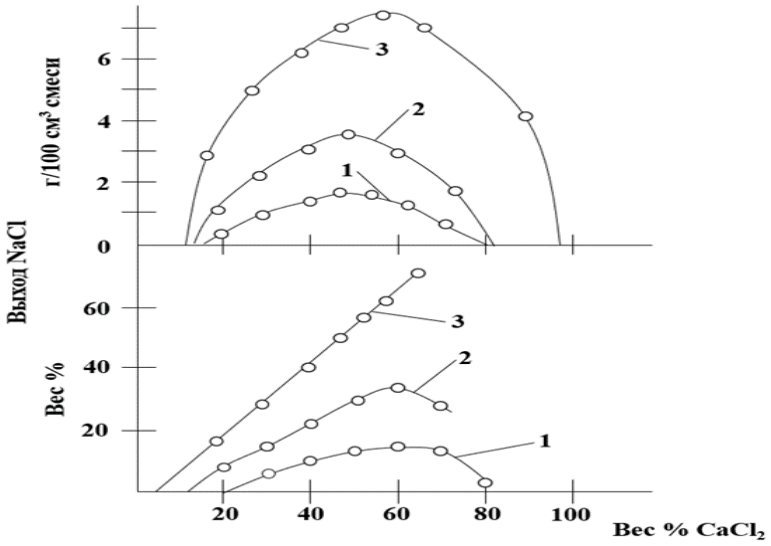
Екі жағдайда да таза, ұсақ кристалды тұз алынады және ерітінділерді буландыру бойынша қымбат операция жойылады [1].

Аталған тәсілдердің теориялық негізі 1-суретте $CaCl_2$ ерітінділерінде NaCl ерігіштік диаграммасы болып табылады, одан NaCl абсолютті ерігіштігі азаяды, ал ерігіштіктің температуралық коэффициенті ерітіндіде $CaCl_2$ концентрациясы жоғарылаған кезде өседі.



Сурет 1 - $CaC1_2$ ерітіндісіндегі NaCl ерігіштігі.

NaCl шығысы толығымен 2-суретте көрсетілгендей аралас тұздықтардың концентрациясы мен салыстырмалы мөлшеріне байланысты [2].



Сурет 2 - 25,36% NaCl (тұз = 26,29% кезінде) бар $CaCl_2$ ерітіндісі бар тұздықты ығыстырғанда NaCl шығысы 31,5% (1) 35% (2) және 40% (3)

Тазалықтың жоғары дәрежелі тұзы (99,9% NaCl және одан да көп) тұздың техникалық сорттарын және $NaCl*2H_2O$ қайта кристалданумен, сондай-ақ тұзды тұз қышқылымен өңдеу кезінде дайындайды[3].

Кесте 1-Құрамында түрлі $CaCl_2$ бар NaCl ерітінділерінің қайнау температурасы кезінде қаныққан ерітіндіні 0°С дейін салқындатқандағы NaCl шығысы [4].

$CaCl_2$ құрамы, г/100 г H_2O	NaC1 ерігіштігі г/100 г H_2O		Қайнау температурасы, ^{O}C	C_t/ C_O	NaCl шығымы
	0°С, C_O	$T_{қай.}$,Ct			
0	35,6	39,7	107,7	1,15	4,1
20	17,2	52,2	109,2	1,52	9,0
40	4,0	13,6	113	3,40	9,6
58	0,8	7,4	119	9,25	6,6

Материалдар мен әдістер

Құрамында 98,2% негізгі заты бар NaCl - "чда" маркалы дистилденген сумен экстрагироваланды және белгілі әдістеме бойынша кристалданды. NaCl ерітінділері тұндырады, центрофугалау, содан кейін булады. Барлық түскен NaCl кристалдары жатыр ерітіндісінен декантация арқылы бөлініп, вакуумда 100°С кезінде екі сағат бойы кептірілді. Алынған кристалды NaCl негізгі заттың 99% құрайды және жақсы қалыптасқан, жылтыр кристалдар болып табылады [5].

Кесте 2-NaClерігіштігі

Температура, ^{0}C	NaCl, %	Температура, ^{0}C	NaCl, %
21,2	24,42	60	27,07
0	26.28	80	27,55
20	26,39	100	28,15
40	26,68	180	30,99

Тұздықтардың химиялық құрамын анықтау белгілі әдістермен жүргізілді. Натрий мен калий жалынды фотометрия әдісімен, хлор - Фольгардт, кальций, магний және SO_4^{2-} - иондарды өлшеу әдісімен анықталды [6]. Ыстық әлсіз қышқылдан (pH = 4-6) сүзілген SO_4 тұздығы барий сульфаты түрінде $BaC1_2$ ерітіндісімен тұндырылған, жуылған, кептірілген және өлшенген. Кальций иондарын кальций карбонаты түрінде Na_2CO_3 ерітіндісімен шығарды. Магний күйдіргіш натриймен сілтілі (pH= 10 - 12) ерітіндіден $Mg(OH)_2$ түрінде тұнады [7].

Нәтижелер және талқылау

Талдау нәтижелері бастапқы тұздардағы кальций, магний және SO_4^{2-} - иондардың жоғары құрамын көрсетеді, ол химиялық таза ас тұзына ҚР МЕМСТ талаптарын қанағаттандырмайды және ауыр металдардың, барийдің, темірдің, калийдің, мышьяктың және аммоний тұздарының жоқтығын көрсетеді.

Жұмыстың көптеген авторлары тұздың техникалық сорттарын және $NaCl*2H_2O$ қайта кристалдануын (99,9% және одан да көп тазалықты) алуды, сондай-ақ HCl тұзын өңдеу кезінде көрсетеді. Алынған NaCl химиялық таза. Натрий хлоридінің жатық ерітіндісін бастапқы көлемнің жартысына дейін қайтадан буландырады, түскен кристалдарды бөліп, кептіреді, сұрыптайды [6, 8].

Жүргізілген талдау әдістемелері:

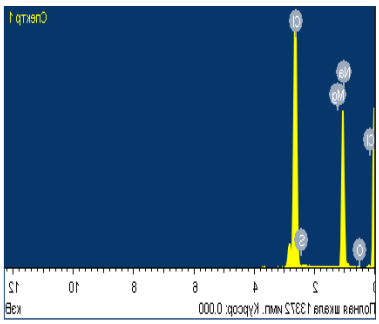
1. Барийлі-карбонатты
2. NaCl жоғары деңгейде тазалықты алудың тұзқышқыл тәсілі
3. Натрий хлоридін алудың реактивсіз тәсілі
4. Жоғары дәрежелі таза натрий хлоридін алудың барий-сілтілі әдісі.

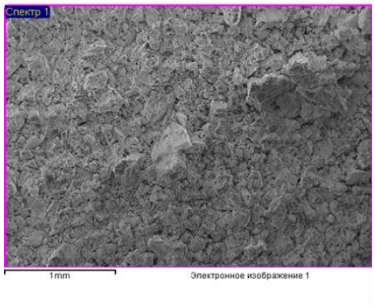
Кесте 3. Ас тұзын зерттеу нәтижелері

№	Еріту әдісі \ зерттелетін көрсеткіштер	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	SO_3^{2-}	Fe_2O_3
1	2	3	4	5	6	7
1	NaCl МЕСТ бойынша	59,44%	0,2%	0,32%	0,79%	0,01%
2	NaCl қаныққан ерітіндіде кристалданған	59,59%	0,07%	0,11%	0,28%	0,014%
3	NaCl қаныққан ерітінді + 1 мл HCl +H_2O 100мл дейін	58,92%	0,04%	0,09%	0,20%	0,032%
4	NaCl қаныққан ерітінді+ 5 мл HCl +H_2O 100мл	58,66%	0,06%	0,15%	0,3%	0,067%
5	NaCl қаныққан ерітінді+ 1,5 мл HCl +H_2O до 100мл	58,45%	0,07%	0,15%	0,44%	0,023%
6	NaCl қаныққан ерітінді +25 мл 1н HCl +H_2O 100мл дейін	59,81%	0,08%	0,17%	0,54%	0,032%
7	NaCl қаныққан ерітінді + 50мл 0,05нHCl +H_2O 100мл дейін	58,07%	0,12%	0,22%	0,59%	0,04%
8	NaCl қаныққан ерітінді+ 20мл 0,05н HCl +H_2O 100мл	57,49%	0,06%	0,05%	0,24%	0,09%

9	NaCl қаныққан ерітінді + 20мл H_2O +1мл 0,1нNaOH +1мл 10% Na_2CO_3 + H_2O 100мл	57,81%	0,06%	0,18%	0,44%	0,014%
10	NaCl қаныққан ерітінді+ 20мл H_2O +0,5мл 0,1нNaOH +2 тамшы 10% Na_2CO_3 + H_2O 100мл дейін	60,32%	0,07%	0,13%	0,37%	0,016%

Элемент	Салм. %	Атомды,%
O	1.05	1.91
Na	36.91	46.90
Mg	0.21	0.25
S	0.00	0.00
Cl	61.72	50.85
Ca	0.11	0.08
Жалпы	100.00	





Сурет 3. Алынған ас тұзының химиялық құрамы

Қорытынды

Қорыта айтқанда бұл жұмыста Созақ кен орнының ас тұзының орташа химиялық құрамы және оны қоспалардан тазарту әдістері зерттелді. Жоғары температура кезінде натрий хлоридінің қатысуымен әдебиетте және зерттелген жүйелерді кальций магний, натрий сульфаттары мен хлоридтерінің қатысуымен талдау қаныққан тұздықтарды ыстық сүзу кезінде натрий хлоридін тазартудың принципті мүмкіндігін көрсетеді, $CaCl_2$, $MgCl_2$,Na_2SO_4, $CaSO_4$, $MgSO_4$, KCl. Алайда, натрий хлоридін 2-3 қайта кристалдау кезінде жүргізілген көптеген тәжірибелер ерітіндіден сульфат-иондарды толық алып тастамауын және нәтижесінде олардың мақсатты өнімде химиялық таза ас тұзына қойылатын талаптарды қанағаттандырмайтын мөлшерде болуын көрсетеді. Әдеби деректер және натрий хлоридінің қатысуымен зерттелген сулы-тұз жүйелері негізінде техникалық ас тұзын терең тазартудың үш тәсілі әзірленді: барий-карбонатты, тұзды - қышқылды және барий-сілтілі. Алынған өнімдердің шығуы 75%-дан 91,5% - ға дейін құрайды және өнімнің құрамында 99,5- 99,91% дейін негізгі зат бар. Тазартылған тұздықтың құрамындағы 72-78 мг/кг литий хлоридін экстракция жасау арқылы бөліп алуға болады. Экстракция процессі кезінде литий хлоридінің экстрактқа өту дәрежесі 98,9-99,8% құрайды және ол қосымша өнім болып саналады. Алынған литий концентратынан литий тұздары алынады.

Әдебиеттер тізімі

1. Зайцев И.Д., Ткач Г.А., Стоев Н.Д., Производства соды. М.: Химия, 1986, 312 с.
2. Bertrain B.M. Salt. Mining Eng., 2010, Vol. 42, No. 6, P. 572-574.
3. Способ очистки натрия хлорида. Заявка 2012117705/05. РФ, ФГУП. Опубликовано: 2013.10.20
4. Способ получения поваренной соли. Заявка 93008171/26. РФ, АО «Уралкалий» Опубликовано: 2006.03.20
5. Способ получения хлорида натрия. Заявка 2011121143/05. Нидерланды, АКЦО Нобель Н.В. Опубликовано: 2014.01.20

6. Способ извлечения натрия из рассолов. Заявка 2231506. Великобритания, МКИ В 01 39/02. Опубл. 21.11.10 г.
7. Шихеева Л.В., Нечепуренко В.Я., Макарова Л.В., Данилов Н.П. Способ выделения сульфата нʻатрия из сульфат-хлориднʻых растворов. М.: Академия, 2009, 127 с.
8. Chirico Antony N. Process for recovery of chemicals from saline water. Pat. USA. No. 854811 опубл. 25.12.09.

References

1. Zajcev I.D., Tkach G.A., Stoev N.D., Proizvodstva sody. M.: Himiya, 1986, 312 s.
2. Bertrain B.M. Salt. Mining Eng., 2010, Vol. 42, No. 6, P. 572-574.
3. Sposob ochistki natriya hlorida. Zayavka 2012117705/05. RʻF, FGUP. Opublikovano: 2013.10.20
4. Sposob polucheniya povarennoj soli. Zayavka 93008171/26. RʻF, AO «Uralkalij» Opublikovano: 2006.03.20
5. Sposob polucheniya hlorida natriya. Zayavka 2011121143/05. Niderlandy, AKCO Nobel' N.V. Opublikovano: 2014.01.20
6. Sposob izvlecheniya natriya iz rassolov. Zayavka 2231506. Velikobritaniya, MKI V 01 39/02. Opubl. 21.11.10 g.
7. SHiheeva L.V., Nechepurenko V.YA., Makarova L.V., Danilov N.P. Sposob vydeleniya sul'fata nʻatriya iz sul'fat-hloridnʻyh rastvorov. M.: Akademiya, 2009, 127 s.
8. Chirico Antony N. Process for recovery of chemicals from saline water. Pat. USA. No. 854811 opubl. 25.12.09.

А.А. Анарбаев*, А.Т. Амирханова
к.т.н., профессор, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
магистрант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
***Автор для корреспонденции:** abib_28@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ПОВАРЕННОЙ СОЛИ СОЗАКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОТ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ И ВЫДЕЛЕНИЕ ЛИТИЯ

Аннотация

Мировое производство соли достигло нового рекорда более 330 млн. тонн в 2019 году. Азия является самым крупным потребителем хлорида натрия из всех регионов, в объеме более 160 млн. тонн в 2019 году. Обусловлен этот факт региональными химическими и промышленными секторами, а также численностью населения. Прогнозируется, что мировое производство хлора вырастет с 72,9 млн. тонн в 2018 году до 98 млн. тонн в 2028 году или же в среднем на 25,1 млн. тонн, около 3% в год. Поэтому целесообразно исследование способов очистки поваренной соли для дальнейшего введения в производство чтобы удовлетворить потребноси мирового рынка в высокочистом хлориде натрия.

Изучены фазовые равновесия водно- солевых систем растворов насыщенной пищевой соли, в присутствии примесей хлоридов - и сульфатов Са и Mg при температурах 100 - 108,5°С и найдены области кристаллизации хлорида натрия. Разработаныметодыочистки NaCl и разделения лития.

Ключевые слова: поваренная соль, хлорид натрия, сульфат кальция, сульфат магния, кристаллизация.

A.A. Anarbaev*, A.T. Amirkhanova
Cand.Tech.Sci., Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
Master's student, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
***Corresponding author's email:** abib_28@mail.ru

INVESTIGATION OF THE PURIFICATION PROCESS OF THE SALT OF THE SOZAK DEPOSIT FROM INORGANIC IMPURITIES AND THE RELEASE OF LITHIUM

Abstract

Global salt production reached a new record of more than 330 million tons in 2019. Asia is the largest consumer of sodium chloride of all regions, with more than 160 million tons in 2019. This is due to the regional chemical and industrial sectors, as well as the size of the population. Global chlorine production is projected to grow from 72.9 million tons in 2018 to 98 million tons in 2028, or an average of 25.1 million tons, about 3% per year. Therefore, it is advisable to study methods for cleaning table salt for further introduction into production to meet the needs of the world market in high-purity sodium chloride.

Phase equilibria of water-salt systems of solutions of saturated food salt in the presence of impurities of chlorides and sulphates of Ca and Mg at temperatures of 100-108.5°C were studied and areas of crystallization of sodium chloride were found. Methods for cleaning NaCl have been developed and lithium separation.

Keywords: table salt, sodium chloride, calcium sulfate, magnesium sulfate, crystallization.

ӘОЖ 661.321.32 https://doi.org/10.54251/2616-6429.2025.04.0004nu

А.А. Анарбаев[1], Б.Н. Кабылбекова[1*], Е.А. Анарбаев[1], А.Ж. Туменбаев[1], С.Р. Боладо[2]
[1]т.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
[1]т.ғ.д., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
[1]аға ғылыми қызметкер, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
[1]магистр, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
[2]профессор, Валладолид университеті, Валладолид, Испания
***Корреспондент авторы:** balzhan.kbn@bk.ru

ҚАҚТАЛҒАН СОДА ӨНДІРІСІНІҢ ДИСТИЛЛЕР СҰЙЫҚТЫҒЫ ЖАРТЫ ГИДРАТТЫ КАЛЬЦИЙ СУЛЬФАТЫН АЛУ ПРОЦЕССІН ЗЕРТТЕУ

Түйін

Қақталған сода өндірісінде үлкен мөлшерде дистиллер сұйықтығы бөлінеді және ол толығымен қайта өңделмейді. Ол өнідіріс қалдығы ретінде қалдықтар қоймасында жиналуда. Мұндай қалдықты жан жақты өңдеу толық жолға қойылмаған, сондықтан оның тиімді өңдеу жолдарын зерттеп қарастыру қажет. Дистиллер сұйықтығының құрамындағы кальций хлориді мен натрий сульфатының әрекеттесу рекциясының термодинамикалық көрсеткіштері температур 0-100^{O}C (273-373K) аралығында есептеліп реакциялардың $\Delta G_т^0$ мәні теріс санға тең және ол кальций хлориді мен натрий сульфатының әрекеттесіп NaCl, $CaSO_4 \cdot O,5H_2O$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, $MgSO_4$ және NaOH түзілу мүмкіндігін көрсетеді. Температура өскен сайын реакцияның жүру мүмкіндігі төмендейді, өйткені $\Delta G_т^0$ теріс мәні азаяды. Зерттеу нәтижесінде тұнбаның негізгі құрамында CaO және SO_4^{2-} кальций сульфаты $CaSO_4 \cdot O,5H_2O$ қосылысы түрінде болатындығы зерттеліп анықталды. Кальций хлоридінің натрий сульфатымен әрекеттесіп температура 95°C ыдырау дәрежесі 96,4% құрады. Тұнбаның құрамындағы $CaSO_4 \cdot O,5H_2O$ түзілуі РФА және РЕМ арқылы талдау жасалып дәлелденді.

Кілттік сөздер: қақталған сода, дистиллер сұйықтығы, гипс, жартыгидратты кальций сульфаты.

Кіріспе

Қақталған сода Қазақстанда шығарылмайды және тапшы өнім болып табылады және де халық шаруашылығының көптеген салаларында қолданылады. Химиялық өндірістерге қолданылатын қақталған сода Қазақстан Республикасында жылына 700 мың тоннаны құрайды, ал Орталық Азия Республикаларын есептегенде бұл қолдану саны 2-3 есеге артады. Қақталған сода өндірісін ұйымдастыру үшін Оңтүстік аймақта үлкен табиғи шикізат қорлары – натрий хлоридінің, натрий сульфатының, әк тасының және Ақтау қаласында аммиак өндірісі қойылған. Осыған орай оңтүстік аймақта қақталған сода өндірісін ұйымдастыру қолға алынуда [1, 2].

Қақталған сода өндіретін аммиакты әдістің де үлкен көлемде қолданылғанымен оның да айтарлықтай кемшіліктері де бар: 1 тонна содадан 10 м^3 заласыздандырылмайтын хлоридті сұйықтықтар, құрамында кальций карбонаты, кальций және натрий хлоридті шлам түзіледі.

Материалдар мен әдістер

Теориялық талдау

Қазіргі уақытта қақталған сода өндірістері жұмыс істеп тұрған Қитай, Индия, Польша, Украина и Ресей жатады және онда жалпы мөлшері 1,0 млрд. тонн қатты кальций- и карбонат құрамды қалдық жиналған. Жыл сайын оның құрамы 1,0-1,5 млн. тоннға ұлғайуда және ол қошаған ортаны, өзенджер мен көлдерді, егістік алқаптарды ластауда. Мұндай мәселелер дүние жүзі бойынша сода зауттарында байқалады [1].

Экологиялық және қаржылық есептеулер қалдықты қайта өңдеуде айтарлықтай келесі жетістіктер бар екенін көрсетті:

- өзендерге құйылатын дистиллер сұйықтығының мөлшерін қысқарту (1% азайту, немесе

42 х 103 $м^3$ жылына);

- Бұл тұнбаға түскен тұздарды тұз өндіру өнеркәсіптерінде қолдануға әсер етеді;
- тұз қышқылын тұтынуды 2,1% азайтады (NaCl қайтаруды 26,8 х 109 г/ ж).
- Пайдалы кіріс жылына 135 000 евроны құрайды. Жалпы тікелей келетін пайда жылына 363 000 евроны құрайды.

Көптеген әлемнің дамыған елдерінде қақталған соданы Сольве әдісімен алады [1]. Қақаталған соданы үлкен мөлшерде химиялық, металургиялық, мұнай химиялық, шыны және жуғыш құралдар салаларында қолданады. Химиялық өндірістерде орто, полифосфаттар және натрий гидроксиді өндіретін салаларда айтарлықтай мөлшерде соданы қолданады. 1991жылдың мәліметтері бойынша ТМД және шетелдерде 70 – тен астам сода өндіретін зауыттар бар, олардың негізгілері әлемнің 34 елдерінде орналасқан [2,3]. Осылармен қатар зауыттардың маңайындағы территорияларға 2800 млн. тоннадан астам құрамында хлор ионы бар қалдықтар жиналған. Тек қана Ресейдің өзінде 40 млн.тоннадан астам құрамында кальций және карбонат иондары бар қатты қалдықтар жиналған және жыл сайын 28 – 30млн. $м^3$ құрамында хлор ионы бар қалдықтар түзіледі, осының барлығы қоршаған ортаны айтарлықтай ластауда.

Бірақта бұл әдіс те кейбір кемшіліктерімен сипатталады: натрийдің қолданылуы 2/3, ал хлор және кальцийді іс жүзінде қоданбайды. Осыдан барып 1тонна сода алғанда шығарылатын 10$м^3$ ағын сулары, ал ағынның құрамы: 10-14% $CaCl_2$, 5-7% NaCl және т.б. зиянды қоспалардан тұрады, және де залалсыздандыруды қажет етеді; энергияның шығыны айтарлықтай (әк тасын күйдіруге кеткен); капиталдың көп шығыны (қондырғылардың ірілігі).

Польша ғалымдары лабораториялық жағдайда таза реагенттерден 25% күкірт қышқылын және натрий сульфатын пайдалана отырып дистиллерлі шлам өндеу мүмкіндігін зерттеді. Ертіниді ортасының pH 11-ден 3-ке азайта отырып және ақырын араластырып 250 мкм кристаллды өлшемдегі гипс алды. Дегенмен хлор иондарын 0,1% NaCI дейін шаюға тонна гипске 11,4 тонн су шығындалады, ал 0,01% NaCl құрамды 1,0 тонна гиспке 22,9 тонна су қажет, сонымен қатар натрий сульфатының және күкір қышқылының қымбат реагенттері қолданылады[4].

Дистиллерлі сұйықтықты утилизациялау сұрақтары бойынша тағы да басқа жұмыстар көптеп келтірілген [5-8]. Бұл жұмыстарда экономикалық пайдадан басқа, экологиялық артықшылықтардың бар екені байқалады.

Қытай ғалымдары Yanmin Shen и Tiangui Wang [9] натрий сульфаты тұзын пайдаланып дистеллерлі сұйықтықтың моделдік құрамынан натрий хлориді ертіндісін алуды зерттеді және 45-75ºС температура аралығында 90%-ға Ca^{2+} ионының шөгуі жүрген стехиометриялық санында 20 мин. аралықта натрий сульфатын бөлек қосқан кезде үрдістің ұзақтығы 50 мин, ал натрий сульфатының артық мөлшері Ca^{2+} ионының тұнбаға түсуін баяулатады. Дегенмен, осы мақалада гипстің сүзу жылдамдығын, Қ:С қатынасының әсері, алынған натрий хлориді ерітіндісінің құрамы зерттелмеген.

Жүргізілген қысқаша аналитикалық шолу әлемде табиғи натрий сульфатын пайдану арқылы дистиллерлі сұйықтықты қайта өндеу технологиясының жоқ екендігін көрсетті.

Тәжірибелік бөлім.

Кальций хлориді мен натрий сульфатының әрекеттесуі нәтижесінде бірнеше реакция жүруі мүмкін. Бастапқыда натрий сульфатымен кальций хлориді әрекеттесіп келесі (1) реакция бойынша жүреді.Бұл реакцияның жүру мүмкіндігін Гиббс энергиясын (ΔG_T^0) температура 0-100^{O}С (273-373К) есептеуді арнайы Outokumpy компаниясы жасаған программа HSC-51комплексі, программа Reaction Equations пайдаланып қосылыстардың мәні ΔH_T^0 және S_T^0 арқылы есептейді [10].

Қосылыстардың термодинамикалық есептеулері Гиббс энергиясының (ΔG_T^0) температураға (t) қатысты реакциялардың мәндері кесте 1 көрсетілген.

Кесте 1 – Гиббс (ΔG_T^0) энергиясының температураға тәуелділігі

1.$Na_2SO_4+CaCl_2+O,5H_2O=2NaCl+CaSO_4 \cdot O,5H_2O$					
T, ^OC	ΔH^O_T, кДж	ΔS^O, Дж/К	ΔG^O_T, кДж	K	LogK
0	-76,251	-9,703	-73,6	1,19E+14	14,076
10	-88,937	-56,102	-73,051	3,00E+13	13,477
20	-89,595	-58,388	-72,479	8,23E+12	12,916
30	-90,238	-60,546	-71,884	2,44E+12	12,387
40	-90,866	-62,582	-71,268	7,74E+11	11,889
50	-91,478	-64,505	-70,633	2,62E+11	11,418
60	-92,074	-66,323	-69,978	9,39E+10	10,973
70	-92,655	-68,041	-69,306	3,56E+10	10,551
80	-93,221	-69,667	-68,618	1,41E+10	10,15
90	-93,772	-71,206	-67,913	5,88E+09	9,769
100	-94,309	-72,666	-67,194	2,55E+09	9,407
2. $CaCl_2+MgCl_2+Ca(OH)_2+3Na_2SO_4+4H_2O=2CaSO_4 \cdot 2H_2O_{тв}+MgSO_4+$ $+4NaCl+2NaOH$					
T, ^OC	ΔH^O_T, кДж	ΔS^O, Дж/К	ΔG^O_T, кДж	K	Log(K)
0	-70,213	-13,252	-66,593	5,44E+12	12,736
10	-95,578	-106,027	-65,556	1,24E+12	12,095
20	-96,886	-110,567	-64,473	3,08E+11	11,489
30	-98,159	-114,838	-63,346	8,24E+10	10,916
40	-99,394	-118,845	-62,177	2,36E+10	10,372
50	-100,595	-122,622	-60,97	7,18E+09	9,856
60	-101,766	-126,19	-59,725	2,32E+09	9,365
70	-102,908	-129,57	-58,446	7,90E+08	8,898
80	-104,026	-132,78	-57,135	2,83E+08	8,452
90	-105,12	-135,834	-55,791	1,06E+08	8,026
100	-106,192	-138,747	-54,418	4,15E+07	7,618

Кесте көрсетілгендей температур 0-100^{O}C (273-373К) аралығында реакция 1 және 2 ΔG_T^0 мәні теріс санға тең және ол кальций хлориді мен натрий сульфатының әрекеттесіп NaCl, $CaSO_4 \cdot O,5H_2O$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, $MgSO_4$ және NaOH түзілу мүмкіндігін көрсетеді.

Температура өскен сайын реакцияның жүру мүмкіндігі төмендейді, өйткені ΔG_T^0 теріс мәні азаяды. Алынған термодинамикалық мәліметтер тәжірибе жүргізуде қолданылып ескерілді.

Зерттеуге табиғи натрий сульфаты және дистиллер сұйықтығы қолданылды. Шикізаттың минералды құрамы: Na_2SO_4 - 92,95%; $CaSO_4$ – 3,2%; $MgSO_4 \cdot H_2O$ - 0,57%; Fe_2O_3- 0,09%; Al_2O_3 - 0,40%; е.з. - 1,42%; ылғал - 0,56%.

Тәжірибеде зерттеуге 200 г дистиллер сұйықтығы; натрий сульфатының шығыны 84÷100% стехиометрия бойынша. Процесте ыдыртау уақыты 15 ÷ 60 минут, процестің температурасы 70-95^{O}C құрайды.

Нәтижелер мен талқылау.

Зерттеу нәтижелері келесі 2 және 3 кестеде көрсетілген. 2 кестеде көрсетілгендей температура 70°С ден 95°С жоғарылағанда ерітіндідегі Ca^{2+} ионы өзгеріссіз 0,13-0,16% аралығында болады, ал қоспа заттар Fe^{3+} және Al^{3+} 0,001-0,003% аралығында болып ыдырау дәрежесіне әсер етпейді. Қалған ққоспалар Ca, Mg, Fe, Al және е.з. кальций сульфатымен бірге тұнбаға түседі.

Кесте 2 – Температураның кальций хлоридінің ыдырау процессіне әсері

№	Темпе-ратура °С	Сұйықтық құрамы, масс.%							Ыдырау дәрежесі, %
		Ca^{2+}	SO_4^{2-}	Mg^{2+}	Na^{+}	Cl^{-}	Fe^{3+}	Al^{3+}	
1	70	0,157	0.71	0,002	6,97	9,57	0,002	0,003	97,0
2	80	0,132	1,02	0,001	8,41	9,39	0,002	0,002	94,6
3	90	0,158	0,79	0,001	5,93	7,39	0,001	0,001	96,4
4	95	0,161	0,12	-	7,36	10,1	0,001	0,001	93,6

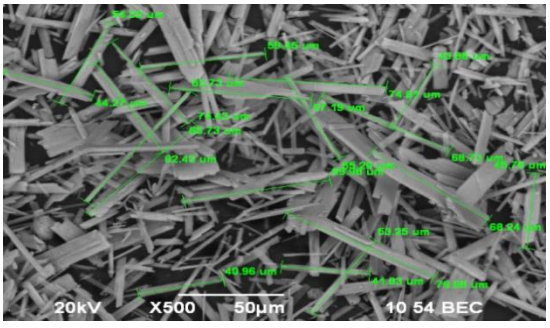
Кесте 3 температура 70-95^{O}С және процестің уақыты 45 минутта алынған тұнбаның құрамы көрсетілген.

Кесте 3 – Тұнбадағы кальций сульфатының құрамы

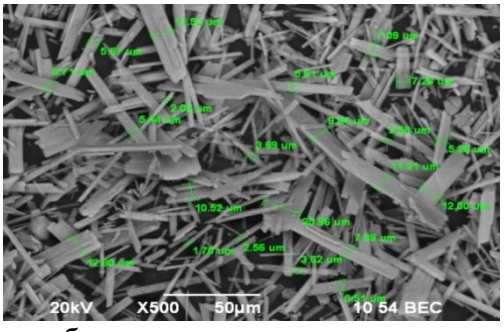
№	Тем-пера-тура, °С	Тұнабның құрамы, масс.%								Ыды-рау дәрежесі, %
		CaO	SO_4^{2-}	MgO	Na_2O	Cl	CO_2	Fe_2O_3	H_2O	
1	90	35,18	61,19	0,14	0,54	0,17	1,04	0,62	0,37	96,4
2	95	37,04	58,94	0,14	0,62	0,24	1,04	0,76	0,24	93,6
3	100	36,76	59,02	0,13	0,82	0,31	1,04	0,75	0,22	92,6

Кесте 3 көрсетілгендей тұнбаның негізгі құрамында CaOжәне SO_4^{2-} кальций сульфаты қосылысы түрінде болады. Сонымен қатар тұнбада аздаған мөлшерде қоспа заттар MgO 0,13÷0,14%,$Fe_2O_3$0,61÷0,76%,Al_2O_3 0,71÷ 0,89%,SiO_2 0,08÷0,09% кездеседі. Температура 95^{O}С кальций хлоридінің ыдырау дәрежесі 96,4% құрады. Зерттелген температура 90-95°С аралығында жарты гидратты кальций сулфьаты түзілетін температур 95°С болып саналады.

Кальций сульфатының кристалы және оның өлшемдері РЭМ түсірілген микрофотографияда көрсетілген (сурет 1,2). Кристалды орташа өлшемі және меншікті беті сканерлі фотоседиментограф ФСХ-6 жабдығында жүргізілді.

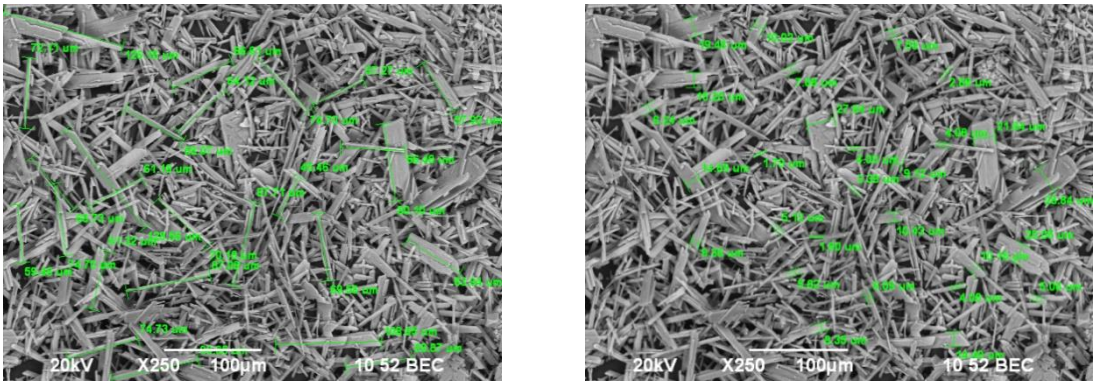


а- кристаллдың ұзындығы



б- кристаллдың қалыңдығы

Сурет1 – Температура 90^{O}С алынған жарты гидратты кальций сульфатының микрофотографиясы



а- кристаллдың ұзындығы б- кристаллдың қалыңдығы

Сурет 2 - Температура 95ºС алынған қосгидратты кальций сульфатының микрофотографиясы

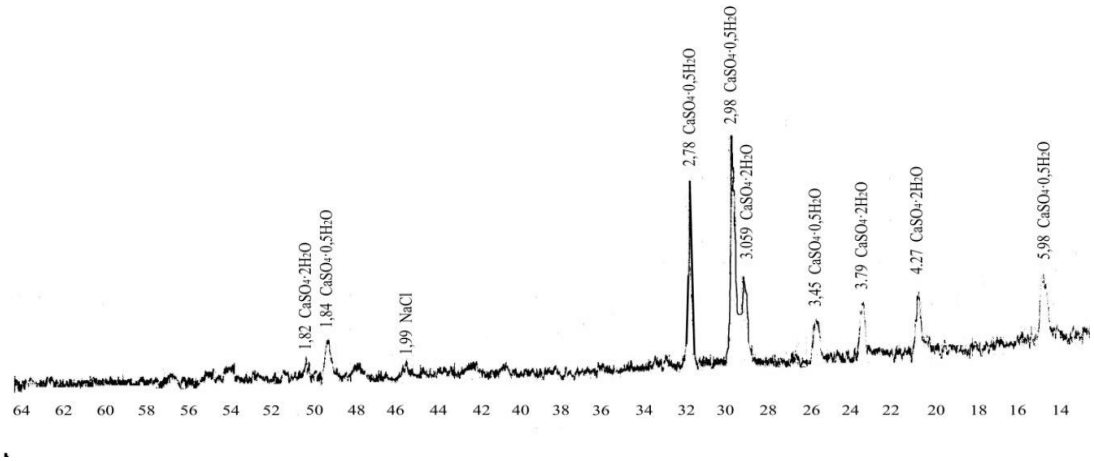
Сурет 2 және 3, көрсетілгендей кальций сульфаты температура 90°С және 95^{O}С негізінен ұзартылған призма түрінде кристаллға түседі және кристалдың көпшілігі жарты гидратты ине тәрізді кристалл түрінде призма алаңында орналасқан кальций сульфатына жатады.Тұнбада тек қана гипстен басқа жарты гидраттың түзілуі байқалады.Температура 95ºС түзілген кристалдың өлшемі аздап үлкендеу келеді және оның орташа шеңбері 49,6 мкм құрайды және кристалдары жіңішкелеу келеді.

Тәжірибе нәтижесінде алынған көрсеткіштер бойынша түзілген тұнба кальций сульфатын ДТА, РФА и ИК-спектроскопиялық талдау әдістерімен зерттеулер жүргізілді (сурет 3, 4).

Температура 90ºС алынған тұнбада (сурет 3), эндотермиялық эффект 146-170ºС, гипстің дегидратациясына сәйкес келеді. ДТА талдауы бойынша температура 95ºС алынған тұнбаның дифференциальды сызығында (сурет 3), анық эндотермиялық эффект 160-180ºС байқалып $CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O$ дегидратациясына сәйкес келеді, өйткені жартыгидратты кальций сульфатының сусызданып ангидритке өткенін көрсетеді. Сонымен суреттер 3 көрсетілген дериватограмма температура 95ºС жарты гидратты кальций сульфатыныңттүзілгенін дәлелдейді.

Сурет 3 - Температура 95^{O}С алынған гипс- $CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O$ ДТА талдауы

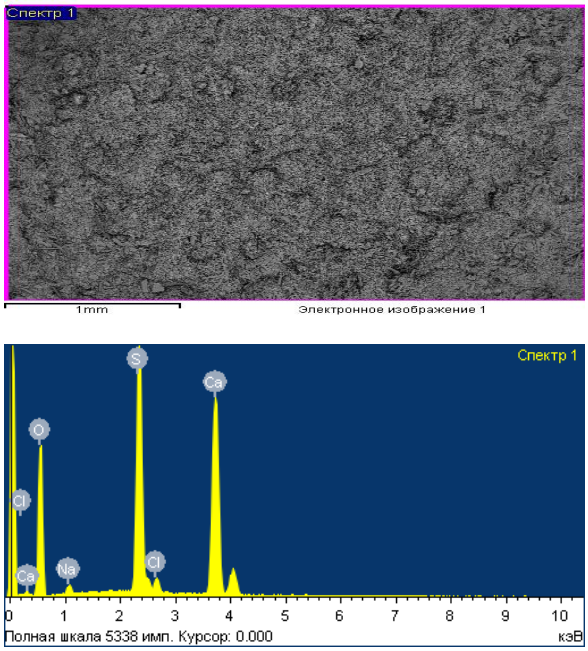
Келесі 4 суретте тұнбаның дифратограммасы құрамында кристаллогидрат $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ қатысты дифракциялы максимум d=1,82 3,05, 3,79, 4,27A^0 және $CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O$ қатысты дифракциялы максимум и d=1,84, 2,78, 2,98, 3,45, 5,98A^0 сәйкес байқалады, сондай ақ NaCI дифракциялы максимум d=1,99 A^0 сәйкес келеді.



Сурет4 - Температура 95ºС алынғанжартыгидратты гипстің дифрактограммасы

Сумен шайылған кальций сульфаты $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$кристалының ұзындығы 41,15 - 70,42 мкм және қалыңдығы 1,70 - 20,88 мкм құрайды. Тұнбаның элементті құрамы суретте 5 көрсетілген.

Элемент	Салмағы %	Атомды %	Қосылыс, %
O	56.48	74.48	
Na	0.12	0.16	
S	18.61	12.25	
Cl	0.09	0.05	NaCI-0,14
Ca	24.44	12.87	$CaSO_4$.0,5 H_2O-87,92



Сурет 5 - Температура 90ºС сумен шайылған жартыгидратты гипстің элементті құрамы

Сумен жуылып шайылған тұнбаның құрамында NaCI-0,14% және 87,92% $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$ бар екендігіанықталды.

H2тижесінде шайылған жартыгидратты кальций сульфатының құрамында $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ және $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$ кездесетіндігі анықталды. Сондықтан толық жарты гидртатты гипсті алу үшін қоспа жарты және қосгидратты кальций сульфатын температура 140-160^{O}C қақтау қажет.

Қорытынды

Дистиллер сұйықтығының құрамындағы кальций хлориді мен натрий сульфатының әрекеттесу раекциясының термодинамикалық көрсеткіштері температур 0-100^{O}C (273-373К)

аралығында есептеліп реакциялардың $\Delta G_т^0$ мәні теріс санға тең және ол кальций хлориді мен натрий сульфатының әрекеттесіп NaCl, $CaSO_4 \cdot O,5H_2O$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, $MgSO_4$және NaOH түзілу мүмкіндігін көрсетті. Температура өскен сайын реакцияның жүру мүмкіндігі төмендейді, өйткені $\Delta G_т^0$ теріс мәні азаяды.

Зерттеу нәтижесінде тұнбаның негізгі құрамында CaO және SO_4^{2-} кальций сульфаты $CaSO_4 \cdot O,5H_2O$ қосылысы түрінде болатындығы зерттеліп анықталды. Кальций хлоридінің натрий сульфатымен әрекеттесіп температура 95°Сыдырау дәрежесі 96,4% құрады. Тұнбаның құрамындағы $CaSO_4 \cdot O,5H_2O$ түзілуі РФА және РЕМ арқылы талдау жасалып дәлелденді.

Әдебиеттер тізімі

1. Крашенинников С.А. Технология соды М.: Химия, 2001, 304с.
2. Зайцев И.Д., Ткач Г.А., Стоев Н.Д. Производство соды. Переизд. М.: Химия, 2003, 312с.
3. Исарев Л.А. Содовая промышленность за рубежом // Обзорная информация, серия «Содовая промышленность», М. НИИТЭХИМ, 2014, С. 25-28.
4. Kasikowski T., Buczkowski R., Cichosz M. Utilization of synthetic soda-ash industry by products // Int. J. Production Ekonomics, 2008, no. 112, pp. 971-984.
5. Kasikowski T., Buczkowski R., Cichosz M., Lemanowska E. Combined distiller waste utilization and combustion gases desulphurization metod // Resources, Conservation and Reccycling, 2007, 51, pp. 665-690.
6. Туктарова М.Р., Опарина Ф.Р., Исламутдинова А.А. Утилизация дистиллерной жидкости с получением волластонита. /Сборник материалов 63-ей научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: Кн.2. Уфа: УГНТУ, 2012, С.370-372.
7. Насыров Р.Р., Дамиев Р.Р. Метод переработки основного отхода производства кальцинированной соды№ // Башкирский химический журнал, 2008. Том 15.3, pp. 95-100.
8. Yanmin Shen, Tiangui Wang. NaCl Brine Preparation from Distiller Waste and Na_2SO_4 // Advanced Materials Research, 2011, Vols. 233-235, pp. 897-902.
9. ROINE., Outokumpy HSC Chemistry for Windows. Chemical Reaction and Eguilibriumloftware with Extensive Thermochemical Database, Pori: Outokumpy Research OY, 2012, pp. 433-435.

References

1. Krasheninnikov S.A. Tekhnologiya sody M.: Himiya, 2001, 304s.
2. Zajcev I.D., Tkach G.A., Stoev N.D. Proizvodstvo sody. Pereizd. M.: Himiya, 2003, 312s.
3. Isarev L.A. Sodovaya promyshlennost' za rubezhom // Obzornaya informaciya, seriya «Sodovaya promyshlennost'», M. NIITEKHIM, 2014, C. 25-28.
4. KasikowskiT., BuczkowskiR., CichoszM. Utilization of synthetic soda-ash industry by-products.// Int. J.ProductionEkonomics, 2008, no. 112, pp. 971-984.
5. Kasikowski T., Buczkowski R., Cichosz M., Lemanowska E. Combined distiller waste utilization and combustion gases desulphurization metod // Resources, Conservation and Reccycling, 2007, 51, pp. 665-690.
6. Tuktarova M.R., Oparina F.R., Islamutdinova A.A. Utilizaciya distillernoj zhidkosti s polucheniem vollastonita. /Sbornik materialov 63-ej nauchno-tekhnicheskoj konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh: Kn.2. Ufa: UGNTU, 2012, C.370-372.
7. Nasyrov R.R., Damiev R.R. Metod pererabotki osnovnogo othoda proizvodstva kal'cinirovannoj sody№ // Bashkirskij himicheskij zhurnal, 2008. Tom 15.3, pp. 95-100.
8. Yanmin Shen, Tiangui Wang. NaCl Brine Preparation from Distiller Waste and Na2SO4 // Advanced Materials Research, 2011, Vols. 233-235, pp. 897-902.
9. ROINE., Outokumpy HSC Chemistry for Windows. Chemical Reaction and Eguilibriumloftware with Extensive Thermochemical Database, Pori: Outokumpy Research OY, 2012, pp. 433-435.

А.А. Анарбаев[1], Б.Н. Кабылбекова[1*], Е.А. Анарбаев[1], А.Ж. Туменбаев[1], С.Р. Боладо[2]
[1]д.т.н., профессор, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
[1]д.т.н., доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
[1]старший научный сотрудник, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
[1]магистр, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
[2]профессор, Вальядолидский университет, Вальядолид, Испания
***Автор для корреспонденции:** balzhan.kbn@bk.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛУВИДРАТНОГО СУЛЬФАТА КАЛЬЦИЯ ДИСТИЛЛИРОВАННОЙ ЖИДКОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КАЛЬЦИНИРОВАННОЙ СОДЫ

Аннотация

Дистиллерная жидкость производства кальцинированной соды выделяется в большом количестве и полностью повторно не перерабатываются. Его направляют и складирует накопитель отходов. Комплексная переработка таких отходов до сих не решен, поэтому необходимо исследовать и разработать эффективные методы переработки. Термодинамическое взаимодействие хлорида кальция дистиллерной жидкости с сульфатом натрия и ($\Delta G_т^0$) реакции рассчитаны в интервале температур 0-100^{O}C (273-373K), и имеет отрицательные значения, что свидетельствует о возможности протекания реакции взаимодействия хлорида кальция с сульфатом натрия с образованием NaCl, $CaSO_4 \cdot O,5H_2O$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, $MgSO_4$и NaOH. С увеличением температуры термодинамическая вероятность образования$CaSO_4 \cdot 2H_2O$ уменьшается ввиду уменьшения отрицательного значения $\Delta G_т^0$. В процессе исследования определены основное содержание осадка, которая состоит из CaO и SO_4^{2-}. Взаимодействие хлорида кальция с сульфатом натрия протекает при температуре 95°C и степень разложения составляет 96,4%. Содержание в осадке $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$ подтверждены методом РФА и РЭМ.

Ключевые слова: кальцинированная сода, дистилляционная жидкость, гипс, сульфат кальция полужидратный

A.A. Anarbaev[1], B.N. Kabylbekova[1*], Ye.A. Anarbaev[1], A.Zh. Tumenbaev[1], S.R. Bolado[2]
[1]Dr.Tech.Sci., Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[1]Dr.Tech.Sci., Associate Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[1]Senior Researcher, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[1]master, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[2]Professor, Valladolid University, Valladolid, Spain
***Corresponding author's email:** balzhan.kbn@bk.ru

STUDY OF THE PROCESS OF OBTAINING HALF-HYDRATE CALCIUM SULFATE FROM A DISTILLER LIQUID FOR THE PRODUCTION OF SODA ASH

Abstract

Distiller liquid of soda ash production is released in large quantities and is not completely re-processed. It is directed and stored by the waste storage. Complex processing of such waste has not yet been solved, so it is necessary to study and develop effective methods of processing. Thermodynamic interaction of calcium chloride distillation liquid with sodium sulfate and ($\Delta G_т^0$) reaction calculated in the temperature range 0-100 °C (273-373K), and has negative values, which indicates the possibility of the reaction of interaction of calcium chloride with the sodium sulfate with the formation of NaCl, $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, $MgSO_4$, and NaOH. With increasing temperature the thermodynamic probability образования $CaSO_4.2H_2O$ is reduced due to the decrease of negative values $\Delta G_т^0$. During the study, the main content of the sediment, which consists of CaO and SO_4^{2-}, was determined. The interaction of calcium chloride with sodium sulfate proceeds at a

temperature of 95 °C and the degree of decomposition is 96.4%. The contents in the sediment of $CaSO_4.0,5H_2O$ confirmed by XRD and SEM.

Keywords: smoked soda, distiller liquid, gypsum, semihydrate calcium sulfate

ӘОЖ 581.5 https://doi.org/10.54251/2616-6429.2025.04.0005nu

Г.Т. Бозшатаева*, Г.К. Турабаева, А.Т. Байкенжеева
б.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
п.ғ.к., аға оқытушы, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
б.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
***Корреспондент авторы:** bozshataeva69@mail.ru

УРБАНОФЛОРАНЫҢ ҚАЛА ЖАҒДАЙЫНА БЕЙІМДЕЛУІ

Түйін

Мақалада Шымкент қаласының урбанофлорасында жүргізілген зерттеулер негізінде өсімдіктердің қала ортасына әсері және өздерінің де осы жағдайларға бейімделу поцесстері қарастырылған. Қала жағдайында экологиялық ахуалды жақсартуда урбанофлораның маңызы зор. Қала урбанофлорасында канцерогенді заттар мен шаңды сіңіретін, оларға төзімді өсімдік түрлерін анықтау мен өсіру өзекті мәселе болып табылады. Себебі, өсімдіктер, әсіресе, ағаштәрізді өсімдіктер экоклиматты түзу, ауадағы заттарды тұндыру қызметтерін атқарады. Урбанофлораның қала ортасына әсері олардың ауаны тазалау, температуралық режимді реттеуге, топырақты қорғау мен биоалуантүрлілікті сақтаудағы рөліне байланысты анықталады. Зерттеу нәтижелері бойынша төмендегі қорытындылар жасалды: қала ортасына бейімделу өсімдіктердің құрылысының көрсеткіштерінің өзгеруі арқылы жүреді, салыстырмалы түрде таза аулада өскен Сирень өсімдігінің лептесіктерінің саны – 162, ал автомагистраль бойында өсетін өсімдіктердің лептесіктерінің саны – 95 құрады; урбанофлора қала ортасының температуралық режиміне әсер етеді, өсімдіктер ауа температурасын 2-4 градусқа төмендетеді; өсімдіктер шаңды сіңіре отырып, ауаны тазартады, Сирень өсімдігінің жапырағының құрылыс ерекшеліктеріне байланысты қарағашпен салыстырғанда шаңды көбірек сіңіретіндігі анықталды.

Кілттік сөздер: қала ортасы, урбанофлора, температуралық режим, устьицелер, бейімделу, сирень, қарағаш, өсімдік жамылғысы, шаңдану, дендрофлора

Кіріспе. Қазіргі қоғамның дамуында қалалардың агломеррацияларының іріленуі үздіксіз жүріп отыр. Адамдардың мегаполистерге қарай қоныс аударуы, қалалардың инфрақұрылымдарының жетілуі мен өндіріс орындарының дамуы қоршаған ортаға әсер етеді. Бұл экологиялық жағдайлардың шиеленісуіне әкеледі. Қарқынды урбанизация процесі экологиялық мәселелердің туындауының, атап айтқанда ауа-райының көрсеткіштерінің өзгеруіне, қоршаған ортаның ластануына, өсімдіктер мен жануарлар дүниесінің көптүрлілігінің кемуіне әкелуде [1-3].

Қала жағдайында экологиялық ахуалды жақсартуда урбанофлораның маңызы зор. Әсіресе, мегаполистердің ауа, топырақ ортасын сауықтыру мен тазартуда жасыл желектердің орны ерекше. Қала урбанофлорасында канцерогенді заттар мен шаңды сіңіретін, оларға төзімді өсімдік түрлерін анықтау мен өсіру өзекті мәселе болып табылады. Себебі, өсімдіктер, әсіресе ағаштәрізді өсімдіктер экоклиматты түзу, ауадағы заттарды тұндыру қызметтерін атқарады [4].

Жұмыстарының мақсаты урбанофлораның қала ортасына бейімделуі мен оған өзінің әсерін зерттеу болып табылады.

Зерттеу объктілері ретінде Шымкент қаласының территориясында өсетін, урбанофлораның құрамына кіретін кең таралған өсімдіктер Кәдімгі сирень және қарағаштар, Шымкент дендрологиялық бағының өсімдіктері таңдап алынды.

Шымкент қаласының аумағындағы өсімдіктердің фотосинтетикалық аппаратына, атап айтқанда лептесіктердің санына, күйіне қала ортасының әсері мен өз кезегінде өсімдіктер жамылғысының қала ортасының температуралық режиміне әсерін зерттеу жұмыстары

жүргізілді.

Қала ортасының ерекшеліктерінің бірі – бұл «жылу аралдары» құбылысы, урбандалған жүйенің температурасы ауылдық елді мекендермен салыстырғанда әлдеқайда жоғары болуымен сипатталады. Бұл тас және шыны, пластик құрылыс материалдарынан салынған биік ғимараттар, асфальт, бетон жамылғылардың жазда күннен қызып кетуі, урбанофлораның жеткіліксіздігінің салдары болып табылады.

Ал, қыста керісінше өсімдіктер ауылдық жерлермен салыстырғанда температуралық режимінің төмен болуынан зардап шегеді. Себебі, қалаларда түскен жапырақтарды сыпырып әкету арқылы ағаш тамырларының қосымша жылу көзінен айырылады. Ғалымдар көрсетуі бойынша асфальт жабынының қасиеттерінің ерекшелігіне байланысты ол топырақтың -13 градусқа дейін тоңуына әкеледі, бұл өз кезегінде қалада өсетін өсімдіктердің тамырларына қолайсыз әсер етеді.

Шымкент қаласының жасыл желегін қалыптастыруға бағытталған бірқатар жобалар жүргізілуде. Бірақ қаланың орналасу орнының ауа-райына байланысты, су тапшы аймақ және температуралық режимнің жоғары болуына байланысты мәселелер туындайды. Сонымен қатар Қазақстан қалаларына тән экологиялық мәселелердің негізгісі ретінде - ауа бассейнінің ластануы Шымкент қаласы үшін де өзекті болып табылады.

Зерттеу әдістері мен нысаны. Урбанофлора қала ортасының жағымсыз әсеріне ұшырай отырып, оған бейімделеді. Олар қоршаған ортадағы экологиялық өзгерістерге құрылысындағы, тіршілік процесстеріндегі және т.б. өзгерістер арқылы жауап береді.

Зерттеу жұмыстарында қала ортасының әртүрлі ластану деңгейіндегі аумақтарында өсетін өсімдіктер және салыстырмалы түрде таза аудандар ретінде магистральды жерлерден алыс аулада және дендрологиялық саябақта өсетін өсімдіктер таңдап алынды. Қала территориясында өсетін сирень өсімдігінің жапырақтарындағы устьицалардың саны мен күйі зерттелді. Ластанған және таза аумақтардан жиналған жапырақтар арнайы ыдыстарға салынып, алынған жері туралы белгілер қойылады. Устьицалар саны микроскоп арқылы зерттелді. Бір мм куб аудандағы устьица саңылауларының саны мен күйі, мөлшері есепке алынды. Әрбір зерттеу аумағынан алынған жапырақтардағы устьицалардың орташа саны, орналасуы, күйі тіркеліп отырды.

Урбанофлораның қаланың жылулық режимінде температураны төмендетуге әсерін зерттеуге бағытталған тәжірибелер жасалды. Арнайы инфрақызыл термометрдің көмегімен жасыл желек бар аймақ ретінде дендрологиялық саябақ пен ашық бетон не асфальтты магистральдардың жанындағы температуралық режим өлшенді. Температура күндізгі уақытта он екі мен он бес сағат уақыттарында өлшенді.

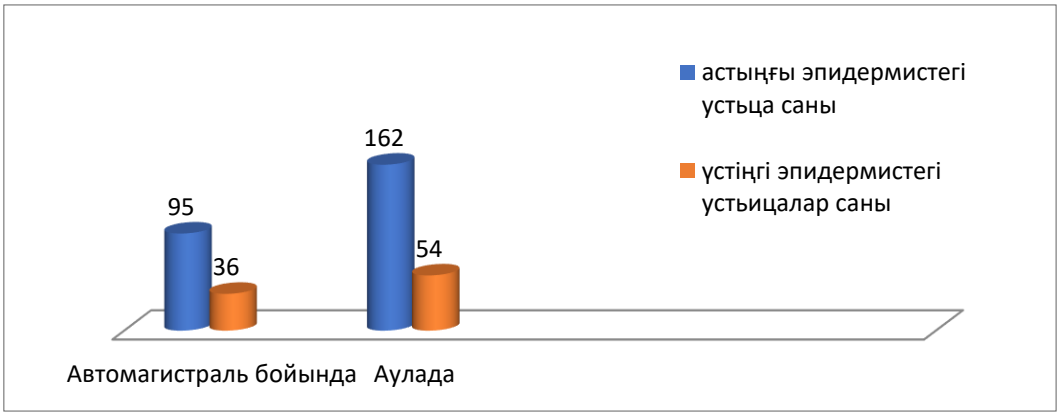
Магистральдар мен өндіріс орнына жақын жердегі және салыстырмалы түрде таза трассадан алыс аула мен дендросаябағындағы өсімдіктердің жапырақтарында жиналған шаңның мөлшері есепке алынды.

Нәтижелер мен талқылау. Устрицалардың жұмысы циркадтық ритмдерге бағынады [5]. Олардың ашылып-жабылуы, саны, күйі қоршаған ортаға бейімделуі барысында өзгеруі мүмкін. Зерттеу аумақтарынан жиналған жапырақтардағы устьицалардың орташа санын есептеп, 1-ші кестеге енгізіліп отырды.

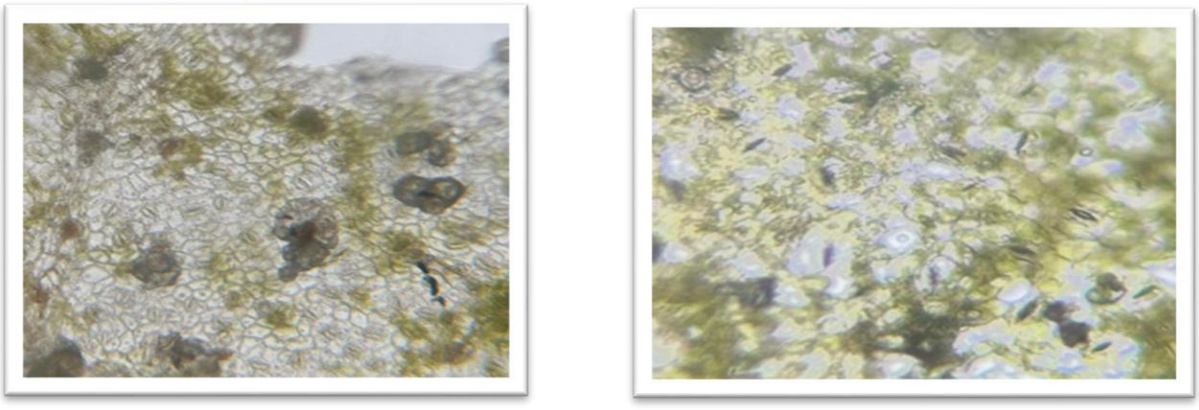
Кесте 1 – Зерттеу аумағынан жиналған Кәдімгі сиреннің жапырағындағы устьицалардың орташа саны

Зерттеу аумағы	Жапырақтың астыңғы эпидермисіндегі устьцалардың саны, 1 мм^3	Жапырақтың үстіңгі эпидермисіндегі устьцалардың саны, 1 мм^3
Автомагистраль бойынша өскен Кәдімгі сирень өсімдігі	95	36
Көшеден алыс аулада өсетін Кәдімгі сирень өсімдігі	162	54

Кестедегі көрсеткіштер мен 1-ші суреттен таза аумақтардың өсімдігінің жапырақтарындағы лептесіктер саны, автомагистральдардың бойында өскен өсімдік жапырақтармен салыстырғанда, көп екенін көрсетті.

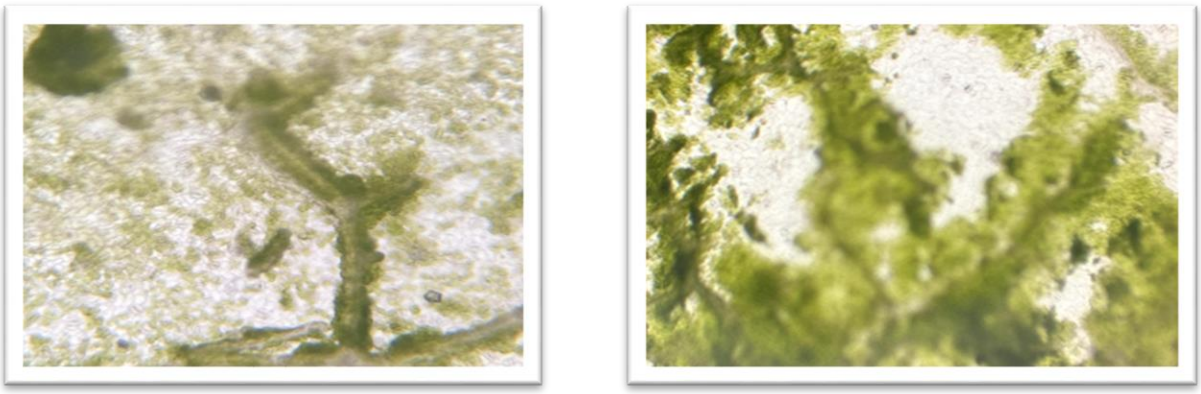


Сурет 1. Зерттеу аумақтарында өсетін Сирень өсімдігінің жапырақтарындағы устьицалардың орташа саны



А Б

Сурет 2. Автомагистраль бойында өскен Сирень өсімдігінің устьицалары: А- жапырақтың астыңғы эпидермисі, Б- жапырақтың жоғарғы эпидермисі



А Б

Сурет 3. Көшеден алыс, аулад өскен Сиреннің устьицалары: А- төменгі эпидермистегі усьицалар, Б- жоғарғы эпидермистегі устьицалар

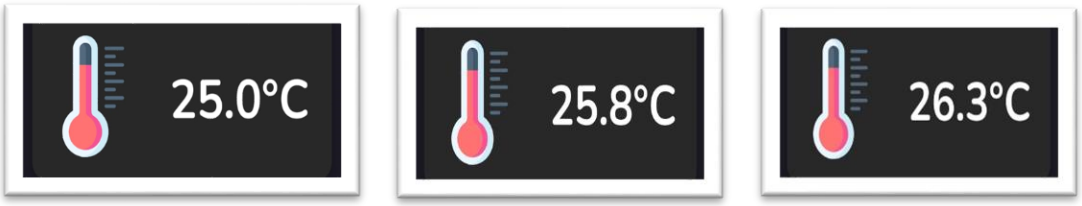
Зертте нәтижелері қала ортасына өсімдіктердің бейімделетінін көрсетеді. Белсенді көлік қозғалысы болатын көшенің жағасында өсетін урбанофлора өкілдерінің, нақтылағанда, Сирень өсімдігінің лептесіктерінің саны кемитіндігін көруге болады, яғни бұл өсімдіктердің қоршаған ортаның ластануы мен транспирацияның жылдамдығын реттеуінің қажеттілігімен түсіндіріледі.

Лептесіктердің қозғалысын шаң мен ауадағы газдар бітеуі мүмкін. Ал автомагистральдардан алыс, қорғалған ауладағы өскен Сирень өсімдігінің жапырақ тақтасындағы лептесіктердің санының көп болуы анықталды, яғни бұл мұнда газ алмасуға кедергінің аз болуымен түсіндіруге болады.

Устицалардың жағдайы қоршаған орта сапасының индикаторы ретінде қолданылуы мүмкін.

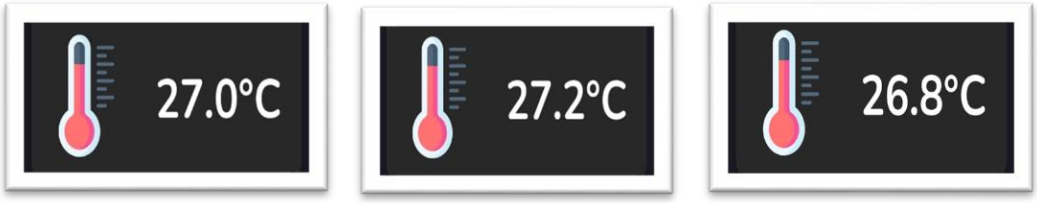
Урбанофлораның қала ортасының температуралық режиміне әсерін зерттеу мақсатындағы зерттеулер ашық және айтарлықтай ыстық ауа-райы жағдайында жүгізілді.

Шымкент қаласының белсенді көлік қозғалысымен сипатталатын автомагистраль аумағы мен дендрологиялық бақ зерттеу территориясы ретінде таңдап алынды. Өлшеулер түскі 13-00 уақытында жүргізілді. Өлшеулер 3-рет қайталанды. Өлшеулер 4 және 5 суреттерде көрсетілген.



А Б С

Сурет 4. Шымкент дендрологиялық бағындағы әр түрлі нүктелердегі температуралық көрсеткіштері: А – жасанды көл жағалауындағы температура; Б – ағаштардың акөлеңкесіндегі жердің температурасы; С- дендрологиялық бақтағы жүгіру жолының температурасы



А Б С

Сурет 5. Белсенді көлік қозғалысымен сипатталатын автомагистральдың бойындағы температура көрсеткіштері: А - Алматы трассасы бойында; Б - Рысқұлов көшесі бойында, С - Байдибек би даңғылының бойында

Эксперимент нәтижелерінен урбанофлораның қала ортасының температурасын 2-ден 4-градусқа дейін төмендететінін көруге болады.

Өсімдіктердің қоршаған ортадан шаңды сіңіруі өте маңызды қасиеттерінің бірі. Себебі, автокөліктер мен өндіріс орындарының қызметі нәтижесінде ауаға шығарылған ластану мен шаң түйіршіктері адамның тыныс алу мүшелеріне зиянды әсер етіп, көптеген ауруларды туғызады.

Өсімдіктер өзінің тіршілігі барысында, фотосинтез процесінде ауаның құрамын көмірқышқыл газын сіңіру арқылы ғана тазартып қоймай, шаңды сіңіреді және ауаның қозғалу жылдамдығын өзгерте отырып, шаңның шоғырлануына жол бермейді. Урбанофлора тек декоративтік мақсатта ғана емес, жоғарыда көрсетілген экологиялық мақсатта өсіріледі [6,7].

Келесі эксперименттерімізде урбанофлораның ауадағы шаңды сіңіру қасиеттері зерттелді. Бұл зерттеулерде Шымкент қаласының территориясында өсетін Сирень және қарағаш өсімдіктері таңдап алынды. Өсімдіктердің шаң сіңіру қасиеті салыстырылды. Берілген уақыт аралығында жапырақ тақтасында жиналған шаңның мөлшері өлшенді. Зерттеу аумақтары ретінде Шымкент қаласындағы Байтұрсынов көшесі мен Бәйдібек би даңғылының бойында өсіп тұрған өсімдіктердің он жапырағы жинап алынып, ондағы жиналған шаң мөлшері таразыға тартылды. Зерттеу нәтижелері 2-ші кестеде берілген.

Кесте 2 – Әр түрлі өсімдік жапырақтарының шаңды сіңіруін зерттеу нәтижелері

№	Зерттелген өсімдіктер	Жапырақта жиналған орташа шаң массасы (г/жапырақ)
1	Кәдімгі Сирень	0,036
2	Қарағаш	0,028

Зерттеу нәтижелері жоғарыда көрсетілген өсімдіктердің екеуінің де ауадағы шаңды сіңірудегі тиімді екендігін көрсетеді. Кәдімгі Сирень өсімдігінің жапырағының құрылыс ерекшеліктері, атап айтқанда түтерінің болуы, шаң түйіршіктерін ұстауға мүмкіндік береді. Қарағаштың жапырағы да айтарлықтай жақсы дәрежеде шаң сіңіру қасиетіне ие. Урбанофлораның құрамында осы өсімдіктерді өсіру, ауа сапасын жақсартуға мүмкіндік береді.

Қорытынды. Урбанофлораның қала ортасына әсері олардың ауаны тазалау, температуралық режимді реттеуге, топырақты қорғау мен биоалуантүрлілікті сақтаудағы рөліне байланысты анықталады. Зерттеу нәтижелері бойынша төмендегі қорытындылар жасалды: қала ортасына бейімделу өсімдіктердің құрылысының көрсеткіштерінің өзгеруі арқылы жүреді, салыстырмалы түрде таза аулада өскен Сирень өсімдігінің лептесіктерінің саны – 162, ал автомагистраль бойында өсетін өсімдіктердің лептесіктерінің саны – 95 құрады; урбанофлора қала ортасының температуралық режиміне әсер етеді, өсімдіктер ауа

температурасын 2-4 градусқа төмендетеді; өсімдіктер шаңды сіңіре отырып, ауаны тазартады, Сирень өсімдігінің жапырағының құрылыс ерекшеліктеріне байланысты қарағашпен салыстырғанда шаңды көбірек сіңіретіндігі анықталды.

Әдебиеттер тізімі

1. Төлеуова А.М. Урбанизация: әлеуметтік және экономикалық аспектілері. Шымкент: Оңтүстік полиграфия, 2021, 215 б.
2. Қалмырзаев Ж.К. Урбанизация және тұрақты даму. Қарағанды: Болашақ, 2021, 178 б.
3. Есенбекова А.Т. Қала экологиясы және урбанизация үдерістері. Тараз: ТарМУ баспасы, 2022, 204 б.
4. Оспанова Г.С. Экология. 2-том. Оқулық. Алматы: New book, 2021, 264б.
5. Гуляева Е.Н. Адаптация фотосинтетического аппарата растений к условиям приморских территории Белого моря. Диссертация биол. ғылым.канд. Петрозаводск, 2022, 139б.
6. Тарасова Ж.Г. Пылезадерживающая способность листьев древесно-кустарниковых пород в связи с созданием санитарно – защитных насаждений //Бюл. Ботан. сада, 2023, Б. 71 - 76
7. Our World in Data. Urbanization. – https://ourworldindata.org/urbanization. -03.06.2025

References

1. Toleuova A.M. Urbanizaciya: aleumettik zhane ekonomikalyk aspektileri. Shymkent: Ontustik poligrafiya, 2021, 215 b.
2. Kalmyrzaev Zh.K. Urbanizaciya zhane tyrakty damu. Karagandy: Bolashak, 2021, 178 b.
3. Esenbekova A.T. Kala ekologiyasy zhane urbanizaciya yderisteri. Taraz: TarMU baspasy, 2022, 204 b.
4. Ospanova G.S. Ekologiya. 2-tom. Okulyk. Almaty: New book, 2021, 264b.
5. Gulyaeva E.N. Adaptaciya fotosinteticheskogo apparata rastenij k usloviyam primorskih territorii Belogo morya. Dissertaciya biol. gylym.kand. Petrozavodsk, 2022, 139b.
6. Tarasova Zh.G. Pylezaderzhivayushhaya sposobnost' list'ev drevesno-kustarnikovyx porod v svyazi s sozdaniem sanitarno – zashhitnyx nasazhdenij //Byul. Botan. sada, 2023, B. 71 - 76
7. Our World in Data. Urbanization. – https://ourworldindata.org/urbanization. -03.06.2025

Г.Т. Бозшатаева*, Г.К.Турабаева, А.Т.Байкенжеева
к.б.н., доцент, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
к.п.н., ст. преподаватель, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
к.б.н., доцент, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
***Автор для корреспонденции:** bozshataeva69@mail.ru

АДАПТАЦИЯ УРБАНОФЛОРЫ К ГОРОДСКИМ УСЛОВИЯМ

Аннотация

В статье рассматривается влияние растений на городскую среду и процессы их адаптации к условиям на основе исследований, проведенных в урбанофлоре города Шымкент. Большое значение в улучшении экологического состояния в городских условиях имеет урбанофлора. В городской урбанофлоре актуальной проблемой является определение и посадка устойчивых к ним видов растений, поглощающих канцерогенные вещества, пыль. Это связано с тем, что растения, особенно древовидные, выполняют функцию образования экоклимата, осаждения веществ в воздухе. Влияние урбанофлоры на городскую среду определяется их ролью в очистке воздуха, регулировании температурного режима, защите почв, сохранении биоразнообразия. По результатам исследования были сделаны следующие выводы: адаптация к городской среде происходит за счет изменения структуры растений, количество устьиц сирени, растущих в относительно чистом районе составило - 162, а растущих вдоль автомагистрали – 95; урбанофлора влияет на температурный режим городской

среды, растения понижают температуру воздуха на 2-4 градуса; растения очищают воздух, поглощая пыль, установлено, что листья сирени из-за особенностей строения поглощает пыли больше, чем с вязом.

Ключевые слова: городская среда, урбанофлора, температурный режим, устьица, адаптация, сирень, вяз, растительность, пыльность, дендрофлора

G.T. Bozshatayeva*, G.K. Turabayeva, A.T. Baikenzheyeva
candidate of Biological Sciences, associate Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
candidate of Pedagogical Sciences, senior lecturer, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
candidate of Biological Sciences, associate Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
***Corresponding author's email:** bozshataeva69@mail.ru

ADAPTATION OF URBANOFLORA TO URBAN CONDITIONS

Abstract

The article examines the influence of plants on the urban environment and the processes of their adaptation to conditions based on research conducted in the urban flora of Shymkent. Urban flora is of great importance in improving the ecological condition in urban conditions. In urban urban flora, an urgent problem is the identification and planting of plant species resistant to them, absorbing carcinogens and dust. This is due to the fact that plants, especially tree-like ones, perform the function of forming an ecoclimate, depositing substances in the air. The influence of urban flora on the urban environment is determined by their role in air purification, temperature regulation, soil protection, and biodiversity conservation. According to the results of the study, the following conclusions were drawn: adaptation to the urban environment occurs due to changes in the structure of plants, the number of lilac stomata growing in a relatively clean area was 162, and growing along highway 95; urban flora affects the temperature regime of the urban environment, plants lower the air temperature by 2-4 degrees; Plants purify the air by absorbing dust, and it has been found that lilac leaves absorb more dust than elm trees due to their structural features.

Keywords: urban flora, urban environment, temperature regime, stomata, adaptation, lilac, elm, vegetation, dustiness, dendroflora.

УДК 541.22 https://doi.org/10.54251/2616-6429.2025.04.0006nu

А.О. Сеитманбетова*, А. Қалдыбаева
аға оқытушы, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
оқытушы, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
***Корреспондент авторы:** seitmanbetova.aiman@mail.ru

ЕРМЕН ӨСІМДІГІ ЖӘНЕ ОНЫҢ ФАРМАКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТІ

Түйін

Ащы ермен (ащы ермен лат. Artemisia absinthium)- күрделі гүлділер тұқымдасына жататын, ермен туысына жататын көп жылдық тамырсабақты шөптектес өсімдік. Қазақстанда ермен туысының 84 түрі өседі. Қазақ гүл бапкерлері киелі ермен гүлін күрделі гүлдер тұқымадсына жатқызады. Көпжылдық шөптектес өсімдік деп біледі.

Киелі ермен гүлінің биіктігі 20-45 сантиметр шамасында келеді. жер астындағы тамыр сабағы, көген тамыры көлденең өседі, ағаш тектес болып өзгереді. Тамыры топырақ түсті, иісі жағымды. Сабағындағы сансыз бұтақтары көлбей көтеріле өседі. Жалғыз сабақты болады. Қызыл күрең не жасыл түсті келіп, сыртында ақ түсті мақта тәріздес түктері болады. жапырақтары кезектесіп не қарама-қарсы орналасады, төңкерілген жұмыртқа формалы, қауырсын айырықты. Кішкентай жапырақтары таспа тәрізді, қандауыр формалы, сағақсыз. Қысқа бұтақтары сабақ бойында дөңгелене өседі. Шоқбас гүл шоғыры сабағына қолтықтай өсіп, жиі орналасады. Сыртынан қарағанда жұмырлау түтік тәрізді көрінеді. Гүлі кішкене, сары түсті. Қыркүйек, тамыз айларында гүлдейді. Гүл кездегі киелі ерменді қазақ малшылары «айжамал гүлді ермен», «гүл ермен», «ерменгүл» деп те атайды. Гүл ашқанда сұлулық, әсемдік шегіне жеткен кезі, дәрілік қуаты асқан кезі.

Кілттік сөздер: еремен өсімдігі, гликозидтер, флавоноидтар, Илік (таниндер) заттар, Эфир майлары, Микроэлементтер, Фитонцидтер, Дәрумендер.

Кіріспе

Киелі ерменнің жер шарында кең тараған 200-дей түрі бар. Олар биік, ұлы таулардың шөпті жерлерінде, таудың күнгей беттерінде, самырсынды орман арасында өседі. Қазақ емшілері киелі ерменнің барлық шөбі дәрі деп біледі. Ермен піскен кезде, гүлдеген тұста, жазда, күзде қазып алып, жіппен буып, көлеңкеде кептіреді. Кейін ұсақтап турап, дәрі ретінде қолданады. Бұл гүлден жасалған дәрілердің қасиеті – ащылау дәмді, жылы райлы, уытсыз. Ыстықты басады, уытты қайтарады, тамақты сіңіреді. Жылан шаққанға киелі ерменнен бір сәрі суға қайнатып не суға бұқтырып ішеді. Киелі ерменді суға қайнатып алып, оның суымен жылан шаққан жерді жуса уы қайтады, тез жазылады. Есекжемге, түрлі себептермен ісіп ауырған адамдарға ем болады

Ерменде екі түрлі ащы зат түзетін абсинтин және анабсинтин дейтін екі түрлі ащы глюкозид, С витамині, аздаған тері илерлік заттар, 0,5% эфир майы болады. Майының түсі жасыл, көк, улы, әрі қауіпті келеді. Еременнің фироцидтік қасиеті бар. Оның ерітіндісін езінді не шай ерітіндісі түрінде тәбет ашу үшін және асқазанның жұмысын жақсарту үшін ішеді. Еремен дәрі-дәрмектерін дәрігердің көрсетілген бұйрығымен ғана ішу керек.

Соңғы ғасырларда адамдар екі түрлі нәрсемен қоректенетін болады: 1- нанмен, 2- сі дәрі-дәрмекпен. Болашақта ауру түрі мен аурудың саны көбеймесе азаймайтын болады. дегенмен, ежелші кезден бері ауру түрлері болған, алайда табиғаттың тазалығы және таза табиғи өніммен қоректенген соң, көп еңбектенген соң, дәрілерді қолданған өзінде табиғи жолдармен емделген соң, адамдар тез жазылып, сауығып кетіп отырған. Сондай емдік әрі өте пайдалы өсімідіктер түрлерін көп зерттеп, жан-жақты іздеу барасында терең мағлұматтар білген. табиғи өнімдерді тағам, күн-көріс, әрі дәрумендер, әрі дәрі-дәрмектер ретінде пайдаланған. көптеген аурулардың түрлерін алдын-алған. Қауіпті аурулармен күресе білген. сондай әрі пайдалы, әрі

жанға дауа, әрі емге, әрі мал-азықтары ретінде қолданған өсімдіктің бір түрі- жусан. Жусанның пайдасы өте зор, ол барлық ауруға ем. оның дәлелдерін зертханалық жұмыстар, ғылыми жұмыстар жүргізіп отырғанда аңғаруға болады.

Материалдар мен әдістер

Өсімдіктер әлемі – адамзатқа таныс әрі тылсым сырларға толы тіршілік саласы. Көптеген шөптердің арасында жусан ерекше орын алады. Оның ащы дәмі мен өткір иісі бала кезден-ақ есте қалады. Бұл өсімдіктің ғасырлар бойы халық медицинасында, салт-дәстүрде және күнделікті тұрмыста атқарған рөлі орасан. Көзге қарапайым көрінгенімен, оның пайдасы мен мәдени мағынасы тереңде жатыр. Төменде жусан өсімдігі жайлы қызықты әрі пайдалы деректерді ұсынамыз.

Ерменнің бүгінгі күнде пайдасы мен зиянын анықтай келе, еременнің денсаулыққа шипа, емге дауа, жараларға мықты ем екенін білеміз – сол себептен де Artemisia Absinthium ащы еременнің фармакологиялық құрамын жан – жақты қарастырып шықтық.

XVII ғасырда Россия елінде еременнің шырынын жараларға жағып, жуып тазалап, тез жараның ізі кету үшін пайдаланған. Ермен сұйықтығына батырылған дәке не марлымен жараны таңып, емдеп отырған. Ертеде адамдар еременді қайнаған сумен түрлі ыстығы көтерілген қызба ауруларға, қарынішек бұрылып, түйіліп ауырғанда, ішкі ортада газ толып, күпсіленіп түйіліп қатты ауырғанда, дезбактериоз, дезинтерия, т.б.аурулармен ауырғанда дәкемен малып, ыстық суға басып, жараларды таңып едейтін болған. Әдетте еремен шалфей, жалбыз шөптері мен күнбағыс жапырақтарына араластырылып, ауру жан қызбалы іш ауруымен ауырған кезінде пайдаланылады.

Еремен астралылар тұқымдасына жатады, оның 400-ден астам түрі бар. Бұл өсімдік Антарктидадан басқа барлық құрлықта өседі және қатал ортаға жақсы бейімделген. Қазақ тіліндегі «Ермен» сөзі көне түркі түбірінен тараған. Ол ащы, шипалы өсімдік деген мағына береді және дәмі аз мөлшерде-ақ тез аңғарылады. Бұл өсімдік микробқа қарсы және қабынуға қарсы қасиеттерімен белгілі. Жара, күйік, тері ауруларын емдеуде оның сығындысы жиі қолданылады. Ертеде үйді тазартып, аурудан қорғау үшін жусанды түтіндеткен. Оның иісі жын-шайтанды қашырады деп сеніп, рухани қорғаныш ретінде пайдаланған. Жусан шайы ас қорытуды жақсартып, тәбетті ашады. Оның ащы дәмі асқазан сөлінің бөлінуін ынталандырып, зат алмасуды белсенді етеді. Ең танымал түрлерінің бірі — ащы жусан. Ол медицинада кеңінен қолданылып, ресми дәрілік заттардың құрамына енеді. Гүлденіп тұрған жусан өткір иіс шығарады, ол ащы шөп пен шайыр иісін еске салады. Бұл иіс кепкен соң да сақталып, хош иісті өнімдерге қосылады. Қытай медицинасында жусан моксатерапияда қолданылған. Қыздырылған жусанмен денедегі нүктелерді ысытып, ауруды жеңілдеткен. Жусан тұнбасы ішек құрттарымен күресуге көмектеседі. Оның антисептикалық қасиеті ағзаны жұмсақ әрі тиімді тазартады. Қазақтың байырғы салттарында жусаннан жасалған шоқты үйге іліп қойған. Бұл үйді көз тиюден, тіл-көзден қорғайды деп сенген. Ауыл шаруашылығында жусан зиянкестермен күресте қолданылады. Оның қайнатпасын өсімдіктерге бүркіп, тли мен басқа да жәндіктерді жояды. Кейде жусанның микродозасы ет тағамдарына қосылады. Ол ерекше ащылау дәм беріп, тамақты жеңіл қорытуға көмектеседі. Жусаннан атақты ішімдік — абсент дайындалады. Бұл сусын ерекше ащы әрі сергітетін қасиетке ие, бірақ оны мөлшермен ішу керек. Бұл өсімдік табиғи жәндікке қарсы құрал болып саналады. Оның бұтақтары киім арасына, үйге қойылып, маса, көбелек, бүрге секілді зиянкестерден қорғайды. Жусан жел мен құрғақшылыққа төзімді. Ол шөл және жартылай шөл аймақтарда топырақты бекітіп, эрозиядан қорғайды. Ұзақ уақыт қолданғанда жусан негізіндегі дәрілер жанама әсер тудыруы мүмкін. Сондықтан оны мөлшермен, маман кеңесімен қабылдау қажет. Жусан құрамында иммунитетті күшейтетін табиғи заттар бар. Әлсіреген ағзаға арналған шөптік қоспаларда ол жиі кездеседі. Әдеби шығармаларда жусан көбіне туған жердің, сағыныштың, тазалықтың символы ретінде бейнеленеді. Ол жүректегі терең сезімдерді жеткізудің көркем құралына айналған. Жусан –

қазақ даласының айрықша иісі мен ащы дәмімен есте қалатын өсімдігі. Ол дәрілік, тұрмыстық әрі рухани мәнге ие. Табиғаттың бұл ерекше сыйы ежелден бүгінге дейін өзінің маңызын жоғалтпай келеді. Оны тереңірек танығаң сайын, табиғатқа деген құрмет пен қамқорлық арта түседі.

Олар негізінен таралуы бойынша - Artemisia Absinthium ашы Ермен Европа, Солтүстік Африка, батыс Азиядан пайда болған деп табылады. Қазақстанның барлық аудандарында кездеседі, тек қана құмды шөлейт аймағында өспейді. Ерменның Қазақстанда 81 түрі өседі. Қазақстан Флора бойынша Солтүстік Қазақстан облысының аймағында 24 түрі таралған [1]. Жусанның ең көп таралған кеппешөптерінің түрлері: бөрте жусан (A. Austriaca L.), ащы жусан (A. absinthium Jacq.), қара жусан (A. vulgaris L.), жазық жусан (A. campestris L.), сұр жусан (A. glauca Pall.), жапырақты жусан (A. latifolia Ledeb.) және т.б.

Табиғаттағы орны: олар әрбір жерде өсіп-өніп жатады, және оңай таралып, көбейіп жатады. Мысалы, Ылғал–сүйгіш арамшөп ретінде ауыл маңында, жол бойында, бақта, бау–бақшада, егістік, тыңайған және шалғынды жерде, орманда, бұта аралығында, таудың төменгі, орта белдеуінде қаптап өседі.. таулы аймақтарда өте қаптап өседі, Кейде үллкен қау құрып өседі, әсіресе тау алқаптарында. Қоры. Өте көп кезедесетіндіктен есептелмеген, себебі өндіріске деген табиғи шикізаты жеткілікті [2].

ЕРМЕННЕН жасалған ДӘРІ 41 ауруға ем болады

Қазақта «Ерменді жерде ер өлмейді» деген мақал бар. Ол текке айтылмаған. Себебі ерменің емдік қасиеті жетерлік. Қазақта оны 41 ауруға ем деген түсінік қалыптасқан.

Ерменнің (полынь горькая) ми қан тамырлары тарылғанда, құлақ шуылдағанда, бас ауырғанда және көз қарауытқанда тигізер пайдасы өте көп. Оның бүйрек, бауыр, асқазан және тік ішек жараларының барлық түріне, қаназдыққа және қант диабетіне тигізер шипасы мол.

Осылардан жазылу үшін ерменнің дәнін кептіріп, ұнтақтайды. Сосын бір қасығын 100 грамм балға араластырып, асқазан, ішек және тік ішектен қан кеткенде қолдану керек. Бұл дәріні күн сайын шай қасықпен 3 рет қабылдаса, қан кету тиылады, іштегі жара тез жазылады.

Ерменнің жапырағы да ем. Оның ұнтағынан бір шай қасық алып, 3 литр қайнаған суға шай сияқты демдейді. 8 сағаттан соң сүзіп, үстіне 200 грамм сірке суын араластыру керек. Бұл дәріні асқазан және ішек жаралары, геморрой, тоқ ішектегі полит, қылтамақ сияқты ауруларға, сонымен қатар жатырдан қан кеткенде, бауыр мен көк бауыр ауырғанда да қолдануға болады. Ондайда күніне 3 рет, тамақ алдында 30 граммнан ішу керек. Бір айдан соң 20 күн демалып, емді қайтадан бастаған жөн.

Ерменнің тамырын ұнтақтап, оның 100 граммын 3 литр суда жарты сағат қайнатып тұндырады. Бұдан кейін үстіне 200 грамм сірке суын қосып, шайқап араластырады. Бұл дәріні қуыққа суық тигенде, қуық түйіліп ауырғанда, бүйрек пен жатыр төмен түскенде, үлкендердің кіші дәреті тоқтамағанда және еркек безі қабынғанда пайдалануға болады. Сондай-ақ онымен әйелдер бедеулігін емдеуге де болады. Ол үшін күн сайын екі рет, 30 грамнан ішеді. Ал жатыр мойын жарасын жазу үшін таңертең және кешке онымен жуып- шайыну керек.

Ерменнің тіршілікте пайдасы.

Ермен ерте кезден белгілі өсімдік, оны жеген малда, ауырған адам да пайдаланған. Біздің жеріміз бай өсімдіктер әлемі ертеден-ақ адам баласына қызмет етіп келеді. Қазақстан тұрғындары тірі табиғатпен дәстүрлі байланыста, олар ертеден-ақ өздерінің айналасындағы өсімдіктерді және олардың күнделікті тұрмыстағы пайдасы туралы жақсы білген. Солардың бірі – ащы ермен.

Әлемдегі, біздің жеріміздегі ең ащы өсімдік – ермен, алайда оның пайдасы өте көп, ол сол ащылығымен санитарлық, тазалық жұмыс орындарныда таза дәке, марлі, мақта алуда, сонымен қатар залалсыздандыруға, түрлі қауіпті ауруларға қарсы тұратын емдік шөптесін өсімдік. Латинецтер, ағылшындар бұл шөпті артемизия деп атайды. Бұл шөптесін өсімдігі ежелдегн бері пайдаланып келеді. Оны грек Құдайы өздеріншге солай атаған Артенмид

тапқандықтан, бұл өсімдікті артемизия деп те атаған. Сол дәуірден бері бұл өсімдік түрлі ауруларға қолданып келген. Ащы жусан дәрілік өсімдік, медицинада келесі ауыруларды емдеуге пайдаланылады.

Нәтижелер және талқылау

Қазіргі қоғамда ең көп тараған қатерлі рак ауруына ем: Қазақ елінде ғалымдар бұл өсімдіктен, өзіміздің жерімізде тұрған жергілікті ерменнен дәрі жасап шығарды. Қоғамның күрт өзгеруі экологиялық түрлі проблемалардың күрт көбеюі, бүгінгі таңда түрлі қауіпті аурулардың көбеіп бара жатқандығы бәрімізді қатты алаңдатуда. Сондай аурулардың бірі-жатыр қатеріл ісік аурулары, рак аурулары. Сондай аурулардың мықты емі-ермен. Ерменнен көптеген зерттеулер жүргізіп, көптеген жазылмас ауруларды емдеуге болары анық. Тек қана мықты ізденіс пен көптеген зерттеу жұмыстарын жүргізу қажет болып тұр. Оның ащу сусыны, ащу сөлі мен шырыны сөзсіз осындай қауіпті ауруларға ем болар еді. Қатерлі ісік ауруы күннен күнге өрши түсуде, себебі, барлық жерде радиациялық толқынды сәулелер көптеп қолданылуда, ғылым техника дамыған сайын олардың толқындары қатты пайдалануда. Ал ол көптеген қауіпті ісік ауруларын туғызуда. Солармен күресу үшін фармацевтер осы ерменнен дәрі-дәрмектер ойлап тапса.

Ащы ерменді ата-бабамыз ертден-ақ әр түрлі ауруларға қолданған. Бастың сақинасына, аяқ-қол сырқырағанда буланған. Асқазан ауруына тұнбасын ішкен. Халық медицинасында:

1. Тамаққа тәбет ашуға; 2. Асқазан бүріп ауырғанда; 3. Аяқ астынан дене құрысып, қалтырап діріл пайда болғанда (лихорадка); 4. Әсіресе аяқтағы көктамыр бадырайып шығып білініп тұрғанда; 5. Қан жасушалары азайғанда; 6. Бауыр, көкбауыр ауырғанда; 7. Суық тигенде; 8. Үйқы қашқанда; 9. Іштегі паразит құрттарды түсіруге және т.б. Ветеринария саласында қоюлау тұнбасын паразит жәндіктерді құрту үшін жағады. Күйіс қайыратын малдардың күйіс қайыруы бәсеңдесе ұнтағын ұнға, тұзға, суға араластырып береді.

Тұнбасын дайындау тәсілі

1 қасық шөбін 5 ас қасық спиртке (1/5) салып 7 күнге қояды. Дайын болған тұнбаны астан 30мин бұрын 15 тамшыдан күніне 3 рет ішеді. Судағы еріткішін немесе еріген күйін алу үшін шөбінің 1 шай қасығына 2 стакан қайнап тұрған ыстық су құйып 20 минут тұндырады. Дайын болғанда асқа дейін 30мин бұрын стаканның 1/4 бөлігіндей мөлшерде күніне 3 рет ішеді. Ерменнің дәрісін қабылдауды бір айдан асырмай арасында 1-2 апта үзіліс жасау керек. Тіпті спирттік, арақ пен шарапқа тәуелділікті де ащы еременмен емдеу: Алкогольге тәуелділікті емдеу үшін шөптер қоспасын жинау қажет. Оның осы шөптесін дәрінң құрамында ең маңызды бөлігі-80 пайыздай бөлігі осы ащы жусанг немесе ащы ерменнің өзі болып табылады. Оны дайын түрінде суға қайнатып сұйық түрін күнде ішіп отырады. Кемінде 30 күндей болуы тиіс.

Ұл-қыз, әйел адамынң жатырындағы миома, киста ісік ауруларын емдеп отырған: Миома–бұл қаіргі уақытта ащы жусанның тұнбасымен емделетін қатерлі емес ісік. Дайындау тәртібі: Екі ас қасық шикізатқа 1/2 литр спирт немесе арақ құю арқылы жасалынады. 10 күн бойы тұндырылады. Бұл тұнбаны күніне екі рет 1 шай қасықтан ас қабылдау барысында қолданады. Емдеу курсы – 14 күнге созылады. Кейіннен бір ай үзіліс жасап, оң нәтиже көрсетпесе емдеу курсын қайталауға болады. Тұнбаны тоңазытқышта сақтау қажет. Сипатталған емдеулерді қолдану кезінде есте сақтау қажет: қан аздық, жүктіліктің кез–келген айында және емізу кезінде тек қана жусан емес, басқа да токсинді қасиеттері бар шөптерді дәрігердің рұқсатынсыз алдын–ала қолдануға болмайды.

Ермен шырынынан адам ағзасындағы қалдық тағамдарды, тағамдарды жақсы қорытады, аппетит ашады. Оның сөлінен көптеген дәрі-дәрмектер жасайды. Ол түрлі микроағзалар туғызатын ауруларға қарсы тұрады. Антисептикалық қасиеті бар. Фармакологиялық және т.б. өндіріс орындарыда олардың шырынынан түрлі дәрілік заттар жасайды. Оның жаңадан алынған сөлін қараңғы да қ\ұстай отырып, туберкулезге қарсы дәрі-дәрмек жасайды. Ерменні тұнбасы, шырыны, сөлі толықтай тәбетті ашады, қарынды тоқ қылып жүреді. Сондай-ақ,

демікпе, асқазан сөл аурулары, ішек аурулары, асқазан ойық ауруларына да шипа болып табылады. Россияда алғашқы кездерден бастап ақ, 3000 жыл бұрын осы өсімдікті көп қолданған, түрлі ауруларды емедеп отырған. Оның ащы сөлі жүйке жүйесін тынышталдырыған, бас аурулары, бассақинасы, тіс аурулары қолданған. Борсық, бал майларын қосып, туберкулез ауруын емедеген.

Ерменның ем боладын аурулары және қолданулуы.

Иммунитет көтеруде: 500 гр жаңа кесілген жусанның сөлін грек жаңғағымен араластырып ет тартқыштан өткіземіз. Оған 1,5 стакан бал араластырып, тамақтан соң бір асқасықтан күніне үш мезгіл 1 ай ішу керек. Демікпеге жас жусанды езіп шырынын күніне үш рет әр ретте 5мг ішеді.

Ермен өсімдігі асқазан қатты ауырғанда, сонымен қатар аппетит ашатын да қасиеті бар. Асқазан жараларын, ойық жара, т.б. ауруларға да ем болып табылады.

Қорытынды

Болашақта тіпті түрлі бұрын соңды болмаған аурулар көбейетіні анық, сол кезде осы ерменнің пайдасын көптегп көретін болады. Қарапайым ғана есік алда, су жағасында өсетін өте ащы ермен өсімдігінен қаншама маңызды заттар, дәрі-дәрмектер, препараттар, бинт, марлевка, мақта, шыт маталар залалсыздандыру үшін, санитарлық жағдайлар сақтау үшін өнідіріліп отырады. Мүмкін болашақта әлі де толық зертеліп бітпеген көптеген ауруларға ем болатын шығар. Ермен улы ащы өсімдік болғандықтан ол көбінесе, тұмау, короновирус сияқты қауіпті жұқпалы ауруларға, ангинаға, мұрын пысылдап, көзден тамшылар ағып қатты гриповать етіп отырғанда, ми ауырғанда, сүйек буын қақсағанда, жараларды таңған кезде, қан тоқтамай жатқанда залалсыздандыру үшін антисептикалық жағдайлар үшін мүмкін қолданар. Жалпы кез-келген шөптесін, ағаш өсіңмдіктеріне көптеген дәрі-дәрмектер витамндер, минералды заттар, т.б заттар көптеп алуға болады. Сондықтан барша жасыл өсімдіктер әлемін сақтап, құрметтеп, қорғап және көбейтіп отыру қажет.

Әдебиеттер тізімі

1. Турмуханова М.Ж. Синтез биологически активных соединений. – Алматы, 2002. –71 с.
2. Щелкунов А.В., Абдыкалыков М.А., Ли М.Л. Химия и технология лекарственных препаратов. – Караганда: Санат, 2001.
3. Кенжетаева С.О. 2-Амино-4-фенилтиазолдың жаңа күкірткұрамды туындыларын синтездеу туралы. Органикалық химия. 2013. №4(72), Б. 4-8
4. Инновационные технологии в фармацевтическом образовании: обучение и контроль. Учебно-методическое пособие. – Шымкент, 2012.- 175с.
5. Т.Ә. Арыстанова Жалпы фармацевтикалық химия: оқу құралы. Алматы, Эверо, 2020.
6. Соколов Р.С. Химическая технология :Учебное пособие в 2т.-М.: ВЛАДОС, 2000.- Т. 1 - 368с; Т.2 - 448с.
7. ҚР Мемлекеттік фармакопеясы. Т.1.- Алматы: «Жібек жолы» баспа үйі, 2008,-592 б.
8. Р.С. Вартанян. Синтез основных лекарственных средств. М.: МИА, 2004 – 845 с.
9. А.Т. Солдатенков, Н.М. Клядина, И.В. Шендрик. Основы органической химии лекарственных веществ. М.: Химия. 2001 – 192 с.

References

1. Turmuhanova M.Zh. Sintez biologicheski aktivnyh soedinenij. – Almaty, 2002. –71 s.
2. Shhelkunov A.V., Abdykalykov M.A., Li M.L. Himija i tehnologija lekarstvennyh preparatov. – Karaganda: Sanat, 2001.
3. Kenjetaeva S.O. 2-Amino-4-feniltiazoldyñ jaña kükırtqūramdy tuyndylaryn sintezdeu turaly. Organikalyq himia. 2013. №4(72), B. 4-8

4. Innovacionnye tehnologii v farmacevticheskom obrazovanii: obuchenie i kontrol'. Uchebno-metodicheskoe posobie. – Shymkent, 2012.- 175s.
5. T.Ä. Arystanova Jalpy farmasevtikalyq himia: oqu qūraly. Almaty, Evero, 2020.
6. Sokolov R.S. Himicheskaja tehnologija :Uchebnoe posobie v 2t.-M.: VLADOS, 2000.- T. 1 - 368s; T.2 - 448s.
7. QR Memlekettık farmakopeiasy. T.1.- Almaty: «Jıbek joly» baspa üiı, 2008,-592 b.
8. R.S. Vartanjan. Sintez osnovnyh lekarstvennyh sredstv. M.: MIA, 2004 – 845 s.
9. A.T. Soldatenkov, N.M. Kljadina, I.V. Shendrik. Osnovy organicheskoj himii lekarstvennyh veshhestv. M.: Himija. 2001 – 192 s.

А.О. Сеитманбетова*, А. Калдыбаева
старший преподаватель, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
преподаватель, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
***Автор для корреспонденции:** seitmanbetova.aiman@mail.ru

РАСТЕНИЕ ЭРМЕН И ЕГО ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Аннотация: Полынь горькая (лат. Artemisia absinthium) — многолетнее растение семейства астровых, род полынных. Произрастает на пастбищах и лугах, супесях, в лесах и горных районах Мангистау. Высота 60—100 см, иногда достигает 120 см. Корень толстый. Цветки мелкие, собраны в соцветия. Цветки мелкие, собраны в соцветия. Цветёт и плодоносит в июле – июне. Полынь – лекарственное растение, применяемое в медицине. Благодаря горькому вкусу полыни люди верили, что это растение впитывает в себя всю горечь страданий, поэтому полынь обладала двумя свойствами: исцелять человека от болезней и успокаивать душу. Для приготовления лекарств собирают верхушки и листья полыни. Часть листьев срезают до 25 сантиметров до цветения. Безлистные стебли полыни также собирают в мае и июне. Безлистные стебли полыни также собирают в мае и июне. Лекарственные виды полыни легко отличить от нелекарственных. Нижняя сторона нелекарственных листьев блестящая, серебристая, а верхняя — коричневая или зелёная. Полынь горькая содержит два вида горьких глюкозидов: абсент и анабсент, витамин С, небольшое количество полезных для кожи веществ и 0,5% эфирного масла. Масло имеет зеленовато-голубой цвет и ядовито.

Полынь обладает пиретроидным действием. Её раствор пьют в виде отвара или чая для возбуждения аппетита и улучшения работы желудка. Препараты полыни следует принимать только по назначению врача.

Ключевые слова: полынь, гликозиды, флавоноиды, дубильные вещества, эфирные масла, микроэлементы, фитонциды, витамины.

A.O. Seitmanbetova*, A. Kaldybayeva
Senior Lecturer, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
Lecturer, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
***Corresponding author's email:** seitmanbetova.aiman@mail.ru

THE ERMEN PLANT AND ITS PHARMACOLOGICAL PROPERTIES

Abstract

Wormwood (Artemisia absinthium) is a perennial plant in the Asteraceae family, genus Artemisiaceae. It grows in pastures and meadows, sandy loams, forests, and mountainous areas of Mangystau. Height: 60–100 cm, sometimes reaching 120 cm. The root is thick. The flowers are small, collected in inflorescences. It blooms and bears fruit in July–June.Wormwood has a special value as a medicinal plant. Its infusion is often used to improve digestion and stimulate food intake. Prospective search for plant material with medicinal properties among seed plants. For this, it has its own variety, distribution and large reserves of raw materials. Wormwood bitter Artemisia Absinthium is used in folk medicine. This is due to the unique chemical

composition of Artemisia Absinthium. The medicinal properties of the herb are explained by the fact that it is enriched with natural biologically active components. In the aerial part, biologically active components show the highest concentration during the flowering period.

Key words: wormwood, glycosides, flavonoids, tannins, organic acids, essential oils, trace elements, phytoncides, vitamins.

УДК 628.543 https://doi.org/10.54251/2616-6429.2025.04.0007nu

Ж.Б. Тилеубаев*, М.К. Жекеев
магистрант, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
д.т.н., профессор, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
***Автор для корреспонденции:** zh.b.tileubaev@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА КОАГУЛЯЦИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ФТОРА И МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ АММОФОСА

Аннотация

В работе представлены результаты исследования процесса коагуляционной очистки сточных вод производства аммофоса, содержащих ионы фтора (до 150–200 мг/л) и тонкодисперсные механические примеси (фосфогипс, непрореагировавшее сырье). Актуальность темы обусловлена необходимостью снижения токсичности фторсодержащих стоков до нормативов ПДК (для фтора не более 1,5 мг/л) и извлечения твердой фазы перед сбросом или повторным использованием воды в обороте.

Установлено, что при дозе коагулянта 200–300 мг/л и корректировке pH известковым молоком остаточная концентрация фтора снижается до 1,2–1,4 мг/л, а содержание взвешенных веществ — до 15–20 мг/л (эффективность очистки 92–95%). Выявлены оптимальные режимы и отстаивания, обеспечивающие стабильное качество осветленной воды.

Лабораторными исследованиями с применением кальцинированной соды был очищен ЭФК от фтористых соединений с применением коагулянта на основе кальцинированной соды при pH пульпы 4,9 – 5,0. Отфильтрованная пульпасодержанием фтора около 0,03%, может быть использовано в качестве кальцийнатрийфосфата, в частности в качестве кормовых фосфатов, соответствующий нормам по количеству фтора.

Ключевые слова: сточные воды, коагуляция, метод очистки, механические примеси, фтор, аммофос, флокулянт, ЭФК.

Введение

Загрязнение природных вод – основных источников водоснабжения населения приобрело за последние годы, угрожающих размеров. Это особенно относится к сточным водам с фармацевтических и химических производств, попадания в ливневые, подземные и поверхностные воды.

Аммофос — это двойное азотно-фосфорное удобрение, состоящее в основном из моноаммонийфосфата с примесью диаммонийфосфата (10 – 20 %), сульфата аммония, фосфатов железа и алюминия и др. По содержанию действующих веществ аммофос является одним из наиболее концентрированных удобрений. Аммофос можно вносить в качестве основного удобрения в рядки при посеве под все культуры и в подкормку - под пропашные, технические культуры и овощи. Фосфор играет важную роль в жизни плодовых и ягодных культур. Он входит в состав сложных белков, участвующих в процессе деления клеточного ядра и в образовании новых органов растения, в созревании плодов и ягод, способствует накоплению крахмала, сахара, жира. Фосфор значительно повышает засухо- и морозоустойчивость растений. Он играет большую роль в ускорении созревания плодов [1].

При существующих технологиях в производстве аммофоса, при очистке от фтора или его производных возникает большая опасность образования в очищаемой воде канцерогенных соединений, что было доказано многочисленными исследованиями [2]. Применяемые же в настоящее время в технологии водоподготовки коагулянты на основе соединений алюминия и железа не способны глубоко очищать воду от органических соединений, особенно в весенне-зимний период при низких температурах очищаемой воды. Поэтому предварительная

глубокая очистка природных и сточных вод от органических соединений и микроорганизмов приобретает все более актуальное значение [1-3].

Материалы и методы

Для очистки сточных вод от фтора и механических примесей применяют различные методы, в том числе и метод коагуляции реагентами.

Целью данной работы является снижение негативного воздействия химических предприятий на водные объекты, содержащие фтор и механические примеси (полуторных окислов), путем разработки и применения метода коагуляции на основе кальцинированной соды, путем ввода в ЭФК флокулянта [4-5].

В лабораторных исследованиях в качестве исходной фосфорной кислоты использовалось цеховая экстракционная фосфорная кислота, полученная на заводе минеральных удобрений ТОО «Казфосфат», содержащая 19-20.5 % P_2O_5 [6-7].

Результаты и обсуждения

Лабораторные исследования по очистке ЭФК показали возможность очистить ЭФК от фтористых соединений и полуторных окислов путем нейтрализации ЭФК кальцинированной содой (Na_2CO_3), при этом pH среды доводили до 5,0.

Из отфильтрованной пульпы получали натрий-фосфатный раствор, содержание фтора в котором (0,03 %), что позволяет получить кальцийнатрийфосфат кормовой (КНФК) соответствующий требуемым нормам по количеству фтора в кормовых фосфатах.

В связи с отсутствием данных в предыдущих исследованиях по фильтруемости пульпы, а это является одним из важных показателей процесса разделения пульпы на жидкую (очищенная ЭФК) и твердую (осадок: примеси фосфатов железа, алюминия, кальция, магния, кремния и фтора) фазы, было предложено усовершенствовать технологию очистки ЭФК по следующим этапам.

- контролирование расхода кальцинированной содой с доведением pH суспензии до 4,0 – 4,4;
- последовательное добавление соды и известкового молока (или сухой извести);
- применение в процессе очистки ЭФК кизельгура;
- применение при варке экстракционной пульпы коттрельного молока;
- применение в процессе очистки ЭФК аммиачной воды;
- применение в процессе очистки ЭФК флокулянта.

В процессе проведения лабораторных испытаний была получена возможность получения кальцийнатрийфосфата кормового, на основе ортофосфата натрия (ЭФН) полученного из ЭФК с содержанием фтора до 0,03%.

Для выбора типа оборудования и оптимальных технологических режимов фильтрования растворов ортофосфата натрия проведены испытания на лабораторной модели (лабораторная фильтровальная воронка), имитирующей работу камерно-мембранного фильтр-пресса.

В технологии производства триполифосфата натрия можно использовать раствор ортофосфата натрия, полученный из ЭФК, взамен термической фосфорной кислоты, если проработать вопрос снижения норм расхода ЭФК и Na_2CO_3.

Были проведены лабораторные исследования по определению способа очистки ЭФК от примесейфтористых соединений, полуторных окислов и по снижению норм расхода кальцинированный соды в целях снижения себестоимости готовой продукции.

В работе использованы физиок-химические и химические методы анализа, как потенциометрическое титрование, потенциометрический метод определения фтора с использованием фторселективного электрода, спектрофотометрический метод.

Для уменьшения расхода кальцинированной соды частично использовали 12% раствор известкового молока при использовании которого так же избавляемся от полуторных окислов.В этом случае идет разбавление раствора по P_2O_5 в среднем до 16,5%. Очистка

исходной ЭФК только с применением известкового молока не возможна - идет сильное разбавление раствора.

Для определения степени очистки ЭФК от взвешенных примесей исходную кислоту отфильтровали через бумажный фильтр. Полный анализ ЭФК исходной, отфильтрованной и образовавшегося осадка представлен в таблице 1.

Таблица 1-Анализ химического состава ЭФК и осадка

Наименование пробы	Содержание в %							
	P_2O_5	CaO	MgO	Fe_2O_3	Al_2O_3	F	SO_4	Na
ЭФК исходная (цеховая)	19,5	0,3	1,1	0,75	0,9	1,7	2,54	0,011
ЭФК отфильтрованная (через бумажный фильтр)	19,8	0,24	1,09	0,8	0,92	1,36	1,88	-
Осадок после фильтрования (в пересчете на сухое)	3,7	19,66	0,39	0,36	0,2	15,67	34,54	-

При нейтрализации фосфорной кислоты аммиаком в твердую фазу выделяются полуторные окислы. Для испытаний использовали аммофосную пульпу после 1-й и 2-й стадии аммонизации.

Отфильтровав пульпу после 1-й ступени аммонизации, определили, что в фильтрате содержатся полуторные окислы, далее фильтрат нейтрализовали кальцинированной содой до pH- 4,58. Далее проводили опыт с добавлением соды непосредственно в аммофосную пульпу после 1-й ступени нейтрализации.Результаты анализа показали, что в пульпе снижается содержание примесных полуторных оксидов.

При нейтрализации аммофосной пульпы после 2-й стадии с pH- 4,03, также отсутствуют полуторные окислы. Результаты экспериментов приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Очистка от примесей в процессе аммонизации ЭФК

Наименование пробы		Анализ, %							
		P_2O_5	CaO	MgO	Fe_2O_3	Al_2O_3	F	$N_{ам}$	W
Аммофосная пульпа (1 ступень) pH - 2,71	пульпа	16,1	-	-	0,62	0,64	1,15	-	-
Аммофосная пульпа (1 ступень) отфильтрованная через бумажный фильтр	фильтрат	14,8	-	-	0,042	0,025	0,95	-	-
Фильтрат + Na_2CO_3 pH - 4,58		14,98	-	-	отс	отс	0,17	-	-
Аммофосная пульпа (1 ступень) + Na_2CO_3 pH – 3,64	фильтрат	14,9	0,33	0,23	отс	отс	0,3	2,94	-
	осадок	19,46	2,02	0,85	1,4	0,93	3,07	2,97	54,4
Аммофосная	фильтрат	13,8	0,2	0,14	отс	отс	0,21	-	-

пульпа (1 ступень) + Na_2CO_3 pH – 4,9	осадок	19,6	2,03	2,06	1,43	1,2	3,1	3,19	52,7
Аммофосная пульпа (2 ступень) pH – 4,03	пульпа	17,0	-	-	0,5	0,88	3,03	-	-
Аммофосная пульпа (2 ступень) отфильтрованная через бумажный фильтр	фильтрат	15,1	-	-	отс	отс	0,3	-	-

Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований установлены следующие расходные нормы:

ЭФК исх. (P_2O_5 19,5%) - 1,276 т;

Na_2CO_3 - 0,204 т.

Следует отметить что, очистка ЭФК в процессе аммонизации возможна, при этом получаетсяаммофос более высокого качества, а осадок используется для получения аммофоса более низкого качества.

Список литературы

1. Новиков, А.В. Улучшение качества природных и очистка сточных вод: учеб. пособие / А.В. Новиков, Ю.Н. Женихов. – Тверь:Изд-во ТГТУ, 2006. –112 с.
2. Алексеев, Л.С. Контроль качества воды: учеб.пособие / Л.С. Алексеев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2004.-154 с.
3. Ксеник, Т.В. Новый сорбент для очистки сточных вод от органических загрязнений / Т.В. Ксеник, А.А. Юдаков, А.В. Перфильев // Экология и промышленность России. – 2009. - № 4. – С. 19-21.
4. Качалова Г.С. Коагуляционно-сорбционная очистка сточных вод // Вода и экология: проблемы и решения, 2019, №2 (78), С. 32-39.
5. Качалова Г.С. Исследование эффективности смешанных коагулянтов при очистке свинцовосодержащих сточных вод аккумуляторного производства // Успехи современного естествознания, №11. Доступно на: https://natural-sciences.ru/article/view?id=37245
6. Алексеев Е.В. Повышение эффективности коагулирования в процессах очистки сточных вод // СОК, 2021, №3, С. 14-17.
7. Гончаренко Е. Е., Ксенофонтов Б. С., Березина С. Л., Борисов Ю. А. Исследование коагуляции в процессах очистки сточных вод с применением компьютерной технологии // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. -2020. -№08. -С. 11-15. DOI 10.37882/2223-2966.2020.08.09

References

1. Novikov, A.V. Uluchshenie kachestva prirodnyh i ochistka stochnyh vod: ucheb. posobie / A.V. Novikov, YU.N. ZHenihov. – Tver':Izd-vo TGTU, 2006. –112 s.
2. Alekseev, L.S. Kontrol' kachestva vody: ucheb.posobie / L.S. Alekseev. – 3-e izd., pererab. i dop. – M.: INFRA-M, 2004.-154 s.

3. Ksenik, T.V. Novyj sorbent dlya ochistki stochnyh vod ot organicheskih zagryaznenij / T.V. Ksenik, A.A. YUdakov, A.V. Perfil'ev // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. – 2009. - № 4. – S. 19-21.
4. Kachalova G.S. Koagulyacionno-sorbcionnaya ochistka stochnyh vod // Voda i ekologiya: problemy i resheniya, 2019, №2 (78), S. 32-39.
5. Kachalova G.S. Issledovanie effektivnosti smeshannyh koagulyantov pri ochistke svincovosoderzhashchih stochnyh vod akkumulyatornogo proizvodstva // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya, №11. Dostupno na: https://natural-sciences.ru/article/view?id=37245
6. Alekseev E.V. Povyshenie effektivnosti koagulirovaniya v processah ochistki stochnyh vod // SOK, 2021, №3, S. 14-17.
7. Goncharenko E. E., Ksenofontov B. S., Berezina S. L., Borisov YU. A. Issledovanie koagulyacii v processah ochistki stochnyh vod s primeneniem komp'yuternoj tekhnologii // Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya: Estestvennye i Tekhnicheskie Nauki. -2020. -№08. -S. 11-15. DOI 10.37882/2223-2966.2020.08.09

Ж.Б. Тилеубаев*, М.К. Жекеев
магистрант, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
т.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
***Автор для корреспонденции:** zh.b.tileubaev@mail.ru

АММОФОС ӨНДІРІСІНДЕГІ АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ФТОРИДТЕН ЖӘНЕ МЕХАНИКАЛЫҚ ҚОСПАЛАРДАН ТАЗАРТУ ҮШІН КОАГУЛЯЦИЯ ӘДІСІН ЗЕРТТЕУ

Түйін

Жұмыста құрамында фтор иондары (150-200 мг/л дейін) және жұқа дисперсті механикалық қоспалар (фосфогипс, реакцияға түспеген шикізат) бар аммофос өндірісінің ағынды суларын коагуляциялық тазарту процесін зерттеу нәтижелері келтірілген. Тақырыптың өзектілігі құрамында фторы бар ағындардың уыттылығын ШРК нормативтеріне дейін (фтор үшін 1,5 мг/л-ден аспайтын) төмендету және суды ағызу немесе айналымда қайта пайдалану алдында қатты фазаны алу қажеттілігіне байланысты.

Коагулянттың 200-300 мг/л дозасы және әк сүтімен РН түзету кезінде фтордың қалдық концентрациясы 1,2–1,4 мг/л — ге дейін, ал тоқтатылған заттардың мөлшері 15-20 мг/л-ге дейін төмендейтіні анықталды (тазарту тиімділігі 92-95%). Жеңілдетілген судың тұрақты сапасын қамтамасыз ететін оңтайлы режимдер мен қорғаулар анықталды.

Сода күлін қолдана отырып зертханалық зерттеулермен ПУЛЬПАНЫҢ рН 4,9 – 5,0 кезінде сода күліне негізделген коагулянтты қолдана отырып, фторлы қосылыстардан ЭФК тазартылды. Шамамен 0,03% пульпа құрамымен сүзілген, кальций натрий фосфаты ретінде, атап айтқанда, фтор мөлшері бойынша нормаларға сәйкес келетін жемдік фосфат ретінде пайдаланылуы мүмкін.

Кілттік сөздер: ағынды сулар, коагуляция, тазарту әдісі, механикалық қоспалар, фтор, аммофос, флокулянт, ЭФК.

Zh.B. Tileubaev*, M.K. Zhekeev
master's student, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
Dr.Tech.Sci., Professor, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
***Corresponding author's email:** zh.b.tileubaev@mail.ru

INVESTIGATION OF THE COAGULATION METHOD FOR WASTEWATER TREATMENT FROM FLUORINE AND MECHANICAL IMPURITIES IN THE PRODUCTION OF AMMOPHOS

Abstract

The paper presents the results of a study of the coagulation wastewater treatment process for the production of ammophos containing fluorine ions (up to 150-200 mg/l) and finely dispersed mechanical impurities (phosphogypsum, unreacted raw materials). The relevance of the topic is due to the need to reduce the toxicity of fluorinated wastewater to the maximum permissible concentration (for fluorine no more than 1.5 mg/l) and to extract the solid phase before dumping or reuse of water in circulation.

It was found that with a coagulant dose of 200-300 mg/l and pH adjustment with lime milk, the residual fluorine concentration decreases to 1.2–1.4 mg/l, and the suspended solids content decreases to 15-20 mg/l (purification efficiency 92-95%). Optimal modes and settling conditions have been identified, ensuring stable quality of clarified water.

Laboratory studies using soda ash have purified EFA from fluoride compounds using a soda ash–based coagulant at a pulp pH of 4.9 - 5.0. Filtered pulp with a fluorine content of about 0.03% can be used as calcium sodium phosphate, in particular as feed phosphates, corresponding to the standards for the amount of fluorine.

Keywords: wastewater, coagulation, purification method, mechanical impurities, fluorine, ammophos, flocculant, EFC.

UDC 541.138 https://doi.org/10.54251/2616-6429.2025.04.0008nu

A. Tukibayeva[1*], A. Tynyshbek[1], L. Aikozova[1], O. Sergiyenko[2]
[1]Candidate of Chemistry, associate professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[1]Master student, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[1]Candidate of Engineering, accociate professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[2]Cand.Tech.Sci., Associate Professor, ITMO University, Saint Petersburg, Russia
[*]**Corresponding author's email:** ainur_tukibaeva@mail.ru

STUDYING THE ELECTROCHEMICAL BEHAVIOUR OF RED PHOSPHORUS IN HYDROCHLORIC ACID SOLUTION

Abstract

Elemental phosphorus is an interesting subject for electrochemical research. Situated in the middle of the third period, it exhibits equal capacity for both oxidation and reduction reactions. This paper presents the results of a study of the oxidation reaction of red phosphorus using a composite phosphorus-graphite electrode in a hydrochloric acid solution under galvanostatic conditions. The influence of key electrochemical parameters, such as current density and electrolyte concentration, on the phosphorus oxidation current efficiency was studied. Optimal conditions for the oxidation process were determined. It was shown that in the presence of chloride ions, competitive anodic formation of active chlorine occurs, significantly affecting the mechanism and products of phosphorus oxidation. The obtained study results demonstrate that, during anodic polarization, elemental phosphorus in aqueous solutions is directly oxidized to form hypophosphite-, phosphite, and phosphate-ions.

Keywords: phosphorus production, elemental phosphorus, composite electrode, electrolysis, chloride-ions, catalyst, phosphorus compounds

Introduction

Phosphorus sludge is formed during the condensation of yellow phosphorus, as a result of incomplete purification of the exhaust dust and gas components [1]. It is known that sludges with a phosphorus content of at least 45-50% are processed into thermal phosphoric acid by incineration in cyclone apparatuses. However, during sludge incineration, slag is formed from the mineral portion of the sludge, which is a secondary waste, and the resulting acid contains suspended solids and lower forms of phosphorus [2,3].

Therefore, the aim of this research was to develop a rational and cost-effective technical solution that would maximize the recycling of phosphorus production waste and by-products, yielding environmentally safe end products.

This research focuses on a specific approach to studying the electrochemical properties of elemental phosphoru in aqueous solutions. This method is used to develop approaches to utilization phosphorus production waste and producing environmentally friendly phosphorus-containing compounds.

The novelty lies in the fact that, as a result of studying the anodic oxidation of elemental phosphorus, electrochemical methods for the neutralization of phosphorus production waste were developed for the first time.

Materials and Methods

Experimental part

To study the electrochemical oxidation of elemental white phosphorus, electrolysis was carried out under galvanostatic conditions. Phosphorus-graphite electrodes were used as the anode, and a

graphite rod was used as the cathode. The experiments were carried out in a glass cell, with the anode-cathode space separated by an MK-40 cation exchange membrane. A rectifier DSPS-305DM served as the current source. A schematic diagram of the setup is presented in [4]. Solutions of various concentrations in the range of 0.25–1.25 mol/l were used as the electrolyte.

All experiments were carried out on a phosphorus-graphite electrode with a phosphorus content of 50.0% by mass. Electrolysis was carried out in a 100 cm^3 vessel equipped with a water jacket for cooling. The duration of electrolysis was considered in the range from 0.25 to 1.0 hours. Quantitative analysis was performed on the products of single oxidation of phosphorus of varying degrees of oxidation that had passed into the solution, hypophosphite ions P(+1) by permanganometric method, phosphite ions P(+3) by iodometric method, and phosphate ions P(+5) by the method of I.P. Moizhe's photometric method [5,6].

Results and discussion

Based on the values of standard potentials [7], the following reactions may occur on the surface of the electrode when the phosphorus is polarized:

$$P + 2\,H_2O \rightarrow H_3\,PO_2 + H^+ + e \qquad E^0 = -\,0{,}511\ B \qquad (1)$$

$$P_{(white)} + 3\,H_2O \rightarrow H_3PO_3 + 3H^+ + 3e \qquad E^0 = -\,0{,}502B \qquad (2)$$

$$P_{(white)} + 4\,H_2O \rightarrow H_3PO_4 + 5H^+ + 5e \qquad E^0 = -\,0{,}411B \qquad (3)$$

To study the anodic oxidation of elemental phosphorus in chloride solutions, the influence of hydrochloric acid concentration, current density, and electrolysis duration on the current efficiency of phosphorus oxidation was investigated.

The anodic oxidation of phosphorus in chloride solutions can be explained as follows: at a certain polarisation, chlorine is released on the graphite electrode according to the reaction (4).

The chlorine released at the anode partially dissolves in the electrolyte and is hydrolysed according to the reaction:

$$Cl_2 + H_2O \rightarrow HClO + HCl \qquad (4)$$

Reaction equilibrium constant:

$$K = \frac{[H^+]\cdot[Cl^-]\cdot[HClO]}{[Cl_2]}$$

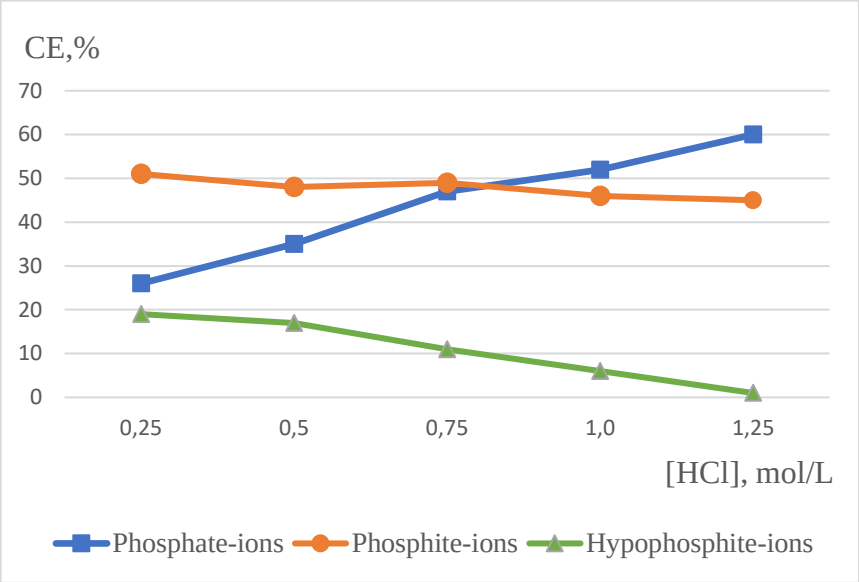
at 25°C is $3.9\cdot10^{-4}$. With an increase in the concentration of chlorine and hydrogen ions, the equilibrium concentration of hypochlorous acid decreases. Thus, the phosphorus-graphite electrode in the anode space of the electrolyser can be oxidised with chlorine and hypochlorous acid according to the following reactions:

$$2P + 5Cl_2 + 8H_2O \rightarrow 3H_3\,PO_4 + 10\,HCl \qquad (5)$$

$$P + 4HClO \rightarrow PO_4^{3-} + 4H^+ + 4Cl \qquad (6)$$

In which, as can be seen, chlorine ions are formed again, i.e. the process proceeds catalytically. This is evidenced by the results of the experimental data obtained.

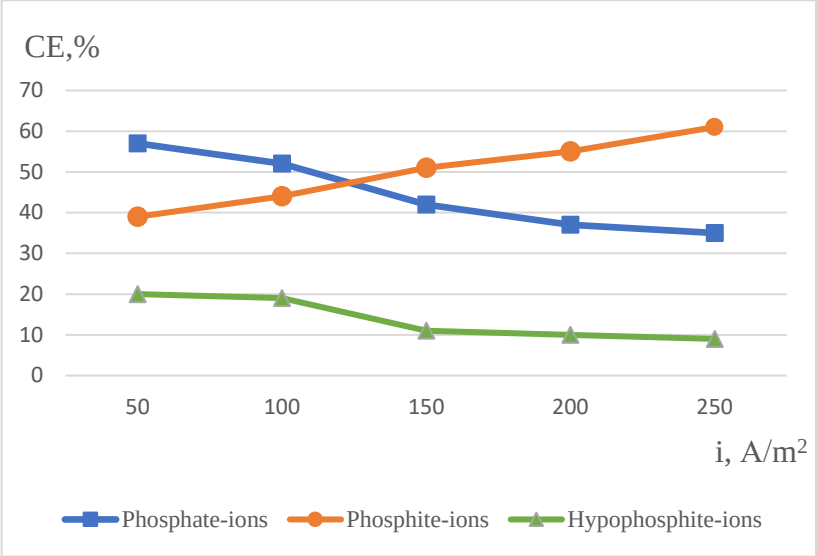
An increase in the concentration of the hydrochloric acid solution has a positive effect on the oxidation current efficiency of elemental phosphorus (Figure 1). Electrolysis was carried out at a current density of 100 A/m² and electrolysis duration of 0.25 hours. The maximum oxidation rate of elemental phosphorus is reached at [HCl] = 1.25 mol/L, and the current efficiency of phosphate-ion formation is 60%, i.e. the phosphate- and hypophosphite-ions formed in the solution have time to oxidise to phosphate-ions. We assume that the chloride-ions present in the solution have a catalytic effect and accelerate the oxidation process of elemental phosphorus. Thus, our assumptions are confirmed by the literature data.



τ - 0,25 hour; i – 100 A/m^2; C:P-50:50

Fig. 1. Effect of hydrochloric acid concentration on the current efficiency of phosphorus oxidation

The effect of current density on the anodic oxidation of elemental phosphorus is shown in Figure 2. Electrolysis conditions: electrolysis duration 0.25 hours, electrolyte concentration 1.0 mol/l. As the current density increases, the current efficiency of phosphate ion formation decreases from 57% to 35%. This is due to the fact that as the current density increases, the process of gaseous chlorine evolution at the anode intensifies and, as a result, the rate of active chlorine molarisation exceeds the rate of its interaction with phosphorus, and gaseous chlorine is removed from the sphere by the reaction (4).



[HCI]- 1,0 mol/L; τ-0,25; C:P –50:50

Fig.2. Effect of current density on the oxidation current efficiency of phosphorus in hydrochloric acid solution

The effect of electrolysis duration on the anodic oxidation of phosphorus in the range from 0,25 to 1,25 hours was also considered under conditions of 0.25 mol/L and 50 A/m^2. With an increase in the duration of electrolysis, the current efficiency of phosphate ion formation initially increases (up to 0,75 hours), but further increases in the duration of electrolysis lead to a significant decrease in current efficiency.

Conclusions

For the first time, the anodic oxidation of elemental phosphorus under galvanostatic conditions has been studied. The effects of current density and electrolyte concentration on the phosphorus oxidation current efficiency have been investigated. Under optimal conditions, the current efficiency of anodic oxidation of elemental phosphorus is 75% in HCl solutions. During a prolonged process, the concentration of discharging ions in the anode space decreases and the current efficiency of elemental phosphorus oxidation decreases. It is also visually observed that during prolonged electrolysis, the electrolyser heats up, which lead to the destruction of the electrode under study, since the melting point of white phosphorus is only 44%.

Thus, we have investigated the anodic oxidation of elemental white phosphorus for the first time and demonstrated the catalytic action of chloride ions on the anodic process.

References

1. Tleuov A. Waste Management of Phosphorus Industry Enterprises. A Textbook. – Shymkent, 2015. – 176 p. (in Russ)
2. Tleuov A.S., Shevko V.M., Tleuova S.T. Solutions to the Problem of Processing and Utilization of Oil Sludge // Journal of Science and Education of South Kazakhstan. –2003. - No. 32. –P. 167-169. (in Russ)
3. Murzagaliev E.Sh., Bishimbayev V.K., Viktorov S.V. Sorption Hypothesis of the Mechanism of Sludge Formation and the Process of Sludge Suppression in the Electrothermal Production of Low-Arsenic Phosphorus // Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. – 2008. – No. 1. – P. 41-48. (in Russ)

4. Tynyshbek A.,Tukibayeva A, Asylbekova D. Study of the electrochemical behaviour of elemental phosphorus in sulphuric acid solutions//in thesis of XI International conference «ICITE-2025». –Shymkent, 2025, Vol.1. -C.185-189
5. Lurye Yu.Yu., Rybnikova A.I. Chemical Analysis of Industrial Wastewater. Moscow: Chemistry, 1974. pp. 94-96 (in Russ)
6. Guide to Analysis in the Production of Phosphorus, Phosphoric Acid, and Fertilizers // Ed. by I.P. Moyzhes. -Chemistry, 1973. -P.11-13 (in Russ)
7. Rotinyan A.L., Tikhonov K.I., Shoshina I.A. Theoretical electrochemistry // Ed. by A.L. Rotinyan, Chemistry, 1981. - 424 p. (in Russ)

А. Тукибаева[1*], А. Тынышбек[1], Л. Айкозова[1], О. Сергиенко[2]
[1]х.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
[1]магистрант, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
[1]т.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
[2]т.ғ.к., доцент, АТМО университеті, Санкт-Петербург, Ресей
[*]**Корреспондент авторы:** ainur_tukibaeva@mail.ru

ТҰЗ ҚЫШҚЫЛЫ ЕРІТІНДІСІНДЕГІ ҚЫЗЫЛ ФОСФОРДЫҢ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ӘРЕКЕТІН ЗЕРТТЕУ

Түйін

Элементті фосфор электрохимиялық зерттеулер үшін қызықты объект болып табылады. Үшінші периодтың ортасында орналасқан фосфор тотығу және тотықсыздану реакциялары үшін бірдей қабілеттілік көрсетеді. Ұсынылып отырған жұмыста, гальваностатикалық жағдайда тұз қышқылы ерітіндісінді композициялық фосфор-графит электродты пайдаланып, қызыл фосфордың тотығу реакциясын зерттеу нәтижелері берілген. Фосфордың тотығуының ток бойынша шығымына негізгі электрохимиялық параметрлердің: ток тығыздығы және электролит концентрациясының әсерлері зерттеледі. Тотығу процесінің тиімді жағдайлары анықталды. Хлорид иондарының қатысында, белсенді хлордың бәсекеге қабілетті анодты түзілуі орын алатындығы көрсетілді, ол фосфордың тотығу механизмі мен өнімдеріне айтарлықтай әсер етеді. Алынған нәтижелер негізінде анодты поляризация кезінде сулы ерітінділердегі элементті фосфордың гипофосфит-, фосфит- және фосфат-иондарын түзе отырып тікелей тотығатындығы көрсетілді.

Кілттік сөздер: фосфор өндірісі, элементтік фосфор, композиттік электрод, электролиз, хлорид иондары, катализатор, фосфор қосылыстары.

А. Тукибаева[1*], А. Тынышбек[1], Л. Айкозова[1], О. Сергиенко[2]
[1]к.х.н., доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
[1]магистрант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
[1]к.т.н., доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
[2]к.т.н., доцент, университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия
[*]**Автор для корреспонденции:** ainur_tukibaeva@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ КРАСНОГО ФОСФОРА В РАСТВОРЕ СОЛЯНОЙ КИСЛОТЫ

Аннотация

Элементарный фосфор является интересным объектом для электрохимических исследований. Находясь в середине третьего периода, он в равной мере проявляет способность к реакциям как окисления, так и восстановления. В этой работе приведены результаты исследования реакции окисления красного фосфора в виде композиционного фосфор-графитового электрода в солянокислом растворе в гальваностатических условиях. Изучены влияние основных электрохимических параметров

такие как плотности тока, концентрации электролита на выход по току окисления фосфора. Определны оптимальные условаия процесса окисления. Показано, что в присутствии хлорид-ионов происходит конкурентное анодное образование активного хлора, что существенно влияет на механизм и продукты окисления фосфора. По полученным результатам исследования, показано, что при анодной поляризации элементраный фосфор в водных растворах непосредственно окисляется с образованием гипофосфит-, фосфит- и фосфат-ионов.

Ключевые слова: производство фосфора, элементарный фосфор, композитный электрод, электролиз, хлорид-ионы, катализатор, соединения фосфора.

УДК 541.18 https://doi.org/10.54251/2616-6429.2025.04.0009nu

А.А. Утебаев[1]*, Л.Д. Айкозова[1], К.С. Назаркасым[1], Р.К. Сарымзакова[2]
[1]т.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
[1] т.ғ.к., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
[1]оқытушы, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
[2]х.ғ.д., профессор, Қырғыз ұлттық университеті. Баласағұн, Бішкек, Қырғызстан
***Корреспондент авторы:** u.aseke.63@mail.ru

ДЕРМЕНЕ АЛҚАБЫ МЕН ӨСІМДІКТІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫНА ЖӘНЕ ЕМДІК ҚАСИЕТТЕРІНЕ ТАЛДАУ ЖАСАУ

Түйін

Ғылыми-зерттеу жұмысының негізгі мақсаты Дермене дәрілік шөптер алқабындағы «топырақ-өсімдік» жүйесіндегі химиялық элементтер мен фармокомпоненттердің қасиеттерін зерттей отырып Дермене алқабы мен өсімдіктің экологиялық жағдайына және емдік қасиеттеріне талдау жасау. Дермене өсімдігі бойындағы дәрілік қасиетті қосылыстарға сипаттама беру. Түркістан аймағындағы емдік қасиеттері бар өсімдіктердің, соның ішіндегі «дермене» өсімдігінің «топырақ-өсімдік» жүйесіндегі химиялық элементтердің сандық және сапалық құрамын анықтау, олардың жинақталуы мен миграциялық қасиеттерін зерттеу және Дармено алқабындағы дәрілік шикізаттың молдығына, немесе тапшылығын ғылыми негіздеу. Өсімдіктердің химиялық құрамын және дәрілік қосылыстардың қасиеттерін талдау, өсімдік кариотипінің өзгерістері, топырақ пен өсімдік құрамынан топырақ құрамын және ауыр металдарды қоса алғанда, химиялық элементтерді анықтау әдістері және топырақты кешенді талдау қарастырылады. Элементтердің Кс (биологиялық жинақталу коэффициенті) мен ПК (полярлық коэффициентін), сондай-ақ өсімдіктің физика-химиялық қасиеттерін зерттеу арқылы дәрілік қоспалардың адам ағзасына енуі нәтижесінде жүретін процестердің ғылыми түсіндірмесі беріледі. Зерттеу жұмысында Дармино алқабының қазіргі жағдайы, ғылыми-зерттеу тақырыбының өзектілігі, дәрілік шөптер мен топырақтың рентгендік микроталдау әдістерін, зерттеу нысаны мен әдістері ретінде пайдалану, зерттеудің мақсаттары мен міндеттері бағаланып, оның ғылыми жаңалығы мен практикалық маңыздылығын атап өту.

Кілттік сөздер: Дермене дәрілік шөбі, фармокомпоненттер, химиялық элементтер, аккумуляция, миграция, ауыр металдар, өсімдік, топырақ, сандық және сапалық құрамы, биохимиялық талдау.

Кіріспе

Дермене шөбі ежелгі Русьтің Волынь жылнамасында айтылады. [1] Онда ұлы даланың оңтүстігіндегі аптап күн астында емдік жусан өсетіні баяндала келіп, оған: «түсі бозғылт, дәмі ащы, оның өткір исін бір рет сезіп-білген адам мұны ешуақытта ұмытпайды» деген анықтама беріледі.

Түркістан облысы аймағындағы [2] емдік қасиеті бар өсімдіктердің, соның ішіндегі адам организіміне маңызды ролі бар дермене алқабындағы химиялық элементтердің «топырақ-өсімдік» жүйесіндегі сандық және сапалық құрамын анықтау, олардың аккумуляциялық және миграциялық қасиеттерін, дермене өсімдігінің емдік қасиетін зерттеу, дәрілік шикізат алқабының сиреу себептеріне ғылыми негіздеме беру тақырыптың өзектілігін көрсетеді.

Түркістан облысы Арыс ауданы Дермене елдімекеніне қарасты жусанды алқаптан зерттеуге алынған дермене шөбінің, оның сабағы мен дәнегінің бойына жиналған химиялық элементтердің сапалық көрсеткіштерін зерттеу үлгілерінің анализдерін рентгендік микроанализінің нәтижелерін, құрғақ қалдықтары арқылы құрамындағы массалық үлесі басым элементтердің мөлшерлік көрсеткіштері бойынша талдау жасау арқылы баға беріледі. Сондықтан, ғылыми жұмыстың негізгі мақсаты мен міндетіне бүкіл әлемге танымал дермене алқабының қазіргі жағдайдағы күйін элементтердің миграциялық қасиеттері арқылы және дермене өсімдігінің биохимиялық құрамы арқылы оның дәрілік фармокомпоненттеріне

сипаттама беріп оның емдік қасиетін зерттеп және оған міндеттеме жүктелді.

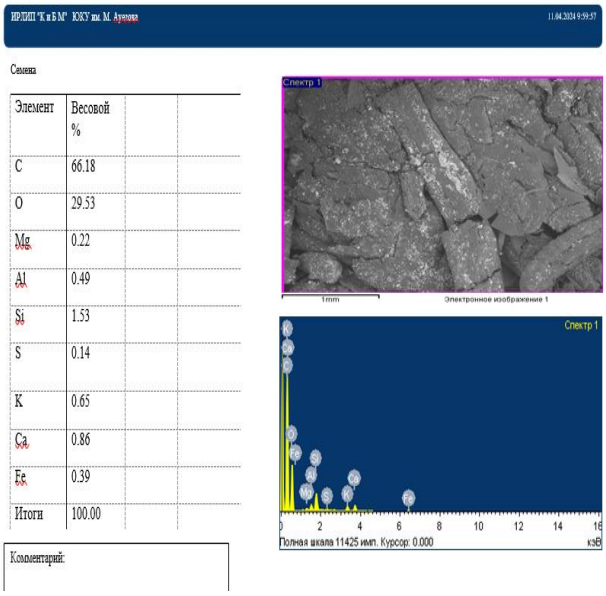
Материалдар мен әдістер

Ғылыми жұмыстың алдына қойып отырған бірінші мәселе – Дермене емдік шикізаттың құрамындағы химиялық элементтердің мөлшерлік және сапалық көрсеткіштерін анықтау. Екінші мәселе, табиғи объектілердің, яғни зерттеліп отырған өсімдіктердің экологиялық жағдайы мен емдік қасиеттеріне мониторинг жасау арқылы баға беру. Үшінші кезекте, дермене өсімдігінің алқабын жандандыру үшін химиялық элементтердің миграциялық қасиеттерін зерттеу жұмыстарын жүргізу. Бұл емдік қасиеті жоғары дермене алқабын мемлекеттік құнды бүкіл халықтық маңызы бар нысана ретінде және адам денсаулығы үшін таптырмайтын табиғи байлық ретінде практикалық маңыздылығы жоғары және үнемі бақылауда ұстауды қажет ететінін айқындап көрсету.

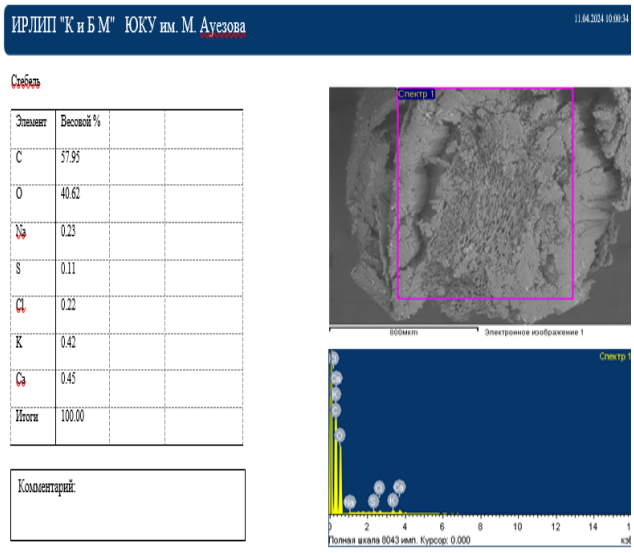
Зерттеу нәтижелерін және оларды талқылау

Түркістан облысы Арыс ауданы Дермене елдімекеніне қарасты жусанды алқаптың емдік қасиеті бар жусанның бір түрі дермененің химиялық құрамы мен элементтердің миграциялық қасиеттерін зертеу, элементтердің Кс – биологиялық жинақтау коэффициенті мен Полярлық коэффициентін (ПК) жәнеде дермене өсімдігінің физика-химиялық қасиеттерін зерттей отыра адам ағзасына келтіретін емдік қасиеттерінің негізінде қандай процестер болатынын ғылыми тұрғыда түсініктеме беру үшін ғылыми жұмыстың негізгі мақсаты мен міндеттері айқындалды.

Дармено алқабынан алып келген дермене өсімдік сабағы мен оның дәнегінің құрам бірлігін анықтау барысында келесі элементтердің сапалық және сандық көрсеткіштері айқындалды.



Сурет 1. Дермене тұқымының химиялық құрам көрсеткіші



Сурет 2. Дермене өсімдік сабағының химиялық құрам көрсеткіші

Жусан (дермене) - көпжылдық, сирек біржылдық және екі жылдық шөптесін өсімдіктердің немесе Asteraceae тұқымдас бұталардың бір түрі. Биіктігі 10-60 см, кейде 1,5-2 м өзегі тік өрлейді немесе жантая жатады. Жазда және күзде гүлдейді. Гүлдері қос жынысты, сары. Гүл шоғыры себет тәрізді. Жемісі – дәнді. Қазақстанда 81 түрі бар; Олар шөлді және далалы аймақтардың барлық жерінде өседі. Жусанды жайылымдардың негізі. Көп жағдайларда шаруашылықта сирек, эндемикалық жусан – ***цитварлы*** дегенді білдіреді. Жусан

құрамында гликозидтер мен алкалоидтар бар және медицина мен ветеринарияда кеңінен қолданылады. Цитварлы жусанда эстрагонның жапырақтары мен сабақтары жеуге жарамды. Желмен ұшатын және гүлі аз жусандары - азықтық өсімдіктер. Жусан эфир майы, бояғыш, тағамдық, витаминге бай өсімдік ретінде де пайдаланады. Құмды бекіткіш цитварлы жусан Қазақстанның Қызыл кітабына енгізілген. [2-3]

Кесте 1 - Дермене алқабы мен өсімдігінің талдау нәтижелері

№	Талдау үлгілері	Элементтер %																	
		C	O	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Fe	Na	Cl	P	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd	Co
1	Дермене дәнінде	66,18	29,53	0,22	0,49	1,53	Область диаграммы		86	0,39	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	Дермене сабағында	57,95	40,62	-	-	-	0.11	0.42	0.45	-	0,23	0.22	-	-	-	-	-	-	
3	Дермене алқабының топырағында	14.45	45.18	1.27	4.13	15.32	0.29	1.48	7.36	7.06	0.83	-	0.17	0.69	0.44	0.92	0.60	0.02	0.01
4	**Кс –** Биологиялық жиналу коэфициенті дәнінде	4,58	0,65	0,17	0,12	0,10	0,48	0,44	0,12	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	**Кс –** Биологиялық жиналу коэфициенті сабағында	4,01	0,90	0	0	0	0,38	1,05	0,06	0	0,28	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Полярлық коэффициенті (ПК)	1,14	0,73	0	0	0	1,27	1,55	1,91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

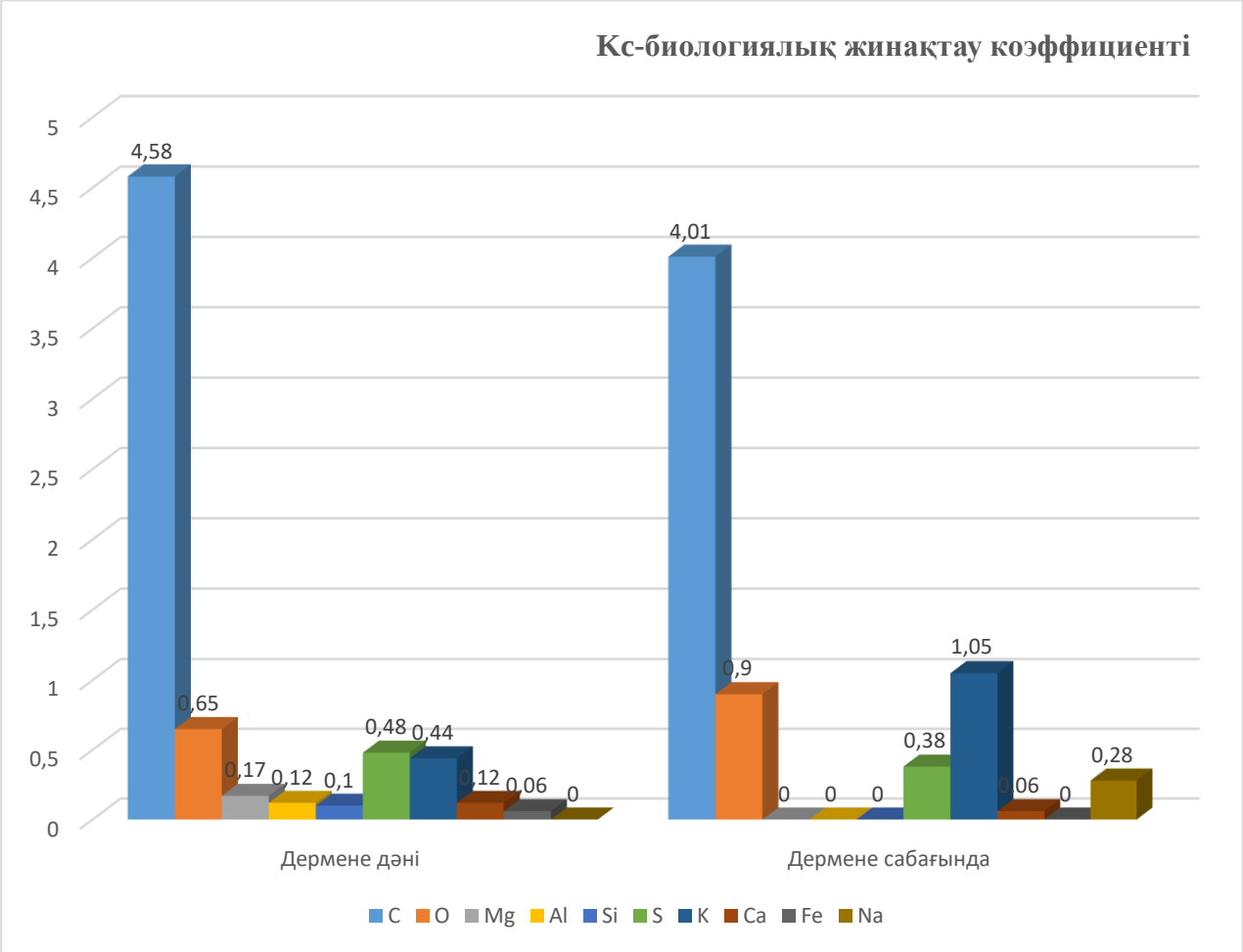
1. *Дермене топырағы–дермене сабағы-дермене дәнегі*» жүйесіндегі элементтердің көшіп қонуы (миграциясы) туралы айтылады.

Дермене өсімдігіндегі химиялық элементтердің орташа мөлшерінің топырақтағы орташа мөлшеріне қатынасы ретінде биоаккумуляцияны (биологиялық жинақтау коэффициентін) есептеу келесі формула бойынша жүргізілді:

$$Кс=Ct /Ccp \quad (1)$$

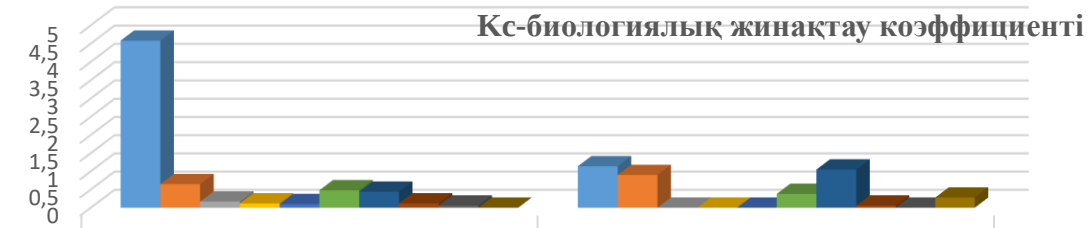
мұндағы Кс – биологиялық жинақтау коэффициенті;
Ct – өсімдіктегі металл мөлшері, мг/кг;
Ccp – топырақ жамылғысындағы элементтердің мөлшері, мг/кг.

2. Кс – *Биологиялық жиналу коэфициенті дәнінде* – бұл топырақтағы элементтердің дермене дәнегіне жинақталу мөлшерін айқындайды
3. Кс – Биологиялық жиналу коэфициенті сабағында - бұл топырақтағы элементтердің дермене сабағына жинақталу мөлшерін айқындайды
4. *Полярлық коэффициенті (ПК)* – дермене сабағындағы элементтердің оның дәнегіне өтуі мөлшерін анықтайды.



Сурет 3 – Кс-биологиялық жинақталу коэффициенті

Химиялық элементтердің дермене дәні мен сабағына жинақталу мөлшері арқылы қай элементтердің қайда жинақталуын байқауға болады. Мысалы, топырақтан дермене сабағына, одан кейін дәнегіне миграциялануы бойынша қарайтын болсақ: макроэлементтер C,S дәнегінде көп, Mg,Al,Si, Fe толық дәнегіне өтіп кеткен. Сабағында оттегі мен калий мөлшері көптеу, натрий толық сабағында, кальций аздап дәнегінде, сабағында одан екі есе төмен.



	Дермене дәні	Дермене сабағында
C	4,58	1,14
O	0,65	0,9
Mg	0,17	0
Al	0,12	0
Si	0,1	0
S	0,48	0,38
K	0,44	1,05
Ca	0,12	0,06
Fe	0,06	0
Na	0	0,28

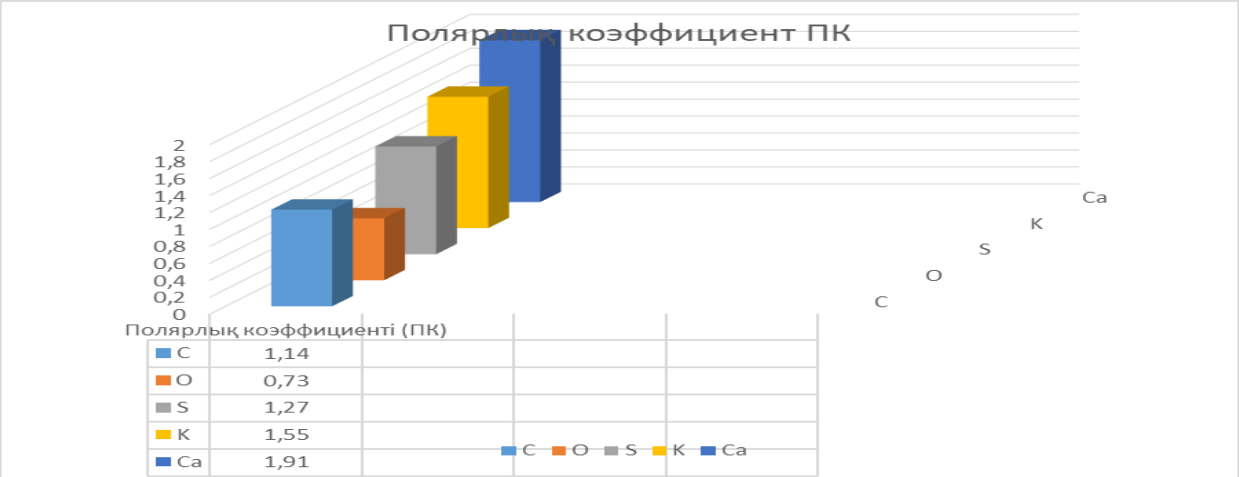
Сурет 4 - Дермене өсімдігіндегі химиялық элементтердің биоаккумуляциясы

Полярлық коэффициенті (**ПК**) - Өсімдіктің дәнегіндегі биомассасының сабағындағы биомассасына арақатынасын айтамыз.

$$ПК = \frac{C_t}{C_{саб}} \quad (2)$$

мұндағы ПК – Полярлық коэффициенті;
C_t – өсімдіктегі элемент мөлшері, мг/кг;
$C_{саб}$ – өсімдік сабағындағы мөлшері, мг/кг.

Дермене өсімдік сабағы мен дәнегіндегі элементтердің полярлық коэффиценті



Сурет 5 - Дермене өсімдік сабағы мен дәнегіндегі элементтердің полярлық коэффиценті

Дермене дәнегімен сабағындағы элементтердің миграциялану қасиеттері Ca>K>S>C>O активтілік қасиеттерін көрсетеді. Элементтердің активтілігі олардық қозғалғыштығын көрсетеді.

Дермене алқабы бойынша ауыр металдардың өсімдікке Кс – биологиялық жиналу коэфицентін есептеу. Қауіптілік деңгейін анықтау көрсеткіштерін байқасақ

Кесте 2 - Дермене алқабы бойынша ауыр металдардың өсімдікке Кс – биологиялық жиналу коэфицентін есептеу.

Элемент	Қауіптілік класы	ШМК			Дермене алқабы				
		топырақ	өсімдік	Кс	**топырақ**	Дермене дә-нінде	Кс	Дермене сабағында	Кс
Pb	1	32	0,5	0,015	**0,60**	0	0	0	0
Cu	2	3	0,045	0,015	**0,44**	0	0	0	0
Zn	1	23	0,45	0,020	**0.92**	0	0	0	0
Mn	3	0.1	0,2	2	**0,69**	0	0	0	0
Cd	1	0,5-2,0	0,03	0,06-0,015	**0,01**	0	0	0	0
Co	2	0,1	0,2	2	**0,01**				

Өсімдіктердегі ауыр металдардың орташа мөлшерін олардың топырақтағы орташа мөлшеріне қатынасы ретінде есептелді. **Кс** – Биологиялық жиналу коэфиценті

Кесте 3 – Ауыр металдардың әсер ету қауіптілік деңгейі

0,015	ШМК Кс аспаған қауіпсіз жағдайда жүруі
0,051	**ШМК Кс асқан** организмде жинақталу мөлшеріне қарай қауіпті болады
1	**Қауіпті деңгей**

Дермене алқабы бойынша шаруашылық алқаптағы өсімдіктерідегі ауыр металл

мөлшерінің орташа мәндері негізінде ауыр металдардың организмде жинақталу мөлшеріне қарай қауіптілік деңгейі анықталды.

Бұл жерде байқайтынымыз топырақтағы ауыр металдардың өсімдікке өту қауіптілік деңгейі дермене өсімдігі үшін қауіпті емес. Өйткені топырақтағы ауыр металдардың ешқайсысы дермене сабағынада және дәнегінеде миграцияланбайды.

Дермене өсімдігінің құрамындағы емдік қасиетті заттарға сипаттама

Цитварлы жусан (дермене)- Орталық Азияның (оңтүстік Қазақстан) эндемикалық өсімдігі. Тәжікстандағы Сырдария, Арыс және басқа да өзендердің аңғарларында кездеседі.

Химиялық құрамы. Өсімдіктің ауа бөліктерінде **сесквитерпенді лактонды сантонин** (7% дейін [3]) және 1,5-3% **эфир майы** бар, оның құрамына **кинеол** және басқа **терпендер** (70-80% [3]), **камфора, карвакрол** кіреді.

Ол өзен аңғарларының бойында, шөлді жазықтарда және тау етегінде үлкен алқаптарда өседі.

Кесте 4. Дермене өсімдігінің құрамындағы емдік қасиетті заттарға сипаттама

Емдік қасиетті заттар	Құрам бірлігінің ерекшелігі
Сесквитерпендер	Терпен класының органикалық қосылыстарының үлкен тобы, оның құрамына $C_{15}H_{24}$-тен $C_{15}H_{32}$-ге дейінгі көмірсутектер, сондай-ақ олардың оттегі туындылары - спирттер, альдегидтер, кетондар (соңғылары) кіреді. әдетте сесквитерпеноидтар деп аталады.
Лактондар	сақинада -C(O)O- тобы бар гидроксиқышқылдардың ішкі циклдік күрделі эфирлері: Лактондардың түрлері. Лактондарды түзетін гидроксиқышқылдардың түріне байланысты β-, γ-, δ-, ε-лактондар және т.б., мысалы: β-пропиолактон (I, bp 155 °C), γ-бутиролактон (II, bp) 203 -204 °C), δ-валеролактон (III, қайнау температурасы 218-220 °C).
Сантонин	бұрын кеңінен қолданылған антигельминтикалық препарат; қауіпсіз өнімдерді жасағаннан кейін қолданыстан шығып қалды және әлемнің көптеген елдерінде тіркелмеген. Сантониннің жалпы формуласы $C_{15}H_{18}O_3$, молярлық массасы - 246,3.
Эфир майлары	1,5-3% - күшті иісі мен дәмі бар өсімдіктердің ұшпа биохимиялық қосылыстары бар майлы, суда ерімейтін сұйықтықтар. Эфир майлары өсімдіктерде түзіледі және олардың екіншілік метаболиттері болып табылады.
Цинеол	ментан оксиді – моноциклді терпен. Бұл атау құрылымы сәл өзгеше химиялық қосылыстар тобына жатады; табиғатта ең көп таралғаны 1,8-цинол, 1,8-эпокси-пара-ментан; сондай-ақ 1,4-цинеол. Цинеол эфир майларынан бөлініп алынады, сонымен қатар сұйылтылған қышқылдармен қыздыру арқылы 1,8-терпин немесе терпинеолды сусыздандыру арқылы алынады. Цинеол медицинада антисептиктер, қақырық түсіретін және тіс пасталары[5] құрамында эвкалипт майы[6], сонымен қатар жасанды эфир майларының құрамдас бөлігі ретінде қолданылады.
Камфора	табиғатта кең таралған, көптеген эфир майларының құрамына кіреді. Ол әсіресе камфора лаврының (Cinnamonum camphora),

	насыбайгүлдің, жусанның, розмариннің майында көп. Камфора лаврының эфир майы 19 ғасырда (d)− камфораның, табиғи (жапондық) камфораның негізгі көзі болды.
Карвакрол	Escherichia coli немесе Bacillus cereus сияқты кейбір бактериялардың өсуін баяулатады. Төмен уыттылығы, жағымды иісі мен дәмі карвакролды бактерияға қарсы агент ретінде пайдалануға мүмкіндік береді
Гликозидтер	молекулалары екі бөліктен тұратын органикалық қосылыстар: көмірсулар (пиранозид немесе фуранозид) қалдығы және көмірсусыз фрагмент (деп аталатын.агликон). Жалпы мағынада мыналарды гликозидтер ретінде қарастыруға болады:көмірсулар, екі немесе одан да көп моносахарид қалдықтарынан тұрады. Көбінесе кристалды, сирекаморфты заттар, суда және алкогольде жақсы ериді.
Алкалоидтар	топ құрамында азот бар органикалық қосылыстар табиғи шығу тегі (көбінесе өсімдік негізіндегі), негізінен гетероциклді, олардың көпшілігінің қасиеттері бар әлсіз негіздер; Оларға сонымен қатар биогенетикалық тұрғыдан негізгі алкалоидтармен байланысты кейбір бейтарап, тіпті әлсіз қышқыл қосылыстар да жатады.

Қорытынды

Дермене алқабының қазіргі күйі дермене өсімдігінің топырағы, сабағы мен дәнегіндегі химиялық элементтердің сандық және сапалық анализі, рентгендік микроталдау әдістері арқылы химиялық элементтердің миграциялануы негізінде элементтердің Кс – биологиялық жинақтау коэффициенті мен Полярлық коэффициентін (ПК) есептеп анықталып, олардың дермене сабағы мен дәнегіндегі активтік қатары, көш-қону мүмкіндіктері айқындалды. Дермене өсімдіктерінің химиялық құрамы және емдік қасиеті бар қосылыстардың қасиеттері талданды, өсімдіктердің кариотипіндегі өзгерістері, топырақ құрамы мен химиялық элементтердің және ауыр металдардың өсімдік құрамындағы мөлшері анықталып, олардың адам ағзасына қауіптілік дәрежесінің қауіпсіз деңгейі айқындалды.

Әдебиеттер тізімі

1. Дермене – дәрілік шөптің төресі. https://turkystan.kz/article/72807-dermene-d-rilik-sh-pti-t-resi. 2 маусым 2023ж
2. Дермене жусаны. https://anatili.kazgazeta.kz/news/28540 Ана тілі. 26 Ақпан, 2015.
3. Дермене. Уикипедия — ашық энциклопедиясы. https://kk.wikipedia.org/wiki. 2023 ж. 8 желтоқсан.
4. Утебаев А.А. Биогеохимия және экотоксикология: пәнінен 5В060800-«Экология» мамандығы бойынша оқитын студенттеріне арналған. Оқулық – Шымкент, 2019. ОҚМУ ОӘК хаттамасы № 6, 26.03.2019г.
5. Есенаманова М.С. Биогеохимия және экотоксикология оқу құралы. Алматы: Эпиграф, 2015. - 240 б. http://www.lib.ukgu.kz/cgibin/irbis64r_01-/cgiirbis_ 64.exe
6. Болысбекова С.М. "Эктоксикология" Оқу құралы. - Алматы: Эверо, 2015. - 220б. http://www.lib.ukgu.kz/cgibin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe
7. Сағатов К.С. "Биогеохимия": Оқу құралы / К. С. Сағатов- Алматы: Білім, 2014. - 440 б. http://www.lib.ukgu.kz/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe
8. Трушина Т.Г. "Биохимия және жалпы экология": Оқу құралы, Изд-во "Феникс",2014.416-б. http://www.lib.ukgu.kz/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe

9. Анализ растений. Доступно на: https://agrotest.com/ru/uslugi/analiz-rastenij

References

1. Dermene – därılık şöptıñ töresı. https://turkystan.kz/article/72807-dermene-d-rilik-sh-pti-t-resi. 2 mausym 2023j
2. Dermene jusany. https://anatili.kazgazeta.kz/news/28540 Ana tılı. 26 Aqpan, 2015.
3. Dermene. Uikipedia — aşyq ensiklopediasy. https://kk.wikipedia.org/wiki. 2023 j. 8 jeltoqsan. Utebaev A.A. Biogeohimia jäne ekotoksikologia: pänınen 5V060800-«Ekologia» mamandyğy boiynşa oqityn studentterıne arnalğan. Oqulyq – Şymkent, 2019. OQMU OÄK hattamasy № 6, 26.03.2019g.
4. Esenamanova M.S. Biogeohimia jäne ekotoksikologia oqu qūraly. Almaty: Epigraf, 2015. - 240 b.
5. Bolysbekova S.M. "Ektoksikologia" Oqu qūraly. - Almaty: Evero, 2015. - 220b.
6. Sağatov K.S. "Biogeohimia": Oqu qūraly / K. S. Sağatov- Almaty: Bilim, 2014. - 440 b.
7. Truşina T.G. "Biohimia jäne jalpy ekologia": Oqu qūraly, İzd-vo "Feniks",2014.416-b.
8. Analiz rastenij Dostupno na: https://agrotest.com/ru/uslugi/analiz-rastenij

А.А. Утебаев[1*], Л.Д. Айкозова[1], К.С. Назаркасым[1], Р.К. Сарымзакова[2]
[1]к.т.н., доцент, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
[1]к.т.н., профессор, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
[1]преподаватель, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
[2]д.х.н., профессор, Киргизский национальный университет им. Баласагуна, Бишкек, Кыргызстан
[*]**Автор для корреспонденции:** u.aseke.63@mail.ru

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ЛЕЧЕБНЫХ СВОЙСТВ ДЕРМЕНСКОЙ ДОЛИНЫ И РАСТЕНИЯ

Аннотация

Основной целью научно-исследовательской работы является анализ экологического состояния и лечебных свойств Дерменской долины и растения с изучением свойств химических элементов и фармокомпонентов в системе «почва-растение» дерменской долины лекарственных трав. Характеристика лекарственных священных соединений вдоль растения дермена. Определение количественного и качественного состава растений с лечебными свойствами Туркестанской области, в том числе химических элементов в системе «почва-растение» растения «дермене», изучение их накопления и миграционных свойств и научное обоснование обилия или дефицита лекарственного сырья в долине Дармено. Рассматриваются анализ химического состава растений и свойств лекарственных соединений, изменения кариотипа растений, методы определения химических элементов, включая состав почвы и тяжелых металлов из почв и растительных компонентов, а также комплексный анализ почв. Дается научное объяснение процессов, происходящих в результате попадания лекарственных добавок в организм человека, путем изучения КС (коэффициента биологического накопления) и ПК (коэффициента полярности) элементов, а также физико-химических свойств растения. В исследовательской работе оценивается современное состояние долины Дармино, актуальность темы исследования, использование в качестве объекта и методов рентгеновского микроанализа лекарственных трав и почв, цели и задачи исследования, подчеркивается его научная новизна и практическая значимость.

Ключевые слова: дерменская лекарственная трава, фармокомпоненты, химические элементы, аккумуляция, миграция, тяжелые металлы, растительность, почва, количественный и качественный состав, биохимический анализ.

A.A. Utebaev[1*], L.D. Aikozova[1], K.S. Nazarkasym[1], R.K. Sarymzakova[2]
[1]Cand.Tech.Sci., Associate Professor, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
[1]Cand.Tech.Sci., Professor, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
[1]Lecturer, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
[2]Professor, Kyrgyz National University named after Balasagun, Bishkek, Kyrgyzstan
[*]**Corresponding author's email:** u.aseke.63@mail.ru

ANALYSIS OF THE ECOLOGICAL STATUS AND MEDICINAL PROPERTIES OF THE DERMENSKAYA VALLEY AND PLANTS

Abstract

The main purpose of the research is to analyze the ecological status and medicinal properties of the Dermenskaya Valley and plants with the study of the properties of chemical elements and pharmaceutical components in the soil-plant system of the Dermenskaya valley of medicinal herbs. Characterization of medicinal sacred compounds along the plant derma. Determination of the quantitative and qualitative composition of plants with medicinal properties of the Turkestan region, including chemical elements in the soil-plant system of the dermene plant, study of their accumulation and migration properties and scientific justification of the abundance or shortage of medicinal raw materials in the Darmeno valley. The analysis of the chemical composition of plants and the properties of medicinal compounds, changes in plant karyotype, methods for determining chemical elements, including the composition of soil and heavy metals from soils and plant components, as well as a comprehensive soil analysis are considered. A scientific explanation of the processes occurring as a result of the ingestion of medicinal additives into the human body is given by studying the KC (coefficient of biological accumulation) and PK (coefficient of polarity) of the elements, as well as the physico-chemical properties of the plant. The research work evaluates the current state of the Darmino valley, the relevance of the research topic, the use of medicinal herbs and soils as an object and methods of X-ray microanalysis, the goals and objectives of the study, and emphasizes its scientific novelty and practical significance.

Keywords: Derma medicinal herb, pharmaceutical components, chemical elements, accumulation, migration, heavy metals, vegetation, soil, quantitative and qualitative composition, biochemical analysis.

ИНФОРМАТИКА, IT-ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ИНФОРМАТИКА, IT-ТЕХНОЛОГИИ
COMPUTER SCIENCE, INFORMATION TECHNOLOGIES

ӘОЖ 640.4:004.9 https://doi.org/10.54251/2616-6429.2025.04.0010nu

М.Ө. Әбдіқаш, А.Т. Калбаева*, Г.Ж. Ельбергенова, П.А. Кожабекова, Ж.Д. Изтаев
магистрант, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
т.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
аға оқытушы, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
т.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
п.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
*__Корреспондент авторы:__ atkalbaeva@mail.ru

ЗАМАНАУИ ҚОНАҚҮЙЛЕРДІ БАСҚАРУ ҚОСЫМШАЛАРҒА ШОЛУ

Түйін

Бұл мақала қонақжайлылық индустриясындағы қонақ үй бизнесін басқару жүйелерін автоматтандырудың қазіргі заманғы үрдістері мен тиімділігін зерттеуге арналған. Зерттеу барысында қонақ үйлерде қолданылатын автоматтандырылған басқару шешімдерінің функционалдық мүмкіндіктері, олардың бизнес-процестерді оңтайландыруға, қызмет көрсету сапасын арттыруға және кірістерді басқаруға әсері талданды. PMS, онлайн брондау модульдері, брондау арналарының менеджерлері, CRM және аналитикалық жүйелердің қонақ үй қызметіндегі рөлі қарастырылды. Бұлтты технологиялар мен SaaS-модельдердің икемділігі, интеграция мүмкіндіктері және басқару тиімділігіне ықпалы анықталды. Сонымен қатар, әртүрлі бағдарламалық платформалардың артықшылықтары мен шектеулері салыстырмалы түрде бағаланды. Зерттеу нәтижелері цифрлық технологияларды кешенді түрде енгізу қонақ үй кәсіпорындарының бәсекеге қабілеттілігін арттырып, тұрақты дамуын қамтамасыз ететінін көрсетеді.

Кілттік сөздер: қонақжайлылық индустриясы, қонақ үй бизнесі, автоматтандыру, басқару жүйелері, PMS, онлайн брондау, цифрлық технологиялар

Кіріспе. Қазіргі таңда қонақжайлылық индустриясы цифрлық трансформация жағдайында дамып келеді және бұл үрдіс қонақ үй бизнесін басқару тәсілдеріне түбегейлі өзгерістер енгізуде. Нарықтағы жоғары бәсекелестік, тұтынушылардың қызмет көрсету сапасына деген талаптарының артуы және операциялық шығындарды оңтайландыру қажеттілігі қонақ үйлерді автоматтандырылған басқару жүйелерін енгізуге итермелейді. Осы тұрғыда PMS, CRM, онлайн брондау модульдері мен кірістерді басқару жүйелері қонақ үй қызметінің тиімділігін арттырудың негізгі құралдарына айналуда.

Автоматтандырылған басқару шешімдері қонақ үйдің ішкі бизнес-процестерін жүйелеуге, нөмірлік қорды тиімді пайдалануға және клиенттермен өзара әрекеттесуді жақсартуға мүмкіндік береді. Бұлтты технологияларға негізделген заманауи платформалар икемділік пен масштабталуды қамтамасыз етіп, қонақ үй менеджерлеріне нақты уақыт режимінде басқарушылық шешімдер қабылдауға жағдай жасайды. Осы мақалада қонақжайлылық саласында қолданылатын жетекші автоматтандырылған басқару жүйелерінің функционалдық мүмкіндіктеріне салыстырмалы талдау жүргізіледі [1].

Теориялық талдау. Қонақжайлылық нарығында бәсекеге қабілетті болу қажеттілігі барған сайын қонақүйлерді ішкі процестерді автоматтандыру туралы шешімге әкеледі. Бүгінгі таңда PMS қонақ үйін басқару жүйесі (меншікті басқару жүйесі) — бұл брондау өтінімдері жазылған "шахмат" ғана емес, сонымен қатар нөмірлік қорды сатудан түсетін кірісті арттыруға

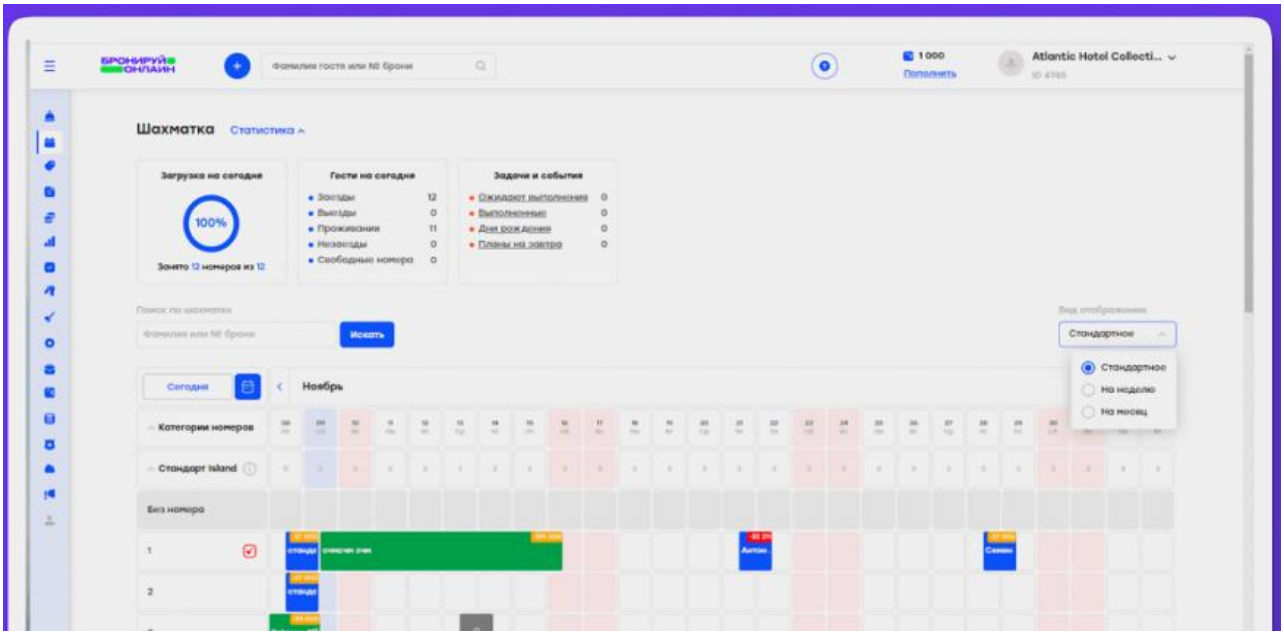
арналған құралдар жиынтығы [2].

Қонақүйлерге көбірек мүмкіндіктер ұсыну үшін әзірлеушілер басқару жүйелерін бірден брондау арнасының менеджері, онлайн брондау модулі, қонақтарды тіркеу модулі сияқты бірнеше модульдермен біріктіреді. Мұндағы артықшылық барлық құралдарды "бір терезеде" ұсынатын шешімдерде болады [3].

Жүйелердің қосымша мүмкіндіктері қонақүйлерге бөлме қорының сатылымы мен қолжетімділігін, демек, кірістерді басқаруды автоматтандыруға мүмкіндік береді. Сондықтан, менеджер рентабельділікті арттыру үшін қонақ үйді басқару жүйесін сатып алуды шешкен кезде, ол келесі қасиеттермен өнімге тоқтайды:

- бір қызметтегі кең мүмкіндіктер оны басқа әзірлеушілердің шешімдерімен біріктірудің қажеті жоқ,
- кез келген уақытта жұмыс істейтін жоғары сапалы техникалық қолдау,
- орнатудың максималды жеңілдігі, қонақтарға қызмет көрсету процесінде пайдаланудың қарапайымдылығы,
- қызметкерлерді сервисте жұмыс істеуге жылдам оқыту,
- өнімнің функционалдығы мен құнының негізделген қатынасы.

1. "Онлайн брондау" - қонақ үй бизнесін дамытуға арналған платформа, ол кез-келген орналастыру құралының тиімділігін арттыру үшін дайын шешімдерді ұсынады: қонақ үй, глампинг, демалыс базасы, апарт-қонақ үй, SPA-қонақ үй, шарап зауыты және т. б. (сурет 1). Компания нарықта 2018 жылдан бері жұмыс істейді және ресейлік бағдарламалық жасақтама тізіліміне және ресейлік аккредиттелген компаниялар тізіліміне кіреді IT-компаниялар.



Сурет 1 – «Онлайн брондау» платформасы

"Онлайн брондау" бағдарламасының негізгі артықшылықтары

- Меншікті даму тобы

Онлайн брондау аутсорсинг қызметтерін пайдаланбайды, бұл жүйенің Жоғары сапасы мен үздіксіз жұмысына кепілдік береді.

- Серіктестердің сұраныстарына жедел жауап

Әзірлеушілер тобы ағымдағы сұрауларға жылдам жауап беруді және жаңартуларды уақтылы енгізуді қамтамасыз етеді.

- Тұрақты баға

Серіктестерге шетелдік интеграцияға және әлемдік саяси жағдайға тәуелді емес бәсекеге қабілетті бағалар ұсынылады.

- Платформаны оңай іске қосу және интуитивті интерфейс арқылы жаңа қызметкерлерді жылдам оқыту.

- Барлық кезеңдерде көмек және қолдау

Тіркелген сәттен бастап жүйемен күнделікті жұмыс істеуге дейін.

- Қонақүйлерге ұзақ мерзімді стратегиялық жоспарлау мен болашаққа деген сенімділікті қалыптастыруға мүмкіндік беретін ынтымақтастықтың ашық принциптері.

* Бұлтты traveltech шешімдері нарығында 6+ жыл

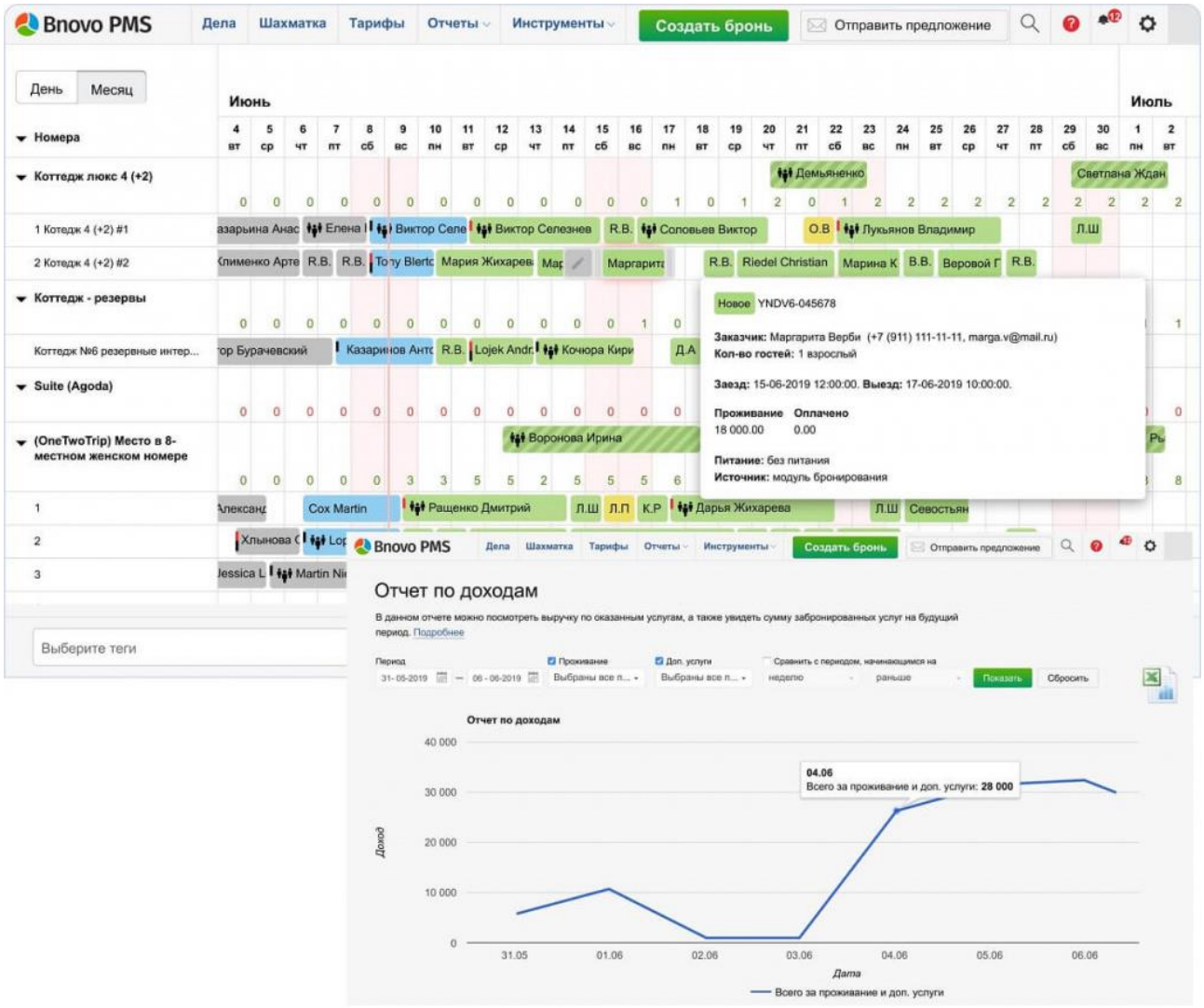
- Ресейлік бағдарламалық қамтамасыз ету тізіліміне кіреді

- Ресейлік аккредиттелген IT-компаниялардың тізіліміне кіреді

Онлайн брондау клиенттері Ресейдегі 3000 - нан астам қонақүйлер болып табылады, олар қызметтің басты артықшылықтарының бірі-қызметтің сенімді және тұрақты жұмысын атап өтеді. Сонымен қатар, платформамен ұзақ уақыт жұмыс істейтін серіктестердің көпшілігі техникалық қолдаудың жедел жұмысын бөледі.

Онлайн брондау-бұл қонақжайлылықтың цифрлық дәуірінде сізді ең жақсы ететін қонақ үй бизнесін дамыту құралы. Құралдар кірісті арттыруға және қонақ үй бизнесін келесі деңгейге көтеруге көмектеседі.

2. Bnovo PMS-қонақтарды есепке алу мен оларға қызмет көрсетуді автоматтандыруға және нөмірлік Қорды басқаруға арналған бұлтты қызмет (сурет 2). Бұл өз класындағы ең функционалды болып саналады және бірнеше мың қолданушысы бар [4].



Сурет 2 - Bnovo PMS платформасы

Bnovo PMS-тің айқын артықшылықтарының ішінен мыналарды бөліп көрсетуге болады:

- Құралдар санына қарамастан, пайдаланушы арнайы білімді қажет етпейтін қарапайым және қарапайым интерфейсте жұмыс істейді.
- әр түрлі құрылғылармен жұмыс істеу мүмкіндігі,
- шексіз жұмыс орындары,
- брондау және қонақтар туралы ақпараттың үлкен көлемін брондау картасына түсіру мүмкіндігі.
- Ыңғайлы шахмат: төлем мәртебесі, кіру және шығу күндері, қонақтар туралы деректерді сақтау бар өзекті брондау.
- Тарифтерді басқару: тарифтерді қолдану шарттары, тәуелді тарифтер мен шектеулер және т.б.
- Bnovo PMS сонымен қатар нөмірлік қорды басқару модульдерін, Қаржы және есеп беруді, істерді және т.б. ұсынады.

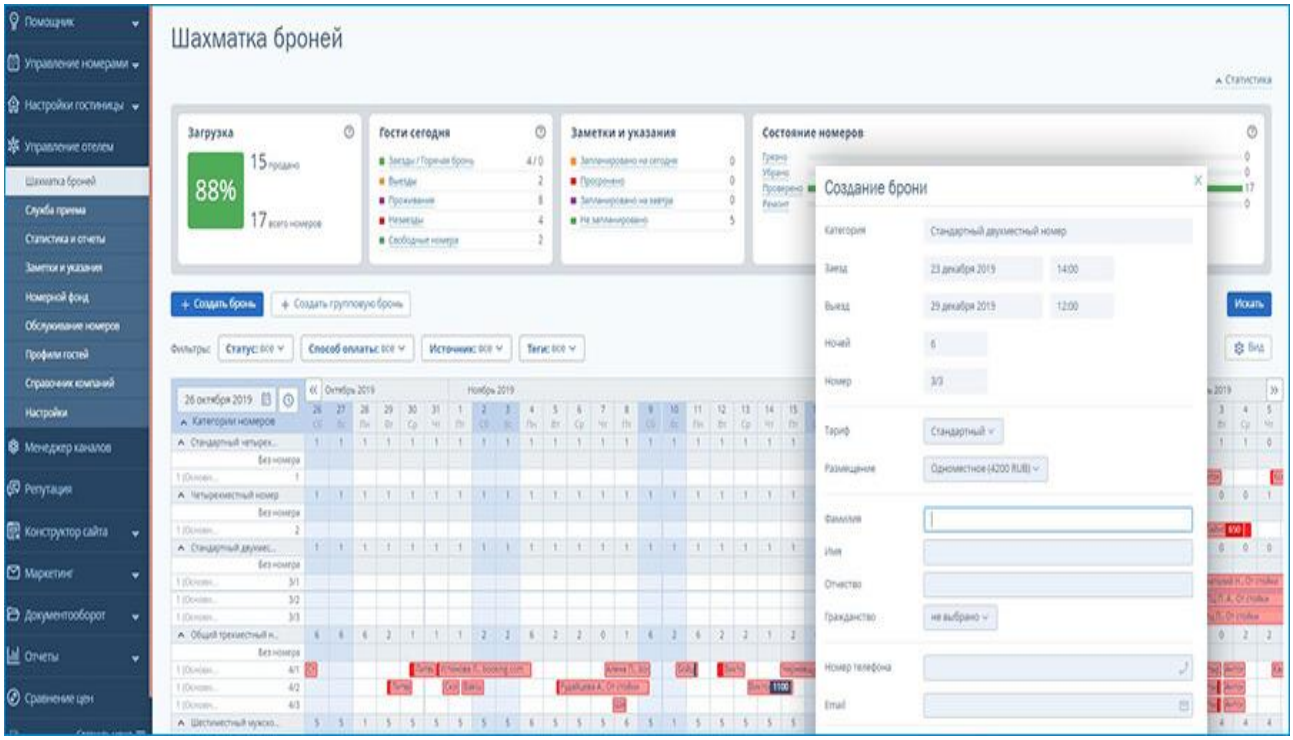
Жүйе брондау жасауға және жоюға, қонақтарды көшіруге, кіру/шығу күндері мен уақытын өзгертуге, бөлменің төлем күйін көруге, брондау белгілері мен жазбаларын қосуға және т.б. мүмкіндік береді. Алайда, бұл функционалдылық шағын орналастыру объектілері үшін міндетті түрде талап етілмеуі мүмкін.

Қонақ үй жұмысын талдау үшін ақша қаражаттарының қозғалысы туралы есеп, қонақүйді жүктеу туралы есеп, ADR/RevPAR, нөмірлер бойынша кірістілік, арналардың тиімділігі және басқа көрсеткіштер бар

Bnovo PMS-ті IIM-де қонақтарды тіркеу және брондауды басқару қызметтерімен брондау арналарының менеджері арқылы біріктіру мүмкіндігі бар.

Онлайн брондау модулі брондау виджетін ұсынады-қонақ үй веб-сайтына енгізілген брондау жасау терезесі. Пайдаланушы модульдегі қол жетімділік пен бағаны тікелей bnovo PMS-тен басқара алады. Бұл қызметті сатып алу және қызмет көрсету құны негізінен үшінші тарап өнімдерін тарту арқылы артады.

3. Travelline: webpms-ресей нарығындағы ең жас қонақүйлерді басқару жүйелерінің бірі (сурет 3). Бұл модульдер кешенін біріктіретін бұлтты қызмет.



Сурет 3 – Travelline платформасы

Travelline шахматы көп функциялы, ақпараттың үлкен көлемін қамтиды: ағымдағы күндегі нөмірлердің болуы мен мәртебесінен бастап қонақтардың төлемдері мен қарыздарына дейін. Сервисте сіз орналастыру объектісінің жұмысын ғана емес, сонымен қатар бәсекелестік ортаны да талдауға мүмкіндік беретін әртүрлі есептер жасай аласыз [5].

Сондай-ақ, Travelline қызметі тек арналармен ғана емес, сонымен қатар қонақ үйдегі негізгі бизнес-процестерді жабатын қызметтермен де біріктірілген:

- Қонақтарды көші-қон есебіне қоюға арналған сервистер
- Электрондық құлыптар жүйесі
- Қонақ үйдегі Wi-Fi кіру жүйелері
- Қонақ үй кеңесшілерінің талдауы

Бәлкім, әкімшінің жедел жұмысы үшін нөмірлердің сипаттамасының айқындылығы, нөмір санатының өзгеру жылдамдығы және бір брондау терезесінде қызметтер мен жеңілдіктер қосу жеткіліксіз болуы мүмкін.

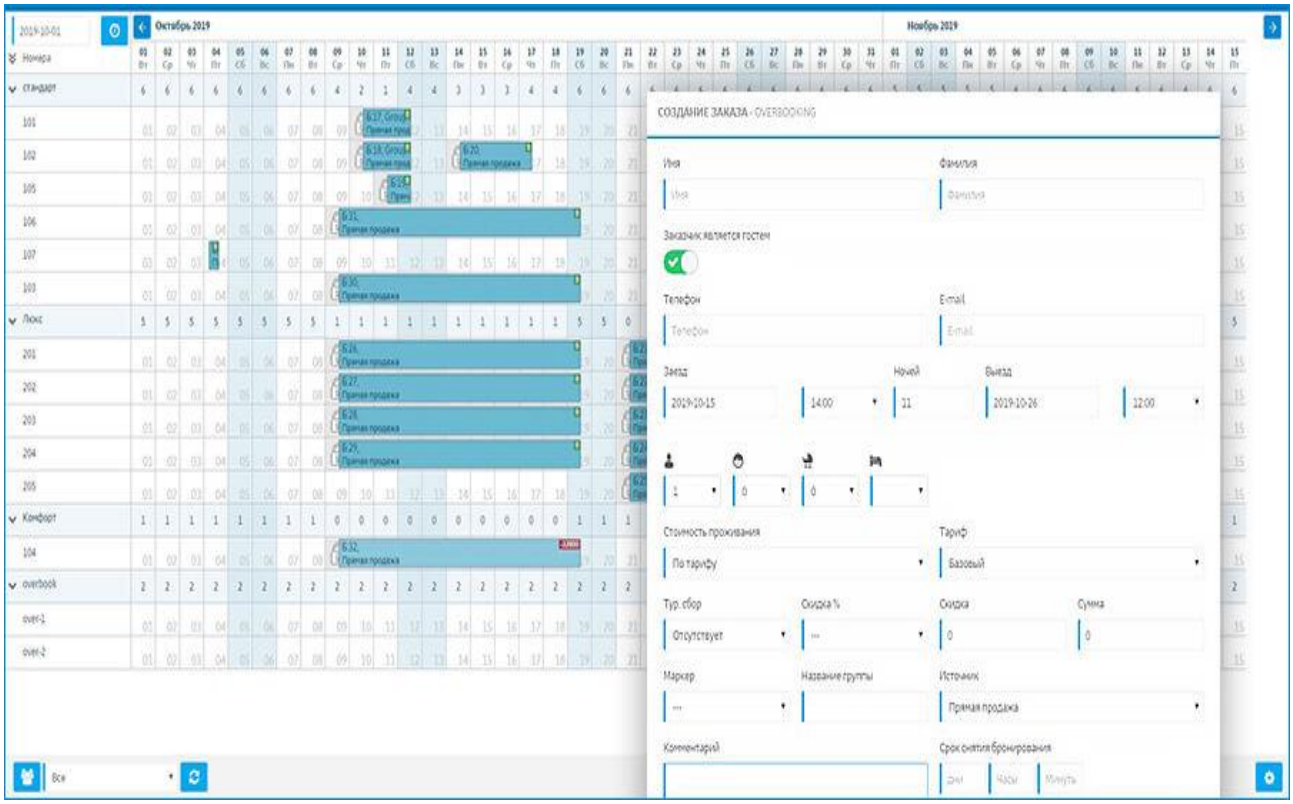
Қызмет Өзінің арна менеджері арқылы көптеген брондау орындарымен біріктірілген.

Қонақ үй сайтына онлайн брондау модулін қосу мүмкіндігі бар-ол ақылы, комиссия сатылымнан 4% -6% құрайды, бұл қызмет көрсету шығындарын жылына едәуір арттыра алады.

Сондай-ақ, Travelline-да ыңғайлы шахматы бар өзінің мобильді қосымшасы, сондай-ақ 24/7 қолдау қызметі бар.

4. HMS OtelMS-бұлтқа негізделген кешенді қонақүйді басқаруды автоматтандыру шешімі (сурет 4). 1000-нан астам қолданушы бар. Бұл өнімнің кішігірім объект үшін артықшылығы-сатып алу мен қызмет көрсетудің қолайлы құны [6].

Кешенде төрт модуль сатылады: қонақ үйді басқару жүйесінің өзі, "онлайн брондау модулі" (брондау виджеті), "брондау арналарының менеджері" және "ІІМ-де тіркеу модулі". Соңғысының кемшіліктері-қонақтарды тіркеу кезінде және көші-қонды есепке алу саласында сараптамалық көмек көрсетудің болмауы, оны бұзғаны үшін орасан зор айыппұлдар көзделген.



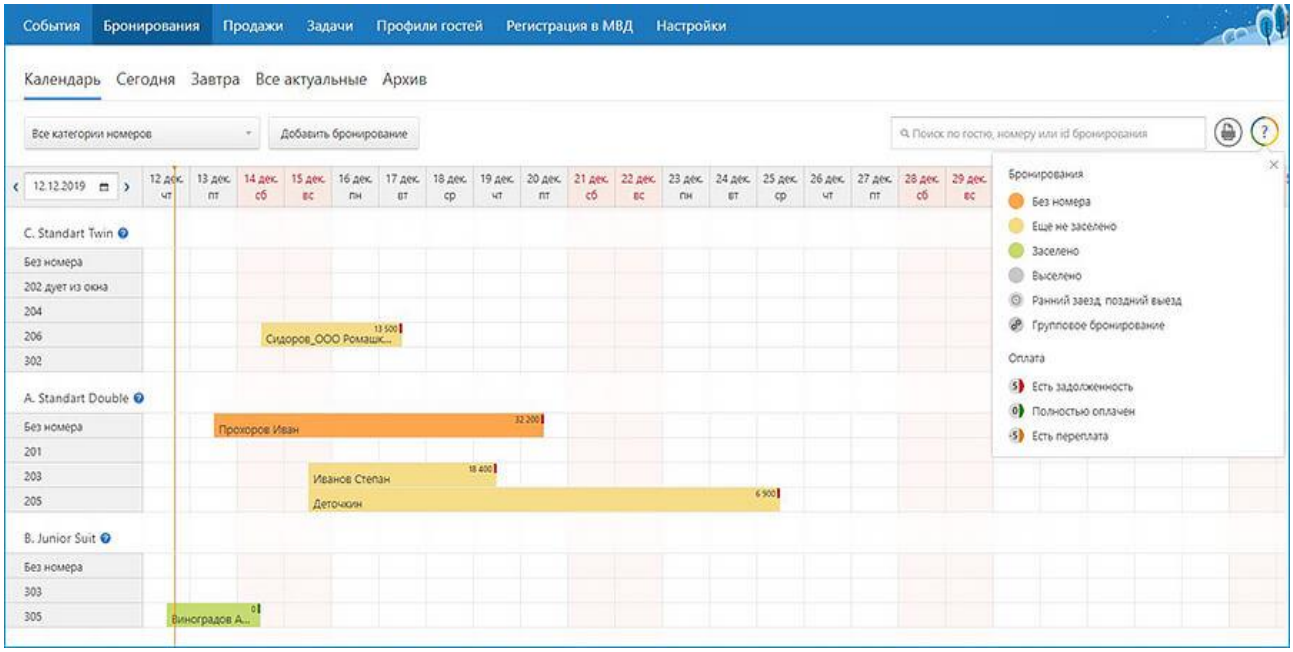
Сурет 4 - HMS OtelMS платформасы

Сервис брондауды, нөмірлік қорды басқаруды, тарифтер мен есептілікті басқаруды, қонақтар тарихын қалыптастыруды және сақтауды автоматтандыруға мүмкіндік береді. Алайда, әкімшінің жедел жұмысы күнтізбенің және брондау терезелерінің монотонды түс схемасын, шартты белгілердің жоқтығын және тікелей сату үшін нөмір санаттарының көрнекі сипаттамасын төмендетуі мүмкін. Сондай-ақ, егер Қонақ сұрау процесінде шешімін түзетсе, брондауды тез өзгерту мүмкіндігі жоқ: әкімші деректерді қайта толтыруы керек немесе броньды өңдеуге өту үшін бірнеше рет басу керек.

Ұзақ және көп уақытты қажет ететін процесс қонақ үйге арналған қызметті бастапқы орнату болады. Онсыз нөмірлерді сату және қызметкерлерді оқыту бойынша дұрыс жұмыс істеу мүмкін емес. Бөлмелер, қызметтер туралы мәліметтерге, ең бастысы, қонақ үй нарығындағы бәсекелестік жағдайында күн сайын жиі өзгеретін тарифтерге өзгерістер енгізу

көп уақытты алуы мүмкін.

5. Контур.Қонақ үй-бұл қонақ үйдің күнделікті жұмысының негізгі процестерін автоматтандыруға арналған бұлтты қызмет (сурет 5). Нөмір қорын басқаруды, онлайн брондауды алуды және бір терезе арқылы қонақтарды тіркеуді қамтиды.



Сурет 5 - Контур.Қонақ үй платформасы

Қызметтің барлық модульдерін бір әзірлеуші ұсынады. Пайдаланушылар үшін аптасына 7 күн тәулігіне 24 сағат қолжетімді бірыңғай сараптамалық және техникалық қолдау жұмыс істейді.

Басқару жүйесінің өзі өте жас және функционалдылыққа ие.

Контур Қонақ үй қызметінің артықшылықтары.:

- Барлық 4 модульді бір компания әзірледі, яғни олар "жіксіз" интеграциямен байланысты. Бұл барлық модульдерді жедел және бір қызмет аясында конфигурациялауға мүмкіндік береді.

- Қонақ үйді басқару жүйесінің интерфейсі қарапайым және қарапайым. Персоналдың тұрақты ауысуы жағдайында қызметті игеруге аз уақыт кетеді.

- Брондау арналарының менеджері Ресейдегі онлайн брондаудың 85% қамтамасыз ететін сайттарды қамтиды. Осының арқасында пайдаланушы брондау келмейтін арналарды қосу үшін артық төлемейді. Брондау орындарының саны үнемі артып келеді.

- Көші-қонды есепке алу бойынша сараптамалық қолдау.

- Қонақты есепке қою және алып тастау қажеттілігі туралы еске салу, қонақты орналастыру кезінде хабарламалардың жобаларын автоматты түрде жасау. Бұл әкімшіге уақытты үнемдеуге, қонақтарға қызмет көрсету міндеттеріне шоғырлануға көмектеседі, ал қонақ үй үшін ең бастысы — қателіктер мен әсерлі айыппұлдарды болдырмау.

- Бірегей Даму — квоталар күнтізбесі. Шын мәнінде, бұл тікелей арналардағы сату динамикасына байланысты брондау орындарында сатуға болатын бөлмелер санын басқаруға мүмкіндік беретін екінші шахмат. Нәтижесінде, қонақ үй делдалдар арқылы оңтайлы жүктеу үшін қанша қажет болса, сонша сатады, сондықтан комиссияларды үнемдейді және өзінің таза пайдасын арттырады.

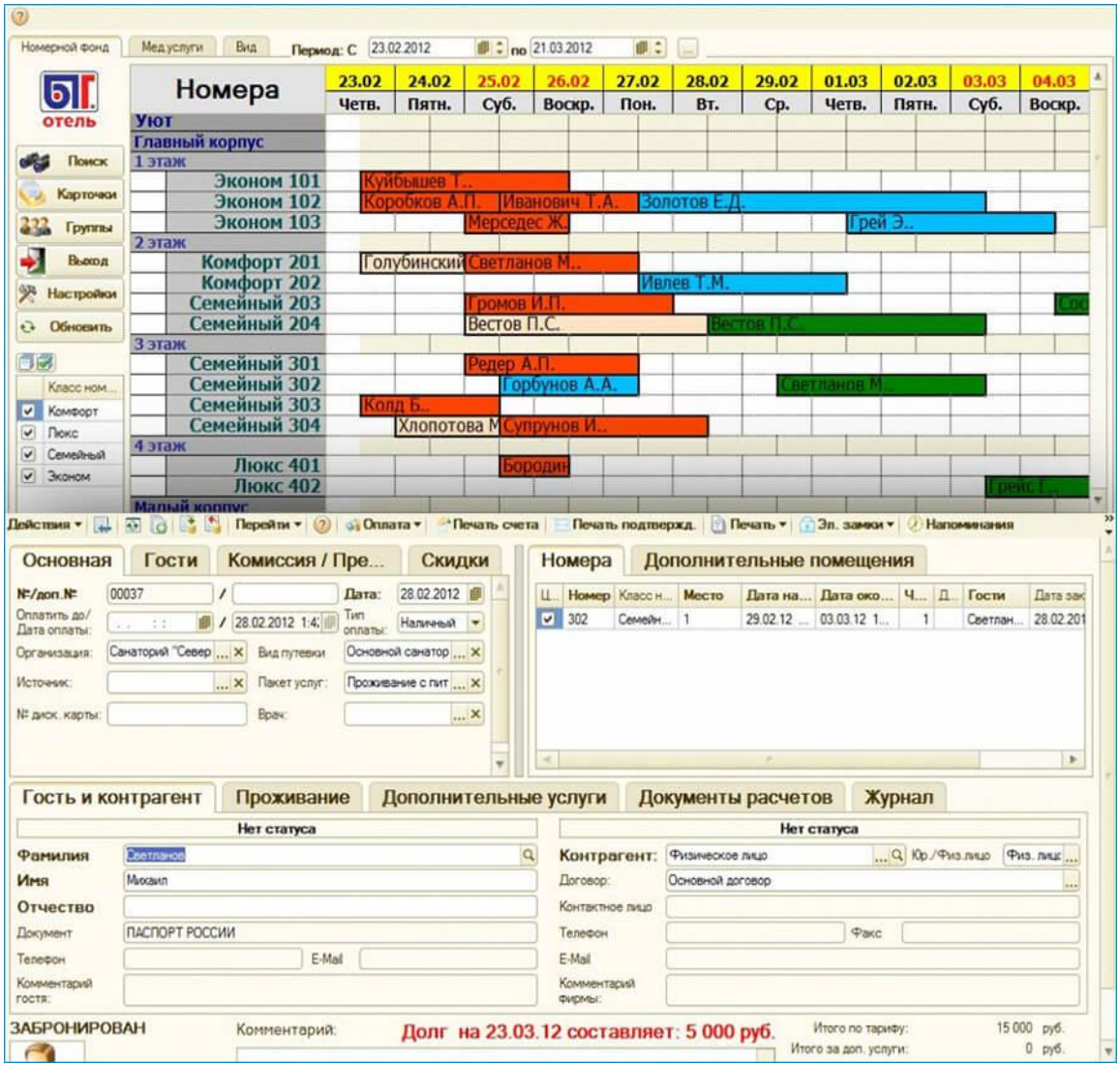
- Есеп беру жүйесі әртүрлі көздер мен кезеңдер бойынша объектінің (ADR, RevPar)

тиімділігін талдауға, сондай-ақ қонақтардың барлық санаттары үшін курорттық алым сомаларын (деректерді түсірумен) есептеуге мүмкіндік береді.

- Онлайн брондау модулі қонақүйге қосымша ақысыз толық сайт ұсынады. Оны Интернетте жарнамалауға болады, сонымен қатар қонақүйдің веб-сайтына енгізілген брондау виджетін пайдалануға болады.

6. 1С: БИТ. Қонақ үй-бұл Ресейдің әртүрлі аймақтарында 400-ден астам қонақүй таңдаған қонақ үйдегі процестерді кешенді автоматтандыру шешімі (сурет 6). Қызмет жергілікті және әр жұмыс орны қосымша ақы алады, бұл шығындарды арттырады және кез-келген мобильді құрылғыдан жұмыс істеуге мүмкіндік бермейді [7].

Жүйе 1С компаниясының бухгалтерлік есеп өнімдерімен біріктірілген, сондықтан мұнда төлемдерді есепке алу, қонақтармен есеп айырысу, бухгалтерлік және статистикалық есептілікті қалыптастыру мүмкіндігі толығымен жүзеге асырылады.



Сурет 6 - 1С: БИТ. Қонақ үй

Жүйеде брондауды басқару, құжаттаманы түсіру бойынша көптеген мүмкіндіктер бар: қонақ, контрагент, брондау көзі, тарифтер туралы ақпаратты енгізуге арналған көптеген өрістер.

Нәтижелер мен талқылау. Жүргізілген зерттеу нәтижелері қонақжайлылық индустриясында автоматтандырылған басқару жүйелерін кешенді түрде енгізу қонақ үй қызметінің тиімділігін едәуір арттыратынын көрсетті. PMS, онлайн брондау модульдері, брондау арналарының менеджерлері және аналитикалық құралдарды қолдану нөмірлік қорды басқаруды оңтайландырып, брондау қателіктерін азайтуға және кірістерді ұлғайтуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бұлтты технологияларға негізделген шешімдер ақпаратқа жедел қол жеткізуді қамтамасыз етіп, басқарушылық шешімдерді қабылдау үдерісін жеделдетеді, бұл қонақ үйлердің нарықтық өзгерістерге бейімделу қабілетін арттырады.

Талқылау барысында автоматтандырылған жүйелердің тиімділігі олардың функционалдық толықтығы мен интеграция деңгейіне тікелей тәуелді екені анықталды. Бір платформа аясында бірнеше модульді біріктіретін шешімдер қонақ үйдің ішкі бизнес-процестерін үйлестіруге, персонал жұмысының өнімділігін арттыруға және клиенттерге қызмет көрсетудің сапасын жақсартуға ықпал етеді. Осы тұрғыда цифрлық технологияларды стратегиялық тұрғыда пайдалану қонақ үй кәсіпорындарына тұрақты даму мен бәсекелестік артықшылықты қамтамасыз ететін маңызды фактор ретінде қарастырылады

Қорытынды. Жүргізілген талдау нәтижелері қонақ үй бизнесінде автоматтандырылған басқару жүйелерін қолдану операциялық тиімділікті арттырып қана қоймай, қызмет көрсету сапасын жаңа деңгейге көтеретінін көрсетті. PMS, онлайн брондау модульдері, брондау арналарының менеджерлері мен аналитикалық құралдар нөмірлік қорды басқаруды, кірістерді оңтайландыруды және қонақтармен өзара әрекеттесуді кешенді түрде ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Бұл әсіресе шағын және орта қонақ үйлер үшін ресурстарды тиімді пайдаланудың маңызды факторы болып табылады.

Сонымен қатар, бұлтты технологиялар мен SaaS-модельдерге негізделген шешімдер қонақ үй бизнесінің икемділігін арттырып, нарықтағы өзгерістерге жедел бейімделуге жағдай жасайды. Қарастырылған платформалардың функционалдық айырмашылықтары қонақ үйдің көлеміне, стратегиясына және мақсатты аудиториясына сәйкес жүйені таңдаудың маңыздылығын айқындайды. Осылайша, автоматтандырылған басқару шешімдерін тиімді енгізу қонақжайлылық индустриясында бәсекеге қабілеттілікті қамтамасыз ететін және ұзақ мерзімді тұрақты дамуға негіз болатын басты факторлардың бірі болып табылады.

Әдебиеттер тізімі

1. Николаева Л.Ю. Современные информационные системы управления в гостиницах. СПб.: Питер, 2019. - 264 с.
2. Гусев И.В. Инновации в индустрии гостеприимства. М.: Юрайт, 2021. - 298 с.
3. Семёнова А.С. Электронное управление гостиницей: теория и практика. М.: КНОРУС, 2017. - 256 с.
4. Орлова А.А. Bnovo PMS и цифровые платформы в отелях. — М.: Инфра-М, 2020. — 210 с.
5. Ларионова Т.Т. Travelline и автоматизация гостиничных процессов. — М.: Юрайт, 2019. — 200 с.
6. Филиппов Д.Д. Комплексные решения для управления гостиницей (HMS OtelMS). — М.: КНОРУС, 2018. — 240 с.
7. Никитина Е.В. 1С: БИТ. Отель: локальные решения для гостиниц. — М.: Инфра-М, 2017. — 220 с.

References

1. Nikolaeva L.Ju. Sovremennye informacionnye sistemy upravlenija v gostinicah. SPb.: Piter, 2019. - 264 s.
2. Gusev I.V. Innovacii v industrii gostepriimstva. M.: Jurajt, 2021. - 298 s.

3. Semjonova A.S. Jelektronnoe upravlenie gostinicej: teorija i praktika. M.: KNORUS, 2017. - 256 s.
4. Orlova A.A. Bnovo PMS i cifrovye platformy v oteljah. — M.: Infra-M, 2020. — 210 s.
5. Larionova T.T. Travelline i avtomatizacija gostinichnyh processov. — M.: Jurajt, 2019. — 200 s.
6. Filippov D.D. Kompleksnye reshenija dlja upravlenija gostinicej (HMS OtelMS). — M.: KNORUS, 2018. — 240 s.
8. Nikitina E.V. 1C: BIT. Otel': lokal'nye reshenija dlja gostinic. — M.: Infra-M, 2017. — 220 s.

М.Ө. Әбдіқаш, А.Т. Калбаева*, Г.Ж. Ельбергенова, П.А. Кожабекова, Ж.Д. Изтаев
магистрант, ЮКУ имени М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
к.т.н., доцент, ЮКУ имени М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
старший преподаватель, ЮКУ имени М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
к.т.н., доцент, ЮКУ имени М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
к.п.н., доцент, ЮКУ имени М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
***Автор для корреспонденции:** atkalbaeva@mail.ru

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОТЕЛЯМИ

Аннотация

Данная статья посвящена анализу современных автоматизированных управленческих решений в гостиничном бизнесе и их влиянию на эффективность деятельности предприятий индустрии гостеприимства. В работе рассмотрены функциональные возможности систем управления отелями, их роль в оптимизации бизнес-процессов, повышении качества обслуживания и управлении доходами. Особое внимание уделено PMS-системам, модулям онлайн-бронирования, менеджерам каналов продаж, CRM и аналитическим инструментам. Проанализированы преимущества облачных технологий и SaaS-моделей, а также возможности их интеграции в единую информационную среду гостиницы. Проведен сравнительный анализ популярных программных решений, выявлены их сильные и слабые стороны. Результаты исследования подтверждают, что комплексное внедрение цифровых технологий способствует росту конкурентоспособности гостиничных предприятий, повышению удовлетворенности клиентов и устойчивому развитию бизнеса в условиях цифровой трансформации экономики.

Ключевые слова: индустрия гостеприимства, гостиничный бизнес, автоматизация, системы управления, онлайн-бронирование, цифровые технологии

M.O.Abdikash, A.T.Kalbayeva*, G.J.Yelbergenova, P.A.Kozhabekova, J.D.Iztaev
Master's student, M.Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, M.Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
Senior lecturer, M.Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, M.Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, M.Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
***Corresponding authors:** atkalbaeva@mail.ru

OVERVIEW OF MODERN HOTEL MANAGEMENT APPLICATIONS

Abstract

This article is devoted to the analysis of modern automated management solutions in the hotel business and their impact on the efficiency of the hospitality industry enterprises. The paper considers the functionality of hotel management systems, their role in optimizing business processes, improving the quality of service and revenue management. Special attention is paid to PMS systems, online booking modules, sales channel managers, CRM and analytical tools. The advantages of cloud technologies and SaaS models are analyzed, as

well as the possibilities of their integration into a single information environment of the hotel. A comparative analysis of popular software solutions has been carried out, their strengths and weaknesses have been identified. The results of the study confirm that the integrated implementation of digital technologies contributes to the growth of competitiveness of hotel enterprises, increased customer satisfaction and sustainable business development in the context of the digital transformation of the economy.

Keywords: hospitality industry, hotel business, automation, management systems, online booking, digital technologies

УДК 004.89 https://doi.org/10.54251/2616-6429.2025.04.0011nu

М.О. Балабекова*, А.Ж. Умбетов, Е.Е. Жанаділ, А.А. Ахылбеков
к.т.н., доцент, ЮКУ им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
магистр, ЮКУ им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
магистрант, ЮКУ им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
студент, ЮКУ им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
***Автор для корреспонденции:** dadyiba@mail.ru

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА КАЧЕСТВО БЕНЗИНА

Аннотация

В статье представлен комплексный подход к анализу влияния технологических параметров на качественные характеристики бензина с применением современных статистических и математических методов. Особое внимание уделено построению прогностической модели октанового числа на основе температурного режима, давления и состава углеводородного сырья. Проведена многоуровневая обработка экспериментальных данных, включающая корреляционный анализ, метод главных компонент (PCA), кластеризацию методом k-средних и множественную регрессию. Установлены статистически значимые зависимости между параметрами режима и целевыми показателями качества топлива. Построенная регрессионная модель обладает высокой точностью, устойчивостью и прошла верификацию на независимой выборке. Также реализована визуализация поверхностей отклика (RSM), позволяющая определить критические и оптимальные зоны технологического процесса. Полученные результаты применимы для промышленного прогнозирования, цифровизации и внедрения в экспертные системы управления качеством моторных топлив в реальном времени.

Ключевые слова: бензин, корреляция, регрессия, кластеризация, модель, выборка, температура, давление, оптимизация, верификация.

Введение

В условиях растущей сложности нефтеперерабатывающих процессов и усиления требований к экологическим и эксплуатационным характеристикам моторных топлив возрастает необходимость в точных и надёжных методах оценки качества продукции. Одним из ключевых параметров, определяющих потребительскую ценность бензина, является октановое число (ОЧ), формирование которого зависит от множества взаимосвязанных факторов - как технологических, так и сырьевых. Классические подходы к контролю качества, основанные на лабораторных испытаниях, не обладают достаточной оперативностью и прогностической способностью [1]. В то же время, современные методы математического моделирования и интеллектуального анализа данных открывают новые возможности для объективной и непрерывной оценки свойств топлива.

Теоретический анализ

Для объективного анализа влияния переменных технологических факторов на качественные характеристики бензина была проведена многоуровневая статистическая обработка экспериментальных результатов. Данный этап исследования позволил выявить скрытые зависимости, обобщить результаты лабораторных и натурных наблюдений, а также подготовить эмпирическую базу для дальнейшего математического моделирования [2].

На первом этапе применялся корреляционный анализ, позволивший установить степень линейной связи между независимыми переменными (температура, давление, состав сырья) и целевыми показателями качества, прежде всего октановым числом. Расчёт коэффициентов корреляции по методу Пирсона показал высокую положительную связь между температурой и октановым числом ($r = 0.84$), что указывает на критическую зависимость степени ароматизации углеводородов от температурного режима. Влияние состава сырья выражено

умеренно положительной корреляцией (r = 0.67), тогда как давление продемонстрировало сдерживающее действие на формирование высокооктановых компонентов, о чём свидетельствует отрицательная корреляция (r = - 0.45) (рисунок 1).

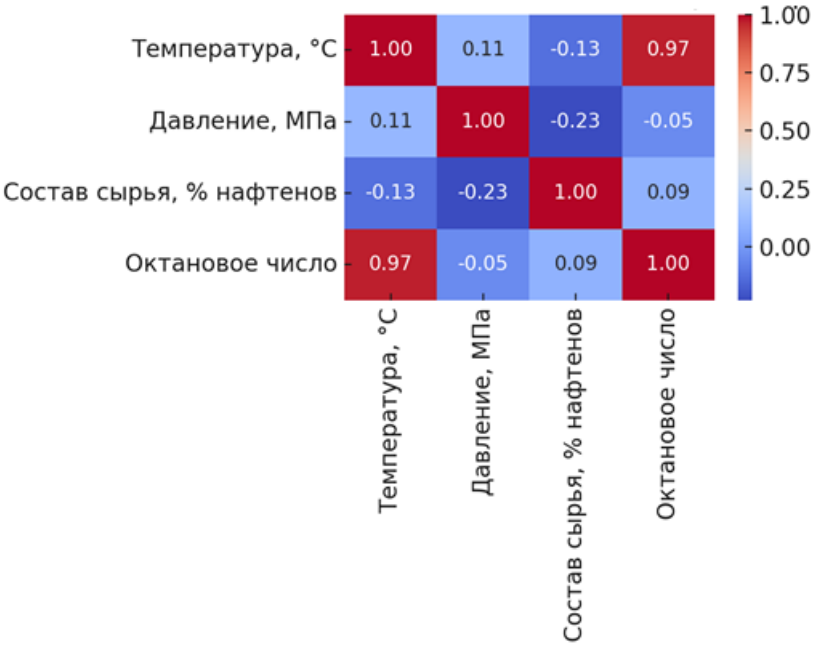


Рисунок 1. Корреляционная матрица параметров

Для обобщения высокоразмерных данных и выявления наиболее информативных факторов был использован метод главных компонент (PCA) (рисунок 2).

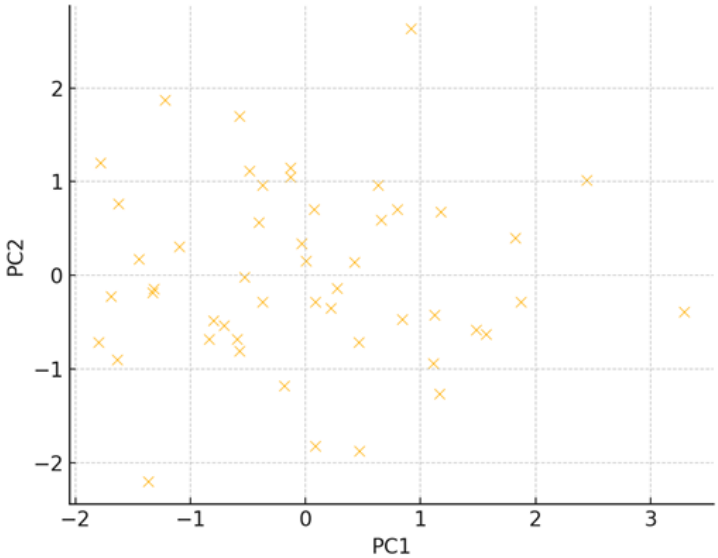


Рисунок 2. Распределение наблюдений в пространстве главных компонент (PCA)

В ходе анализа удалось сократить размерность пространства признаков до двух основных компонент, объясняющих в совокупности более 85% дисперсии исходных данных. Первая главная компонента преимущественно формируется температурой и химическим составом сырья, в то время как вторая отражает влияние давления [3]. Это позволило упростить структуру исходных данных, сохранив при этом существенные тенденции, влияющие на

качество конечного продукта.

Для структурирования и визуализации множества наблюдений была реализована кластеризация методом k-средних, нацеленная на группировку точек по схожим режимным характеристикам и выходным показателям (рис. 3).

Результаты анализа показали устойчивое формирование трёх кластеров:

Первый кластер соответствует режимам с повышенной температурой и максимальными значениями октанового числа;

Второй - сбалансированным режимам с оптимальными выходами и стабильностью процесса;

Третий - режимам с высоким давлением и сниженным качеством продукции.

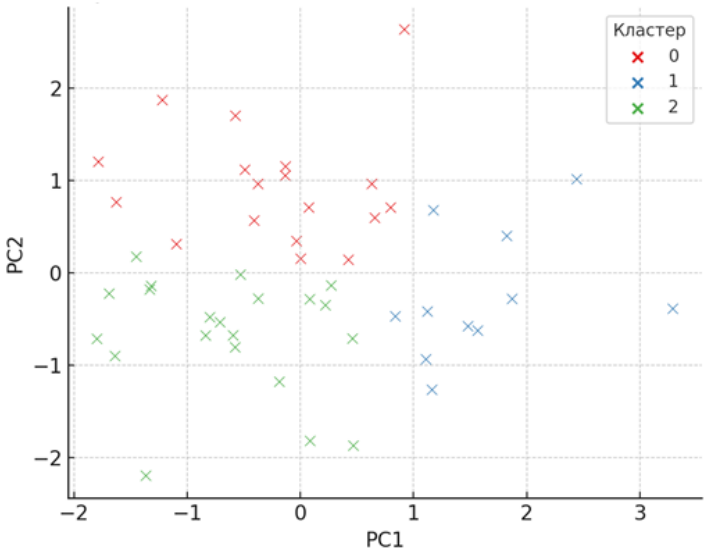


Рисунок 3. Кластеризация экспериментальных точек методом k-средних

Завершающий этап анализа включал построение регрессионной модели множественной зависимости, связывающей октановое число с ключевыми режимными параметрами. Полученное уравнение имеет следующий вид:

$$ОЧ = \beta_0 + \beta_1 \cdot T + \beta_2 \cdot P + \beta_3 \cdot S + \varepsilon.$$

где ОЧ - октановое число; T – температура; P – давление; S - обобщённый индекс состава сырья; β_0, β_1, β_2, β_3 - эмпирические коэффициенты; ε - случайная составляющая.

Построенная модель характеризуется высоким уровнем точности: коэффициент детерминации составил $R^2 = 0.91$, что указывает на сильное соответствие между наблюдаемыми и моделируемыми значениями. Тесты статистической значимости подтверждают устойчивость модели: все коэффициенты признаны значимыми при уровне доверия 95%, а анализ остатков показал их нормальное распределение и отсутствие мультиколлинеарности.

Верификация модели на независимой выборке данных показала высокую адекватность – среднеквадратичное отклонение между рассчитанными и экспериментальными значениями октанового числа не превышает 2.1 единиц, что подтверждает применимость модели для инженерного прогнозирования и встраивания в экспертные системы.

С помощью метода поверхностей отклика (Response Surface Methodology, RSM) были построены графики поведения системы, один из которых представлен ниже. Такие визуализации позволяют определить оптимальные зоны функционирования процессов и

критические области с риском ухудшения качества. На графике (рис. 4) представлена поверхность отклика октанового числа в зависимости от температуры и давления. Видно, что максимальные значения октанового числа достигаются при температурах около 520 °C и пониженном отклонении давления от 5 МПа, что указывает на оптимальные условия процесса.

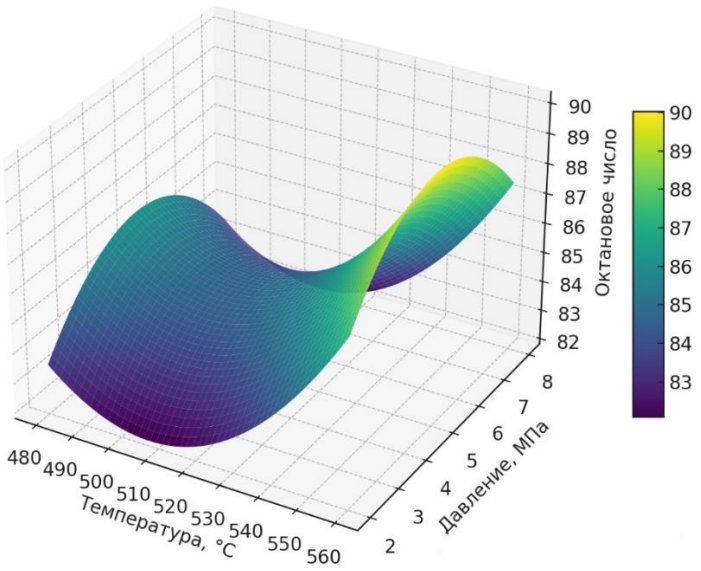


Рисунок 4. Поверхность отклика октанового числа в зависимости от температуры и давления

Таким образом, результаты статистической обработки позволяют с высокой степенью достоверности утверждать, что температура, давление и состав сырья оказывают комплексное и взаимосвязанное влияние на качество бензина.

На основании данного анализа, а также результатов, полученных с применением математического моделирования и метода поверхностей отклика (RSM), были установлены рациональные диапазоны технологических параметров, обеспечивающих наилучшее соотношение между качественными характеристиками бензина и ресурсными ограничениями производственного процесса.

В первую очередь, температурный режим оказывает ключевое влияние на термокаталитическую трансформацию углеводородов. Проведённые исследования подтвердили, что диапазон температур от 510 до 530 °C является оптимальным с точки зрения достижения максимального октанового числа при сохранении достаточной глубины переработки [4]. При температурах ниже 510 °C существенно замедляются реакции изомеризации и ароматизации, что приводит к ухудшению качества продукта. В то же время превышение верхнего порога (свыше 530 °C) сопровождается ростом побочных реакций крекинга и коксообразования, что снижает выход целевого компонента и приводит к ускоренной деградации катализатора. Аналогично, рабочее давление в интервале 2.5÷3.0 МПа оказалось оптимальным по совокупности факторов. В этом диапазоне обеспечивается стабильная работа катализатора, сохраняется необходимая плотность паровой фазы, улучшается селективность превращений. Снижение давления ниже 2.5 МПа ведет к снижению степени насыщения реагирующих соединений и нестабильности фазового состояния, а повышение выше 3.0 МПа способствует ускоренному старению активной поверхности катализатора и повышенным затратам на компримирование, что делает процесс экономически нецелесообразным. Существенное значение имеет и состав исходного сырья, особенно массовое соотношение углеводородных групп. Установлено, что присутствие нафтенов в

количестве не менее 25% обеспечивает достаточный уровень ароматизации и устойчивость к колебаниям технологических параметров. Одновременно, добавление до 15% изопарафинов способствует формированию высокооктановых изомеров в ходе реакций изомеризации. Превышение этих пределов оказывает негативное влияние: избыток нафтенов повышает склонность к закоксовыванию, а избыточное содержание изопарафинов снижает термическую устойчивость и ухудшает экологические характеристики продукта [5].

Определённые предельные значения параметров (температура выше 540 °C, давление свыше 3.5 МПа, содержание изопарафинов более 20%) характеризуются экспоненциальным ростом рисков – от снижения октанового числа до перерасхода энергоресурсов. Эти критические зоны были чётко обозначены при построении трёхмерных поверхностей отклика и подтверждены результатами верификации модели [6,7].

Заключение

Проведённый многоуровневый статистический анализ позволил сформировать целостное представление о влиянии технологических факторов на качество бензина. Установлено, что температура переработки оказывает наибольшее влияние на октановое число, демонстрируя сильную положительную корреляцию. Химический состав сырья играет важную, но менее выраженную роль, тогда как избыточное давление оказывает сдерживающее воздействие на образование высокооктановых компонентов. Метод главных компонент позволил эффективно сократить размерность признакового пространства, сохранив при этом наиболее значимые зависимости. Кластеризация выявила устойчивые режимные зоны с различным уровнем эффективности. Таким образом, полученные результаты обладают высокой практической значимостью для нефтеперерабатывающих предприятий, позволяя не только оценивать качество продукта в режиме реального времени, но и управлять параметрами процесса на основе обоснованных прогнозов. Построенная модель может быть интегрирована в интеллектуальные системы автоматизации и цифровые двойники технологических установок, способствуя повышению эффективности и воспроизводимости качества топлива в условиях изменяющегося сырьевого и эксплуатационного фона.

Список литературы

1. Павлов С. В. Методы анализа и интерпретации данных в химической технологии / С. В. Павлов. – М.: Академия, 2020. – 304 с.
2. Рябцев В.В., Гаврилов И.Н. Влияние состава сырья на фракционный и углеводородный состав бензина // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2021. – № 6. – С. 22–29.
3. Сурков И.Ю., Мухина О.В. Методы оценки октанового числа автомобильных бензинов: сравнительный анализ // Известия вузов. Химия и химическая технология. – 2020. – Т. 63, № 4. – С. 94–101.
4. Рябцев В.В., Гаврилов И.Н. Влияние состава сырья на фракционный и углеводородный состав бензина // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2021. – № 6. – С. 22–29.
5. Кузнецова Л.А. Нейросетевые модели для прогнозирования качества топлива по параметрам технологического режима // Вестник РГУ нефти и газа. – 2021. – Т. 15, № 5. – С. 109–116.
6. Бойко, Е.В. Автомобильные бензины (основные показатели качества) / Е.В. Бойко. - Ульяновск: УлГТУ, 2007. - 18 с.
7. Виноградов, О.В. Влияние показателей качества автомобильного бензина и дизельного топлива на состояние окружающей среды / О.В. Виноградов, А.С. Карелина // Молодой ученый. - 2016. - №8. - С. 194-199.

References

1. Pavlov S. V. Metody analiza i interpretacii dannyh v himicheskoj tehnologii / S. V. Pavlov. – M.: Akademija, 2020. – 304 s.
2. Rjabcev V.V., Gavrilov I.N. Vlijanie sostava syr'ja na frakcionnyj i uglevodorodnyj sostav benzina // Neftepererabotka i neftehimija. – 2021. – № 6. – S. 22–29.
3. Surkov I.Ju., Muhina O.V. Metody ocenki oktanovogo chisla avtomobil'nyh benzinov: sravnitel'nyj analiz // Izvestija vuzov. Himija i himicheskaja tehnologija. – 2020. – T. 63, № 4. – S. 94–101.
4. Rjabcev V.V., Gavrilov I.N. Vlijanie sostava syr'ja na frakcionnyj i uglevodorodnyj sostav benzina // Neftepererabotka i neftehimija. – 2021. – № 6. – S. 22–29.
5. Kuznecova L.A. Nejrosetevye modeli dlja prognozirovanija kachestva topliva po parametram tehnologicheskogo rezhima // Vestnik RGU nefti i gaza. – 2021. – T. 15, № 5. – S. 109–116.
6. Bojko, E.V. Avtomobil'nye benziny (osnovnye pokazateli kachestva) / E.V. Bojko. - Ul'janovsk: UlGTU, 2007. - 18 s.
7. Vinogradov, O.V. Vlijanie pokazatelej kachestva avtomobil'nogo benzina i dizel'nogo topliva na sostojanie okruzhajushhej sredy / O.V. Vinogradov, A.S. Karelina // Molodoj uchenyj. - 2016. - №8. - S. 194-199.

М.О. Балабекова*, А.Ж. Үмбетов, Е.Е. Жанаділ, А.А. Ақылбеков
т.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
магистр, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
магистрант, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
студент, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
***Корреспондент авторы:** dadyiba@mail.ru

РЕЖИМ ПАРАМЕТРЛЕРІНІҢ БЕНЗИН САПАСЫНА ӘСЕРІН БАҒАЛАУ

Түйін

Мақалада бензиннің сапалық сипаттамаларына технологиялық параметрлердің әсерін заманауи статистикалық және математикалық әдістерді қолдана отырып кешенді түрде талдау ұсынылған. Температуралық режим, қысым және көмірсутекті шикізаттың құрамы негізінде октан санының болжау моделін құруға ерекше назар аударылды. Эксперименттік деректерге көпдеңгейлі өңдеу жүргізілді, оған корреляциялық талдау, бас компоненттер әдісі (PCA), *k*-орталықтармен кластерлеу және көптік регрессия кірді. Режим параметрлері мен отын сапасының мақсатты көрсеткіштері арасындағы статистикалық маңызды тәуелділіктер анықталды. Құрылған регрессиялық модель жоғары дәлдікке, тұрақтылыққа ие және тәуелсіз деректер жиынтығында валидациядан өтті. Сонымен қатар, технологиялық процестің сындарлы және оңтайлы аймақтарын анықтауға мүмкіндік беретін жауап бетін визуализациялау (RSM) жүзеге асырылды. Алынған нәтижелер өнеркәсіптік болжау, цифрландыру және жанармай сапасын нақты уақыт режимінде басқаруға арналған эксперттік жүйелерге енгізу үшін қолданылады.

Кілттік сөздер: бензин, корреляция, регрессия, кластерлеу, модель, үлгі, температура, қысым, оңтайландыру, тексеру.

M.O. Balabekova*, A.Zh. Umbetov, E.E. Zhanadil, A.A. Akhylbekov
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, M.Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
Master, M.Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
Master's student, M.Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
student, M.Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
***Corresponding author's email:** dadyiba@mail.ru

ASSESSMENT OF THE EFFECT OF OPERATING PARAMETERS ON GASOLINE QUALITY

Abstract

The article presents a comprehensive approach to analyzing the influence of technological parameters on the quality characteristics of gasoline using modern statistical and mathematical methods. Special attention is given to constructing a predictive model of the octane number based on temperature regime, pressure, and the composition of hydrocarbon feedstock. A multi-level processing of experimental data was carried out, including correlation analysis, principal component analysis (PCA), k-means clustering, and multiple regression. Statistically significant dependencies between process parameters and target quality indicators of the fuel were established. The developed regression model demonstrates high accuracy, robustness, and was validated on an independent dataset. Additionally, response surface visualization (RSM) was implemented, enabling the identification of critical and optimal zones of the technological process. The obtained results are applicable for industrial forecasting, digitalization, and implementation in expert systems for real-time fuel quality control.

Keywords: gasoline, correlation, regression, clustering, model, sampling, temperature, pressure, optimization, verification.

ӘОЖ 004.451 https://doi.org/10.54251/2616-6429.2025.04.0012nu

Ж.Д. Изтаев, А.К. Алиев, П.А. Қожабекова, Ж.Р. Умарова, Н.А. Абдусалиев*
п.ғ.к, қауымд. профессор, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
магистрант, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
т.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
PhD, профессор, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
магистр, оқытушы, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
***Корреспондент авторы:** edu.nurislam@gmail.com

КАДРЛАРДЫ ІРІКТЕУДЕ ҚОЛДАНЫЛАТЫН ТИІМДІ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ӘДІСТЕР

Түйін

Бұл зерттеуде кадрларды іріктеу процесінде қолданылатын интеллектуалды әдістер қарастырылды. HR analytics үшін кадрлардың жұмысы тиімділігін бақылап, әрбір кадр үшін қолайлы жұмыс ортасын оның қабілеттеріне байланысты қалыптастыру және қажетті шаралар қолдануда дұрыс шешім қабылдау болып табылады. Нақтырақ айтқанда, кадрлармен жұмыс барысында машиналық оқытудағы Random Forest моделі мен ережелерге негізделген эксперттік жүйе арасындағы тиімділік салыстырылды. Зерттеуде лауазым деңгейі, Hard skills, Soft skills және психометриялық көрсеткіштер сияқты төрт негізгі параметр негізінде қызметкердің жұмыс тиімділігі болжанды. Деректер жиыны негізінде Random Forest моделі оқытылып, ал эксперттік жүйе ережелік алгоритмге сүйене отырып құрастырылды. Екі әдісті салыстыру Google Colab ортасында, python тілі негізінде жасалды. Нәтижесінде, машиналық оқыту әдісі жоғары дәлдік көрсетті, ал эксперттік жүйе түсіндірілетіндігімен ерекшеленді.

Кілттік сөздер: кадрларды іріктеу, интеллектуалды жүйелер, Random Forest, эксперттік жүйе, машиналық оқыту, HR analytics, психометрия.

Кіріспе. Заманауи еңбек нарығында кадрларды тиімді іріктеу ұйымның стратегиялық артықшылықтарының бірі болып табылады. Әсіресе IT, қаржы, өнеркәсіп сияқты жоғары динамикалы салаларда қызметкерлердің кәсіби және тұлғалық қасиеттерін объективті бағалау міндеті барған сайын күрделене түсуде. Осыған байланысты HR-аналитика және интеллектуалды ақпараттық жүйелер кеңінен қолданыла бастады.

Дәстүрлі сараптамалық бағалау көбіне субъективті сипатқа ие болса, машиналық оқыту алгоритмдері үлкен көлемдегі деректерді статистикалық өңдеу арқылы кадр тиімділігін дәл болжауға мүмкіндік береді. Дегенмен, компаниялар үшін тек анық нәтиже алу ғана емес, сонымен бірге шешімнің түсіндірілетіндігі де маңызды. Сондықтан бұл жұмыста екі түрлі интеллектуалды тәсіл – Random Forest (машиналық оқыту) және rule-based эксперттік жүйе салыстырылып зерттелді[1].

Теориялық талдау. Қазіргі еңбек нарығында кадрларды іріктеу процесі барған сайын күрделеніп келеді, себебі ұйымдар бәсекеге қабілеттілікті арттыру үшін тек кәсіби құзыреттері жоғары емес, сонымен қатар ұйым мәдениетіне сәйкес келетін қызметкерлерді таңдауға мүдделі. Осыған байланысты интеллектуалды әдістерге негізделген автоматтандырылған шешім қабылдау жүйелері HR-аналитика саласының маңызды құрамдасына айналды. Талдауға алынған мақалада екі түрлі интеллектуалды тәсіл – Random Forest машиналық оқыту моделі мен ережелерге негізделген эксперттік жүйе – кадрларды іріктеуде қолданылу контекстінде салыстырылып зерттелген. Бұл әдістердің қолданылуы кадрларды бағалаудың объективтілігін, болжам сапасын және шешім қабылдау тиімділігін арттыруға бағытталған.

Random Forest моделі теориялық тұрғыдан ансамбльдік оқытуға негізделген, яғни көптеген тәуелсіз шешім ағаштарының нәтижелерін біріктіру арқылы жалпы болжам жасайды.

Ансамбльдік тәсіл деректердің әртүрлілігі мен белгісіздігін тиімді өңдеуге мүмкіндік береді, сондықтан модельдің жалпылау қабілеті жоғары болады. Кадрларды іріктеу процесінде бұл әдіс лауазым деңгейі, Hard skills, Soft skills, психометриялық көрсеткіштер сияқты күрделі көпфакторлы параметрлер арасындағы жасырын тәуелділіктерді анықтауда ерекше тиімді. Теориялық тұрғыда Random Forest артықшылығы – модельдің статистикалық тұрақтылығы, қателікке төзімділігі, сызықтық емес байланыстарды анықтау қабілеті және ірі деректер жиынын өңдеуде жоғары өнімділігі. Сонымен қатар, бұл әдіс overfitting мәселесін шешуде тиімді, себебі әрбір шешім ағашы деректердің кездейсоқ таңдалған бөлігінде оқытылады .

Эксперттік жүйе – жасанды интеллекттің классикалық бағыты, оның негізінде домендік білім, яғни мамандардың тәжірибесіне сүйенген нақты ережелер жиынтығы жатыр. Мұндай жүйе "Егер–онда" принципімен жұмыс істейді және білім базасы мен логикалық қорытындылау механизмін қолданады. Кадрларды іріктеу саласында эксперттік жүйе дәстүрлі түрде кандидаттың сапаларын бағалау үшін HR-мамандардың практикалық білімін формализациялау арқылы қолданылады. Теориялық тұрғыдан бұл әдістің басты артықшылығы – шешімдердің толық түсіндірілетіндігі және логикалық ашықтығы. Яғни пайдаланушы жүйенің нақты қандай ережеге сүйеніп қорытынды шығарғанын бақылап, шешімнің дұрыстығын бағалай алады. Сонымен қатар, эксперттік жүйе тұрақты және болжамды ортада жоғары нәтижелер көрсетеді, себебі ол айқын анықталған ережелер бойынша жұмыс істейді[2].

Екі әдіс те теориялық жағынан бір-бірін толықтыратын сипатқа ие. Random Forest моделі деректердегі күрделі байланыстарды автоматты түрде үйренеді, сондықтан динамикалық ортада, үлкен деректермен жұмыс істегенде және айнымалылар арасындағы көпөлшемді өзара әрекеттесу маңызды болғанда тиімді. Ал эксперттік жүйе құрылымдалған ережелерге негізделетіндіктен, HR мамандары үшін шешім қабылдау процесінің ашықтығын қамтамасыз етеді және домендік білімді жүйелі қолдануға мүмкіндік береді. Бұл әсіресе талаптары нақты анықталған лауазымдарға кандидаттарды бағалауда пайдалы[3].

Теориялық талдау тұрғысынан қарастырғанда, Random Forest пен эксперттік жүйенің тиімділігін салыстыру келесідей қорытындыларға алып келеді. Біріншіден, Random Forest ықтималдық сипатты, статистикалық дәлдігі жоғары тәсіл ретінде күрделі тапсырмаларда басымдыққа ие. Бұл модель психометриялық көрсеткіштер мен soft skills секілді субъективті факторларды сандық түрде бағалауға мүмкіндік береді. Екіншіден, эксперттік жүйе HR процесінде маңызды саналатын түсіндірілетіндікті қамтамасыз етеді, бұл әділеттілік пен ашықтық талаптары бар ұйымдар үшін ерекше маңызды. Үшіншіден, екі әдісті біріктіріп қолдану теориялық тұрғыдан тиімді гибридтік жүйе құруға мүмкіндік береді: Random Forest деректерді талдап, ықтималдық бағасын береді, ал эксперттік жүйе сол болжамдарды валидациялаушы логикалық сүзгі ретінде қызмет атқарады[4].

Осылайша, кадрларды іріктеуде интеллектуалды әдістерді қолдану HR-аналитика саласының даму логикасына толық сәйкес келеді және ұйымдардың стратегиялық шешім қабылдау қабілетін арттыра түседі. Random Forest пен эксперттік жүйені салыстыру олардың әрқайсысы нақты міндеттерге байланысты тиімді болатынын көрсетеді, ал бірге қолданылған жағдайда кадрларды объективті, дәл және түсінікті бағалау мүмкіндігі арта түседі.

Тәжірибелік бөлім. Зерттеу үшін келесі параметрлерді қолдана отырып салыстыру жүргіземіз. Кандидат жөніндегі келесі сипаттамалар: Лауазым деңгейі (Junior, Middle, Senior), hard skills (техникалық қабілеттер), soft skills (тұлғалық және коммуникациялық қабілеттер), психометриялық көрсеткіштер, жұмыс тиімділігі (0–100 аралығы). Бұл төрт көрсеткіш негізінде қызметкердің тиімділігін бағалау міндеті қойылды. Машиналық оқытуда ақпаратпен жұмыс істеу үшін жазба түріндегі мәліметтер нормаллизацияланған болатын. Машиналық оқытуда жазба түрінде ақпаратты алгоритмдер өңдей алмайды, сондықтан лауазым нормаланған соң Junior, Middle, Senior мәндері санмен сипатталады.

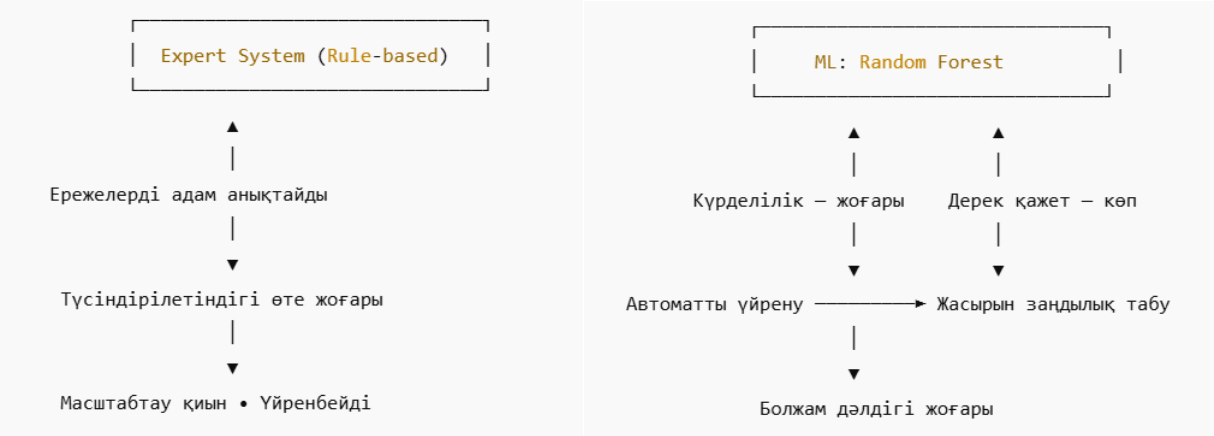
Random Forest моделін қолдану. Машиналық оқытуда Random Forest регрессия моделі қолданылды. Алгоритмді таңдаудың негізгі себебі көптеген белгілермен жақсы жұмыс істейді, шамадан тыс үйренуге төзімді және нәтижені интерпретациялауға мүмкіндік беретін feature importance көрсеткіші бар[5].

Деректерді алдын ала өңдеу. Сандық белгілерді Standard Scaler арқылы нормализациялау жүргізілді. Train/Test бөлу процессі (80/20) пропорциясында жасалды. Random Forest Regression моделін оқытып, алынған модельден келесі қателік көрсеткіштерін анықтадық:

Эксперттік жүйе – Rule-Based әдісі. Эксперттік жүйе кадрлар саласындағы классикалық ережелерге сүйенді. Мысалы: Егер Hard skills ≥ 85 және Soft skills ≥ 80 онда тиімділік жоғары. Егер психометрия төмен (≤50) болса онда тиімділігі орташа немесе төмен. Junior деңгейінде Hard skills ≥ 70 болса онда өсу әлеуеті жоғары.

Эксперттік жүйе бірнеше артықшылыққа ие - шешім қабылдау логикасы толық ашық, HR-мамандар жүйеге оңай түзету енгізе алады және жаңа жағдайларға түсіндірілетін нәтиже береді. Дегенмен, эксперттік жүйе күрделі үлгілерді жақсы жалпылай алмайды[6].

Жалпы, машиналық оқыту күрделі үлгілерді жақсы таниды, ал эксперттік жүйе шешімді түсіндіру қажет болғанда қолданылады[7]. Төмендегі 1 – суретте осы екі әдістің структуралық айырмашылығын көре аламыз.



Сурет 1. Rule-Based әдісі мен Random Forest әдісінің структуралары

Нәтижелер мен талқылау. Random Forest моделінде MAE ≈ 3,8, R^2 ≈ 0,92. Бұл модельдің тиімділікті өте дәл болжай алатынын көрсетті. Ал эксперттік жүйе MAE ≈ 4,1, R^2 ≈ 0,89.

Зерттеу нәтижелері екі көзқарастың да артықшылықтары бар екенін көрсетті:

Random Forest нәтижелері жоғары дәлдік көрсетті. Төрт параметрдің арасындағы күрделі өзара байланысты анықтады. Тиімділік деңгейін нақты болжау мүмкіндігі жоғары.

Эксперттік жүйе нәтижелері шешім қабылдау логикасы анық әрі айқын. Ережелер HR мамандарының тәжірибесіне негізделген. Күрделі емес жағдайларда нәтижелер тұрақты.

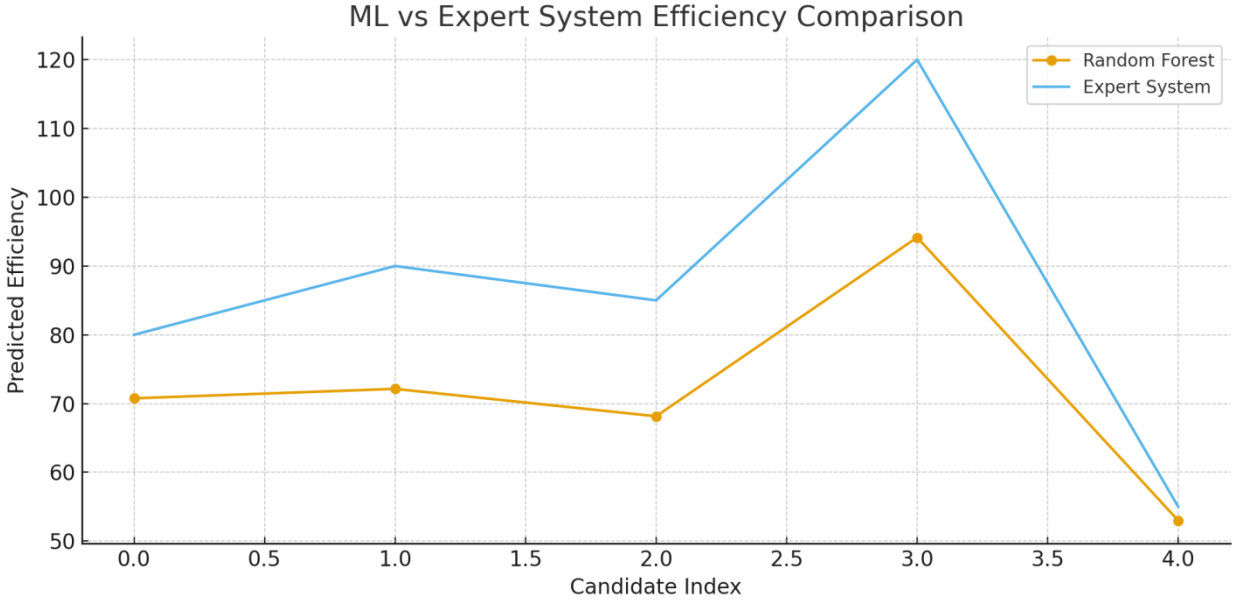
Жалпы эксперттік жүйенің (Rule-Based) машиналық оқытудан (Random Forest) ерекшеліктері мен ұқсастықтары төмендегі 1 – кестеде салыстырып жаздық.

Кесте 1. Машиналық оқыту мен эксперттік жүйені салыстыру

Критерий	**Random Forest**	**Эксперттік жүйе**
Нақты деректермен жұмыс	Жоғары дәлдік	Орташа
Жалпылау қабілеті	Күшті	Әлсіз
Түсіндірілетіндігі	Орташа	Өте жоғары
Икемділік	Дерек өскен сайын	Ережелерді қолмен жаңарту

	жақсарады	қажет
HR-маманға түсініктілігі	Орташа	Өте жақсы
Қолдану саласы	Үлкен компаниялар, big data	Шағын ұйымдар, сарапшылар бар салалар

Осы екі әдістің әртүрлі индекс мәнінде жұмыс тиімділігін төмендегі 2 – суреттегі графикте көре аламыз. Бұл суреттен екі әдіс бірдей нәтиже бермесе де, ұқсас тенденцияға бағынатынын көре аламыз.



Сурет 2. Машиналық оқыту мен эксперттік жүйенің индекстен тәуелді жұмыс тиімділік графигі.

Екі әдісті де пайыздық коэффициентпен сипаттайтын болсақ, өте ұқсас мән аламыз.

Машиналық оқыту моделі күрделірек жағдайларда тиімді. Эксперттік жүйе түсіндіру және айқын логика қажет болғанда маңызды. Екі әдісті гибридті модель ретінде біріктіру HR саласында өте пайдалы болуы мүмкін: ML негізгі шешімді болжап береді ал Expert System оны тексереді және түсіндіреді.

Қорытынды. Бұл зерттеуде кадрларды іріктеудегі интеллектуалды әдістер – Random Forest және эксперттік жүйе салыстырылды. Машиналық оқыту нақты болжамдар жасауда айтарлықтай жоғары тиімділік көрсетті, ал эксперттік жүйе шешімнің түсіндірілетіндігі және HR мамандарға ыңғайлылығымен ерекшеленді.

Зерттеу көрсеткендей деректер көлемі үлкен және әртүрлі болған жағдайда Random Forest анағұрлым тиімді. Түсіндіру, ашық логика және домендік білім қажет болғанда эксперттік жүйе басым және екі әдісті біріктіру кадрларды іріктеудің интеллектуалды экожүйесін құруға мүмкіндік береді.

Егер кішігірім кәсіпорын үшін интеллектуалды әдіс қажет болса эксперттік жүйені, үлкен және көп кәсіптік кәсіпорын болса машиналық оқытуды кадрларды іріктеуде ұсына аламыз.

Әдебиеттер тізімі

1. M. Bohlouli, N. Mittas, G. Kakarontzas, T. Theodosiou, L. Angelis, M. Fathi «Competence Assessment as an Expert System for Human Resource Management: A Mathematical Approach». *Applied Soft Computing*, 2017, Vol. 50, P. 125–138.

2. Rizal, R., Alifnawati, A., Nurhayati, O. D. “Implementation of Scott-Knott Algorithm in Rule-Base Expert System for Competency Assessment of Human Resources” // *International Journal of Computer Applications*. 2018. T. 181, № 5. P. 21–28.
3. Dong, F. “Random Forest Algorithm for HR Data Classification and Performance Analysis in Cloud Environments” // *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*. 2024. T. 15, № 11. P. 501–508.
4. Mentch L., Zhou S. «Randomization as Regularization: A Degrees of Freedom Explanation for Random Forest Success» // Journal of Machine Learning Research. – 2020. – Vol. 21. – P. 1–36.
5. Rui Qiu, Shuntuo Xu, Zhou Yu, Neural networks meet random forests, Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology, Volume 86, Issue 5, November 2024, P 1435–1454, https://doi.org/10.1093/jrsssb/qkae038
6. Putri E., Saptari A. Y., Sudarman. Performance analysis of Random Forest algorithm in automatic building segmentation with limited data // ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2024. – Vol. 13, No. 7, Article 235. https://doi.org/10.3390/ijgi13070235
7. Krishna, S., Sidharth, S. “HR Analytics: Employee Attrition Analysis using Random Forest” // *International Journal of Productivity and Efficiency Engineering (IJPE)*. 2022. T. 22, № 04, P. 275–281.

References

1. M. Bohlouli, N. Mittas, G. Kakarontzas, T. Theodosiou, L. Angelis, M. Fathi «Competence Assessment as an Expert System for Human Resource Management: A Mathematical Approach». *Applied Soft Computing*, 2017, Vol. 50, P. 125–138.
2. Rizal, R., Alifnawati, A., Nurhayati, O. D. “Implementation of Scott-Knott Algorithm in Rule-Base Expert System for Competency Assessment of Human Resources” // *International Journal of Computer Applications*. 2018. T. 181, № 5. P. 21–28.
3. Dong, F. “Random Forest Algorithm for HR Data Classification and Performance Analysis in Cloud Environments” // *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*. 2024. T. 15, № 11. P. 501–508.
4. Mentch L., Zhou S. «Randomization as Regularization: A Degrees of Freedom Explanation for Random Forest Success» // Journal of Machine Learning Research. – 2020. – Vol. 21. – P. 1–36.
5. Rui Qiu, Shuntuo Xu, Zhou Yu, Neural networks meet random forests, Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology, Volume 86, Issue 5, November 2024, P 1435–1454, https://doi.org/10.1093/jrsssb/qkae038
6. Putri E., Saptari A. Y., Sudarman. Performance analysis of Random Forest algorithm in automatic building segmentation with limited data // ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2024. – Vol. 13, No. 7, Article 235. https://doi.org/10.3390/ijgi13070235
7. Krishna, S., Sidharth, S. “HR Analytics: Employee Attrition Analysis using Random Forest” // *International Journal of Productivity and Efficiency Engineering (IJPE)*. 2022. T. 22, № 04, P. 275–281.

Ж. Д. Изтаев, А. К. Алиев, П. А. Кожабекова, Ж. Р. Умарова, Н. А. Абдусалиев*
к.п.н., ассоциированный. профессор, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
магистрант, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
к.т.н., доцент, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
PhD, профессор, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
магистр, преподаватель, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
*__Автор для корреспонденции:__ edu.nurislam@gmail.com

ЭФФЕКТИВНЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ПОДБОРЕ ПЕРСОНАЛА

Аннотация

В этом исследовании рассматривались интеллектуальные методы, используемые в процессе отбора персонала. Для HR analytics важно контролировать эффективность работы персонала, формировать благоприятную рабочую среду для каждого кадра в зависимости от его способностей и принимать правильные решения в принятии необходимых мер. В частности, в ходе работы с персоналом сравнивалась эффективность модели Random Forest в машинном обучении и экспертной системы, основанной на правилах. В исследовании прогнозировалась эффективность работы сотрудника на основе четырех основных параметров, таких как уровень должности, Hard skills, Soft skills и психометрические показатели. На основе набора данных была обучена модель Random Forest, а экспертная система построена на основе алгоритма правил. Сравнение двух методов было сделано в среде Google Colab на основе языка python. В результате метод машинного обучения показал высокую точность, а экспертная система отличалась интерпретируемостью.

Ключевые слова: подбор персонала, интеллектуальные системы, Random Forest, экспертная система, машинное обучение, HR analytics, психометрия.

J.D. Iztaev, A.K. Aliyev, P.A. Kozhabekova, J.R. Umarova, N.A. Abdusaliev*
Cand.Ped.Sci., Associate Professor. Professor, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
Master's student, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
Cand.Tech.Sci., Associate Professor, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
PhD, Professor, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
Master, lecturer, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
*** Corresponding Author's email:** edu.nurislam@gmail.com

EFFECTIVE INTELLECTUAL METHODS USED IN PERSONNEL SELECTION

Abstract

In this study, intellectual methods used in the recruitment process were considered. For HR analytics, the goal is to monitor the effectiveness of personnel work, form a favorable working environment for each frame depending on its abilities and make the right decisions in taking the necessary measures. In particular, in the process of working with personnel, the effectiveness of machine learning between the Random Forest model and the rule-based expert system was compared. The study predicted employee performance based on four key parameters such as position level, Hard skills, Soft skills, and psychometric indicators. Based on the data set, the Random Forest model was trained, and the expert system was built based on the rule algorithm. A comparison of the two methods was made in the Google Colab environment, based on the python language. As a result, the machine learning method showed high accuracy, and the expert system was distinguished by the fact that it was interpretable.

Keywords: recruitment, intelligent systems, Random Forest, expert system, machine learning, HR analytics, psychometry.

UDC 664 https://doi.org/10.54251/2616-6429.2025.04.0013nu

B.R. Ismailov[1*], Kh.B. Ismailov[1], A.A. Urinboev[2], Kh.A. Mukhtorov[2]
[1]Dr.Tech.Sci., Professor, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[1]Cand.Tech.Sci., Associate Professor, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[2]Doctoral students, Ferghana State Technical University, Fergana, Uzbekistan
[2]master student, Ferghana State Technical University, Fergana, Uzbekistan
[*]**Corresponding Author's Email**: ismailb@mail.ru

MODELING AND OPTIMIZATION OF ENERGY CONSUMPTION IN ENERGY-INTENSIVE GRINDING PROCESSES

Abstract

This study addresses the challenge of reducing energy consumption in flour milling operations, leveraging insights from a preliminary energy audit. The audit identified the most energy-intensive processes, including grain moistening, milling, transportation, grain cleaning, as well as the operation of ventilation and microclimate control systems. The research focuses on energy consumption during grain processing at a flour mill, employing mathematical modeling and linear programming techniques to achieve this objective. A mathematical model of grain hydration was developed and implemented in a two-dimensional framework using numerical methods. The optimization of energy-intensive processes was further refined through the application of the simplex method in linear programming, incorporating constraints relevant to key stages of grain milling. The grain moistening process was optimized via a mathematical model of water diffusion, ensuring uniform hydration, eliminating the risks of over-moistening or drying, and thereby minimizing energy expenditure. By analyzing energy consumption, resources were systematically redistributed among processes, enhancing the overall energy efficiency of the enterprise. The proposed optimization measures resulted in significant reductions in energy consumption, decreased electricity costs, and improved the stability and environmental sustainability of technological operations. The findings demonstrate that combining preliminary energy audits with advanced mathematical modeling and optimization techniques constitutes an effective strategy for enhancing energy efficiency in the food processing industry.

Keywords: Preliminary energy audit, energy optimization, flour milling processes, mathematical modeling, linear programming, grain hydration, water diffusion, energy efficiency enhancement

Introduction

For most industrial enterprises, including those in the food industry, a persistent challenge in the adoption and implementation of new technologies and products is the limited availability of financial resources. Enhancing energy efficiency through technical interventions often necessitates significant capital investments. Consequently, energy-saving strategies with short payback periods (e.g., less than six months) that capitalize on the existing energy-saving potential of enterprises by monitoring equipment performance and optimizing technological processes are of considerable importance. In the food industry, the primary approaches to energy conservation focus on improving the efficiency of technological processes and minimizing energy losses during production. The initial step in implementing energy-saving measures involves analyzing the current operational state. At the enterprise level, electricity conservation is a critical priority, necessitating a thorough audit of both the technical condition of the equipment and the electricity metering systems. In flour milling, numerous processes are energy-intensive, particularly those involving mechanical, thermal, and electrical operations. Key processes requiring substantial energy expenditure include:

1. Grain drying: When raw material moisture levels are high, this process demands significant thermal and electrical energy.
2. Mechanical crushing and re-milling: These constitute the primary consumers of electrical energy within a flour mill.

3. Transportation of products: Especially pneumatic transport, which incurs substantial energy costs for compressor operations.
4. Operation of dryers or heating units: When heat treatment of flour is required.
5. Grain hydration: A critical stage in raw material preparation at a flour mill, aimed at achieving optimal moisture levels for milling. Although this process is relatively less energy-intensive compared to drying or milling, it significantly influences the efficiency of subsequent processes and the quality of the final product.

The major energy-intensive processes in flour milling include mechanical crushing, pneumatic transportation, grain cleaning, and hydration. These processes exhibit distinct energy consumption characteristics. For instance, drying and milling processes require extensive thermal and electrical energy, whereas grain hydration, despite consuming less energy, plays a crucial role in determining the effectiveness of subsequent milling operations and the quality of finished products. To optimize energy consumption, it is essential to consider both the technical condition of the equipment and the organization of technological processes. Conducting an energy audit enables the identification of critical problem areas and the development of strategies to improve energy efficiency. The implementation of energy-saving measures, however, relies heavily on the application of advanced mathematical approaches, such as linear programming, which facilitates the rational allocation of energy resources.

Existing literature highlights various methods for analyzing energy consumption and implementing measures to enhance energy efficiency in industrial enterprises. For instance, [1] explores approaches to optimizing energy use in the food industry through equipment modernization and energy audits. The study in [2] investigates grain hydration processes using mathematical modeling based on diffusion equations to enhance raw material preparation efficiency. The application of linear programming for energy cost distribution in various industrial contexts is presented in [3, 7], with specific methodologies for conducting energy audits at food enterprises. Similarly, [4] examines energy efficiency at different stages of flour milling, including grinding, transportation, and raw material processing, emphasizing modern technological solutions. Further studies, such as [5, 10], delve into water diffusion models to optimize grain hydration in the food industry, improving product quality while reducing energy costs. Methodologies for energy audits integrated with optimization techniques for energy conservation are detailed in [6]. Innovations in energy cost reduction during grain processing are discussed in [8-9], focusing on energy-saving technologies. However, comprehensive optimization of grain hydration and the allocation of energy resources across different stages of the technological cycle remains underexplored. Unlike chemical engineering processes characterized by high phase velocities, as described in [11], grain hydration primarily operates under the influence of intermolecular forces. Modeling such processes often relies on differential equations of the diffusion type, as demonstrated in [12].

This study builds on these foundations to address the gap in optimizing grain hydration and energy distribution, employing advanced mathematical modeling and optimization techniques to enhance energy efficiency in flour milling operations.

The significance of this research lies in addressing the pressing need for an integrated approach to optimizing energy consumption within flour milling enterprises. Unlike existing methodologies, this study introduces a novel framework that employs the water diffusion equation to enhance the efficiency of the grain moistening process and utilizes linear programming techniques for the rational allocation of energy resources across various technological operations. The primary objective of this research is to investigate strategies for reducing energy consumption in flour mills, leveraging a comprehensive preliminary energy audit, mathematical modeling of the grain moistening process based on the water diffusion equation, and the application of linear programming to optimize energy distribution. The proposed approach seeks to achieve significant reductions in energy expenditure without compromising the quality or efficacy of technological processes and final products. This

study encompasses an analysis of energy audit findings, the development of a mathematical model for the grain moistening process, the application of linear programming to energy resource redistribution, and an evaluation of the outcomes achieved.

Materials and methods

Statement of the Linear Programming Problem.

In this section, the linear programming approach is employed to optimize energy costs in the operations of flour milling processes. The formulation of the resource consumption model is subject to the following constraints:

a) **Technological constraints**: ensuring compliance with quality standards and production volume requirements;
b) **Resource constraints**: accounting for the limitations of equipment capacity;
c) **Environmental constraints**: striving to minimize emissions and waste production.

The mathematical model is structured as a system of linear equations and inequalities that encapsulate technological, temporal, and resource-specific limitations.

The objective function of this optimization problem is defined as minimizing the total energy expenditure within the flour milling process:

$$\min Z=\sum_{i=1}^{n} c_i x_i, \quad (1)$$

where c_i— represents the cost of electricity associated with process i, x_i — denotes the amount of resource i consumed during the process.

The optimization problem is subject to the following constraints:

$$x_i \geq 0, \quad (2)$$

$$\sum_{i=k}^{l} c_i x_i \leq A, \quad (3)$$

$$\sum_{i=m}^{s} c_i x_i \geq B, \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^{n} c_i x_i \leq E_{max}, \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^{n} c_i x_i \geq E_{min}. \quad (6)$$

The physical and mathematical interpretations of the variables in equations (2) through (6) are as follows: *l,k,m,s*- represent the indices of the processes or installations that consume energy; E_{max}, E_{min} - denote the maximum and minimum permissible energy consumption levels at the plant, respectively.

Following the energy audit conducted in 2023 at the Fergana Flour Mill, data were collected on energy consumption for the primary and most energy-intensive processes. These results are outlined in the subsequent sections:

The data presented in Table 1 were utilized as input for the optimization process, implemented in Google Colab (colab.research.google.com) using Python libraries such as SciPy and PuLP.

Table 1. Initial data for optimization

Name of the process	Energy consumption (kWh) per ton (c_i)	Notes
Grain cleaning	2,25	Cleaning grain after the elevator
Moistening of grain	6,32	Calculated after hydration optimization as the minimum amount of energy
Drying grain	8,24	Conditioning after the elevator
Ventilation of industrial premises (per m^2)	8,26	Calculated according to statistical data for the last 5 years
Grain transportation	1,54	Intra-factory
Grinding grain	26,23	Average energy audit result for the previous year
Sifting flour	15,90	Average energy audit result for the previous year
Transportation of flour	2,46	Intra-factory
Flour packaging	6,28	Average energy audit result for the previous year
Heating of industrial premises (per m^2)	7,12	Calculated according to statistical data for the last 5 years
Total	81,60	

The results of the optimization are summarized in Table 2.

Table 2. Optimal energy consumption

Name of the process	Optimal energy consumption (kWh) per ton (c_i)
Grain cleaning	1,56
Moistening of grain	4,32
Drying grain	7,86
Ventilation of industrial premises (per m^2)	9,23
Grain transportation	2,10
Grinding grain	16,25
Sifting flour	12,56
Transportation of flour	1,85
Flour packaging	5,96
Heating of industrial premises (per m^2)	8,51
Total	70,20

A comparison of the final energy consumption values, both prior to and following the optimization process, indicates a reduction in energy consumption of approximately 10%.

Optimization of the hydration process

One of the critical processes in grain processing, which significantly impacts flour quality and is characterized by high energy consumption, is the hydration-moistening of grain prior to milling. As an initial step towards optimization, we have focused on optimizing this process, and the resulting

optimal value is presented in Table 1. Currently, advancements in physical and mathematical sciences, alongside information technologies, are being integrated into automated process control systems (APCS). Mathematical models for grain hydration have been developed, accounting for the heterogeneity and variability in the diffusion coefficients of different grain layers. This section exemplifies the optimization of one such energy-intensive process—the grain hydration stage prior to milling.

Methods of modeling and control of the hydration process

In the works [13-15], information systems have been developed that integrate effective mathematical models and corresponding numerical methods for their implementation. Wheat varieties used for milling exhibit a wide range of shapes, geometric dimensions, water absorption capacities, and other characteristics. Therefore, the task of refining mathematical models and automated process control systems (APCS) for different regions is crucial in ensuring the production of high-quality flour.

In our view, following an energy audit, it is essential to first optimize the most energy-intensive grain preparation processes before addressing the optimization of electricity distribution across the plant. Only after optimizing these processes should the overall energy supply system be optimized using appropriate methods.

For modeling hydration, we employed the Fick equations, which describe the diffusion of moisture within the grain, and adapted them to account for the hydration process in different wheat varieties. Key factors, such as the initial moisture content, geometric parameters, diffusion coefficients, and others, are considered in the model. The Fick equation includes the molecular diffusion coefficient, denoted as *D*. In classical applications, *D* is typically treated as a constant value. However, to enhance the accuracy of the hydration modeling process, it is preferable to represent *D* as a variable, considering the heterogeneity of the grain's shell material and internal volume. The diffusion coefficient values can be determined through experimental studies conducted in factory laboratories or by utilizing theoretical data from existing literature.

Wheat grain exhibits anisotropic properties, meaning it has varying physical and chemical properties in different directions. As a result, diffusion can be more complex and not strictly radial. In this study, we account for the grain’s layered structure, which consists of a distinct shell, endosperm, and germ, with moisture diffusion primarily occurring in the radial direction. This is particularly relevant when there is significant variation in diffusion resistance between the layers. The boundary between these layers is sharply defined, with different diffusion properties across the layers. As the grain is fully immersed in water during the hydration process, and the water uniformly contacts the grain's surface, radial diffusion is expected to be the dominant mode of moisture movement.

In the radial diffusion model of moisture in grain, the primary variables are the radial distance *r* and time *t*. These variables describe the changes in moisture concentration over time at various distances from the center of the grain.

Results and Discussion

Radial diffusion of moisture in grain

The main equations and conditions governing the mathematical model are presented as follows:

1. The equation for radial moisture diffusion within the grain is given by:

$$\frac{\partial C(r,t)}{\partial t}=D\left(\frac{\partial^2 C(r,t)}{\partial r^2}+\frac{2}{r}\frac{\partial C(r,t)}{\partial r}\right), \quad (7)$$

where, *C(r,t)* – represents the moisture concentration in the grain as a function of the radial distance *r* and time *t, D* is the diffusion coefficient of moisture in the grain.

2. Initial conditions: At the initial time t=0, the moisture concentration $C(r,0)$ within the grain can be specified as:

$$C(r,0)=C_0, \tag{8}$$

where, C_0 is the initial moisture concentration in the grain, defined as the moisture concentration upon receipt of the grain at the plant.

3. Boundary conditions: The boundary conditions are determined by the method through which moisture enters the grain. Typically, the grain is fully immersed in water, which allows us to apply the condition

$$C(R,t)=C_s, \tag{9}$$

where, R is the radius of the grain and C_s – is the moisture concentration at the grain surface

4. **Symmetry Condition at the Grain Center**: At the center of the grain, the following condition is imposed:

$$\frac{\partial C(0,t)}{\partial r} = 0. \tag{10}$$

which indicates that the moisture concentration gradient at the grain center is zero, implying that the center of the grain is a point of symmetry.

Thus, the system of equations and conditions (7)–(10) forms a complete model for the radial diffusion of moisture within the grain.

Implementation of the model by the Fourier method

To solve the system of equations (7)–(10), we employ the method of separation of variables, assuming that the solution takes the form:

$$\mathrm{C}(r,t) = U(r)T(t)\,. \tag{11}$$

Substituting equation (5) into equation (1), we obtain:

$$U(r)\frac{dT(t)}{dt} = D(\frac{d^2U(r)}{dr^2}T(t)+T(t)). \tag{12}$$

By separating the variables (7), we derive two distinct equations:

$$\frac{1}{DT(t)}\frac{dT(t)}{dt} = -\lambda, \tag{13}$$

$$\frac{1}{U(r)}\left(\frac{d^2U(r)}{dr^2} + \frac{2}{r}\frac{dU(r)}{dr}\right) = -\lambda, \tag{14}$$

where λ – denotes the eigenvalues associated with the Bessel function. Solution to equation (13):

$$T(t) = T_0 e^{-\lambda Dt}. \tag{15}$$

The solution to equation (8) is given by a Bessel function:

$$U(r) = AJ_0(\sqrt{\lambda}r) + BY_0(\sqrt{\lambda}r), \quad (16)$$

where J_0 и Y_0 - represent the Bessel functions of the first and second kinds, respectively. By applying the boundary conditions at the grain surface and at the center of the grain, specified in equations (9) and (10), we obtain:

$$C(R,t)=C_S\ ,\ U(r)T(t) = C_S, \frac{dU(0)}{dr} = 0. \quad (17)$$

Thus, the complete solution is expressed as the sum of all possible partial solutions:

$$C(r,t) = \sum_n A_n J_0(\sqrt{\lambda_n}r)e^{-\lambda_n Dt} \quad (18)$$

For a specific case, when the initial and boundary conditions are known, we can determine the values of λ_n and the constant A_n, allowing us to compute the distribution of moisture concentration both radially and over time.

The eigenvalues λ_n are determined as the squares of the zeros of the Bessel function J_0. The first few zeros of the Bessel function are:

$$\lambda_1 = (\frac{2.4048}{R})^2, \lambda_2 = (\frac{5.5200}{R})^2, \lambda_3 = (\frac{8.6537}{R})^2, \quad (19)$$

where *R*- is the radius of the grain cross-section at which the concentration distribution is calculated.

For use in subsequent calculations (18), the coefficients corresponding to the first three zeros of the Bessel function are given by:

$$A_1 = C_0 \frac{2}{2.4048RJ_1(2.4048)}, A_2 = C_0 \frac{2}{5.5200RJ_1(5.5200)}, A_3 = C_0 \frac{2}{8.6537RJ_1(8.6537)} \quad (20)$$

Fig. 1 illustrates the distribution of moisture concentration over time and across the grain layers. The experimental data are represented by the dots, while the solid lines correspond to the results obtained through the application of the model (7)–(10).

The total absolute error between the experimental data and the model's predictions does not exceed 0.05.

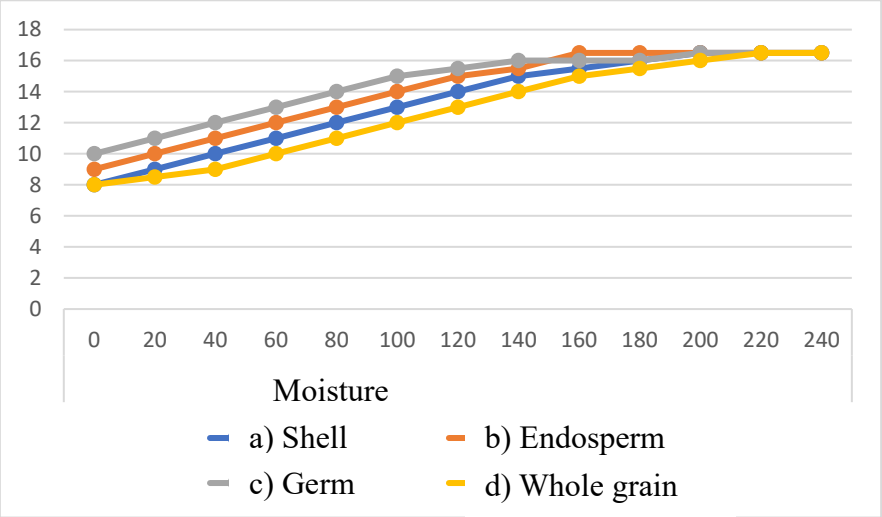


Fig. 1. Graphs depicting the temporal variation in moisture content of wheat grain across different regions: a) husk; b) endosperm; c) germ; d) whole grain.

Conclusion

Energy audits at industrial enterprises play a crucial role in identifying the most energy-intensive processes, such as grain hydration, milling, transportation, grain cleaning, as well as the operation of ventilation and microclimate control systems. These processes offer significant potential for optimization in terms of energy efficiency through the application of mathematical modeling and information technologies. In this study, the grain hydration process was optimized by developing a mathematical model, which was subsequently solved numerically to achieve the desired grain moisture concentration. Additionally, the optimal distribution of electricity across critical grain preparation processes was determined using linear programming techniques. The results of the optimization calculations indicate that energy savings of approximately 10% can be achieved solely through the optimization of energy distribution at the plant. The proposed linear programming algorithm, coupled with the developed computational program, enables the execution of numerical experiments under varying process data and parameter constraints. To further enhance the effectiveness of the proposed energy distribution optimization method at the flour mill, it is recommended to revise the constraints on process parameters to allow for more flexibility and to implement a series of organizational and technical measures aimed at optimizing the most energy-intensive processes.

References

1. Ivanov I.I., Petrov P.P. Optimizatsiya energopotrebleniya na predpriyatiyax pishevoy promishlennosti. Jurnal*"Energetika v promishlennosti ", 2021, tom 34,№5,s.12–19. (In Russian)*
2. Smirnov A.V., Kuznetsov M.N. Matematicheskoye modelirovaniye protsessov gidratatsii zerna. Jurnal *"Texnologii pishevoy industrii ", 2019, tom15, №3, s. 45–50. (In Russian)*
3. Sergeev V.V., Andreev D.D., Orlov I.I. Primeneniye lineynogo programmirovaniya dlya optimizatsii energozatrat. *Sbornik trudov Mejdunarodnoy nauchnoy konferensii "Energoeffektivniye texnologii", Moskva, 2020,s.128–135. (In Russian)*
4. Brown J., Smith T. Energy efficiency in milling processes.*Journal of Food Engineering,2020,vol.256,issue4,pp.135–143.*
5. Johnson R., Lee A. Optimization of Hydration Processes Using Diffusion Models. *Food and Bioprocess Technology, 2018, vol. 11, issue 6, pp. 2120–2130..*

6. Müller K., Schmidt H. Energy audit and optimization strategies in food processing plants.*Energy and Environmental Science, 2021, vol. 14, issue 9, pp. 5460–5472.*.
7. Chen W., Zhang L. Application of linear programming in resource allocation for milling industries. *Computers and Industrial Engineering, 2019, vol. 136, pp. 315–323.*
8. Garcia E., Perez R. Advanced methods for reducing energy consumption in grain processing. *Journal of Cleaner Production, 2020, vol. 258, pp. 120805.*
9. Hassan M., Ahmed S. Efficient energy utilization in milling and grain processing: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2018, vol. 81, pp. 349–361.*
10. Yang X., Wang J. Energy consumption optimization in grain hydration processes. *Food Science and Technology International, 2022, vol. 28, issue 2, pp. 112–124.*.
11. B. Ismailov, Kh. Ismailov, A. Urmatova, and T. Koyshieva, «Mathematical Modelling, Dynamic and Mass-Transfer Calculation of Gas-Drop Mixture in the Mass-Transfer Apparatus Multistage Channels», *Applied Mathematical Sciences,* vol. 8, no.92, pp.4561-4570, 2013, doi: 10.12988/ams.2014.46471.
12. B. Ismailov, Zh. Umarova, Kh. Ismailov, A. Dosmakanbetova, and S. Meldebekova. «Mathematical modeling and algorithm for calculation of thermocatalytic process of producing nanomaterial», *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science,* vol. 23, no. 3, pp. 1590~1601, 2021, doi: 10.11591/ijeecs.v23.i3
13. Zhou, Y.; Shang, W.; Hui, Y.; Shi, C.; Gao, J.; Zhang, Y.; Liu, J.; Cheng, D.; Zhu, K. Construction of an Accurate Wheat-Grain Model Based on X-ray Tomography and Bonding Parameters by Discrete Element. *Appl. Sci.* 2023, *13*, 9265. https://doi.org/10.3390/app13169265
14. Voicu, G.; Tudosie, E.-M.; Ungureanu, N. Some mechanical characteristics of wheat seeds Obtained by Uniaxial Compression Tests. UPB Sci. Bull. Ser. D Mech. Eng. 2013, 75, 265–278.
15. Barrer, G.N.; Mendez-Mendez, J.; Arzate-Vazquez, I.; Calderón-Domínguez, G.; Ribotta, P.D. Nano- and micromechanical properties of wheat grain by atomic force microscopy (AFM) and nano-indentation (IIT) and their relationship with the mechanical properties evaluated by uniaxial compression test. J. Cereal Sci. 2019, 90, 102830.
16. Urinboev A.A., Ismailov B.R. O problemax razrabotki ASU podgotovki zerna na mukomolnix kombinatax. Tr.Mejd.nauchn.-prakt.konf. «Auzovskiye chteniya– 22». Shimkent, 2024g., YUKIU im. M.Auezova, T.5., S.209-213 *(In Russian)*

Б.Р. Исмаилов[1*], Х.Б. Исмаилов[1], А.А. Уринбоев[2], Х.А. Мухторов[2]
[1]т.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
[1]т.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
[2]докторант, Ферғана мемлекеттік техникалық университеті, Ферғана, Өзбекстан
[2]магистрант, Ферғана мемлекеттік техникалық университеті, Ферғана, Өзбекстан
[*]**Корреспондент авторы:** ismailb@mail.ru

ЭНЕРГИЯНЫ КӨП ҚАЖЕТ ЕТЕТІН ҰНТАҚТАУ ПРОЦЕСТЕРІНДЕ ЭНЕРГИЯ ШЫҒЫНЫН МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Түйін

Бұл зерттеу алдын ала энергетикалық аудит нәтижелерін пайдалана отырып, ұн тарту кәсіпорындарында энергия тұтынуды азайту мәселесін қарастырады. Аудитте астықты ылғалдандыру, фрезерлеу, тасымалдау, астықты тазарту, сондай-ақ желдету және микроклиматты бақылау жүйелерінің жұмысын қоса алғанда, энергияны көп қажет ететін процестер анықталды. Зерттеу осы мақсатқа жету үшін математикалық модельдеу мен сызықтық бағдарламалау әдістерін қолдана отырып, ұн комбинатында астықты өңдеу кезінде энергияны тұтынуға бағытталған. Астықты ылғалдандырудың математикалық моделі сандық әдістерді қолдана отырып, екі өлшемді шеңберде жасалды және енгізілді. Энергияны көп қажет ететін процестерді оңтайландыру астықты фрезерлеудің

негізгі кезеңдеріне қатысты шектеулерді ескере отырып, сызықтық бағдарламалауда симплекс әдісін қолдану арқылы одан әрі жетілдірілді. Астықты ылғалдандыру процесі судың диффузиясының математикалық моделі арқылы оңтайландырылды, біркелкі ылғалдануды қамтамасыз етті, шамадан тыс ылғалдану немесе кептіру қаупін болдырмады және осылайша энергия шығынын барынша азайтты. Энергия шығынын талдау арқылы ресурстар процестер арасында жүйелі түрде қайта бөлініп, кәсіпорынның жалпы энергия тиімділігін арттырды. Ұсынылған оңтайландыру шаралары энергия тұтынудың едәуір төмендеуіне, электр энергиясының өзіндік құнының төмендеуіне, технологиялық операциялардың тұрақтылығы мен экологиялық тұрақтылығының жақсаруына әкелді. Нәтижелер алдын ала энергетикалық аудиттерді озық математикалық модельдеу және оңтайландыру әдістерімен біріктіру тамақ өнеркәсібінде энергия тиімділігін арттырудың тиімді стратегиясын құрайтынын көрсетеді.

Кілттік сөздер: Алдын ала энергетикалық аудит, энергияны оңтайландыру, ұн тарту процестері, математикалық модельдеу, сызықтық бағдарламалау, астықты ылғалдандыру, судың диффузиясы, энергия тиімділігін арттыру.

Б.Р. Исмаилов[1*], Х.Б. Исмаилов[1], А.А. Уринбоев[2], Х.А. Мухторов[2]
[1]д.т.н., профессор, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
[1]к.т.н., доцент, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
[2]докторант, Ферганский государственный технический университет, Фергана, Узбекистан
[2]магистрант, Ферганский государственный технический университет, Фергана, Узбекистан
[*]**Автор для корреспондента:** ismailb@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В ЭНЕРГОЕМКИХ ПРОЦЕССАХ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

Аннотация

Это исследование направлено на решение проблемы снижения энергопотребления на мукомольных предприятиях, используя результаты предварительного энергоаудита. В ходе аудита были выявлены наиболее энергоемкие процессы, включая увлажнение зерна, измельчение, транспортировку, очистку зерна, а также работу систем вентиляции и контроля микроклимата. Исследование сосредоточено на потреблении энергии при переработке зерна на мукомольном заводе, для достижения этой цели используются методы математического моделирования и линейного программирования. Математическая модель гидратации зерна была разработана и реализована в двумерном виде с использованием численных методов. Оптимизация энергоемких процессов была дополнительно усовершенствована благодаря применению симплекс-метода в линейном программировании, включающего ограничения, относящиеся к ключевым этапам измельчения зерна. Процесс увлажнения зерна был оптимизирован с помощью математической модели диффузии воды, что обеспечило равномерное увлажнение, исключив риск переувлажнения или сушки и, тем самым, минимизировав затраты энергии. Анализ энергопотребления позволил систематически перераспределять ресурсы между процессами, повышая общую энергоэффективность предприятия. Предложенные меры по оптимизации привели к значительному снижению энергопотребления, затрат на электроэнергию, а также повысили стабильность и экологическую устойчивость технологических операций. Полученные результаты демонстрируют, что сочетание предварительного энергетического аудита с передовыми методами математического моделирования и оптимизации представляет собой эффективную стратегию повышения энергоэффективности в пищевой промышленности.

Ключевые слова: Предварительный энергоаудит, оптимизация энергопотребления, процессы мукомольного производства, математическое моделирование, линейное программирование, гидратация зерна, диффузия воды, повышение энергоэффективности.

ӘОЖ 338.48:004 https://doi.org/10.54251/2616-6429.2025.04.0014nu

А.Т. Калбаева*, М.Ө. Әбдіқаш, П.А. Кожабекова, К.Ж. Рыскулбекова
т.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
магистрант, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
т.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
оқытушы, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
***Корреспондент авторы:** atkalbaeva@mail.ru

ҚОНАҚ ҮЙ СЕКТОРЫН ЦИФРЛАНДЫРУДЫҢ ҚАЗІРГІ ТЕНДЕНЦИЯЛАРЫ

Түйін

Мақалада экономиканы цифрландыру жағдайында қонақжайлылық индустриясын дамытудың ерекшеліктері және қонақ үй бизнесінде заманауи цифрлық технологияларды енгізудің негізгі бағыттары қарастырылады. Автоматтандыру процестері, бұлтты технологияларды, жасанды интеллектті, блокчейнді, SaaS модельдерін және маркетинг пен аналитикалық құралдарды қолдану талданады. Клиенттерге қызмет көрсету сапасын арттыруда мобильді қызметтердің, дауыстық көмекшілердің, виртуалды және Толықтырылған шындық технологияларының рөліне ерекше назар аударылады. Қауіпсіздік жүйелері, кассалық операцияларды талдау және қызметкерлердің сөйлеу сценарийлері арқылы басқару тиімділігін арттыру мүмкіндіктері қарастырылады. Сондай-ақ цифрландырудың ішкі бизнес-процестерді оңтайландыруға, операциялық шығындарды азайтуға, тұтынушыларға қызмет көрсету жылдамдығы мен дәлдігін арттыруға, тұтынушыларға жеке көзқарасты қалыптастыруға және қонақ үй кәсіпорнының имиджін жақсартуға әсері талқыланады. Цифрлық шешімдерді кешенді енгізу клиенттердің адалдығының өсуіне, бәсекеге қабілеттіліктің артуына және цифрлық экономика жағдайында Қонақжайлылық индустриясы кәсіпорындарының тұрақты дамуына ықпал етеді деген қорытындыға келді.

Кілттік сөздер: қонақжайлылық индустриясы, экономиканы цифрландыру, қонақ үй бизнесі, цифрлық технологиялар, автоматтандыру

Кіріспе. Қазіргі таңда экономиканы цифрландыру үдерісі қонақжайлылық индустриясының дамуына айтарлықтай ықпал етіп отыр. Заманауи цифрлық технологияларды енгізу қонақ үй кәсіпорындарының қызмет көрсету сапасын арттырып қана қоймай, ішкі басқару жүйелерін, клиенттермен өзара әрекеттесу тәсілдерін және бизнес-процестерді оңтайландыруға мүмкіндік береді. Автоматтандыру, мобильді сервистер мен сандық платформаларды қолдану қонақтардың жайлылығы мен қанағаттанушылығын арттырудың негізгі факторына айналуда.

Сонымен қатар, қонақ үй бизнесінде деректерді жинау мен талдауға негізделген шешімдер қабылдау маңыздылығы артып келеді. Аналитикалық жүйелер, қауіпсіздік технологиялары, жасанды интеллект және бұлтты сервистер қонақжайлылық индустриясында жаңа қызмет көрсету стандарттарын қалыптастырады. Осы мақалада қонақ үй кәсіпорындарында заманауи цифрлық технологияларды қолданудың негізгі бағыттары мен олардың тиімділігі талданады

Теориялық талдау. Бүгінгі таңда экономиканы цифрландыру процесі қонақжайлылық индустриясына айтарлықтай әсер етеді, атап айтқанда, заманауи технологияларды қолданумен байланысты қонақүйлерді автоматтандыру клиенттерге қызмет көрсету сапасын едәуір арттырады. Цифрландыру негізгі трендке айналуда, бұл қонақ үй қызметтерін тарату модельдерінде айқын көрінеді, сонымен қатар ішкі бизнес-процестерді автоматтандыру саласына белсенді түрде енеді (клиенттермен байланыс, топ ішіндегі тапсырмаларды бөлу, электрондық қалталар мен мәзірлер және т.б.). Нөмір қоры да, қоғамдық аймақтар да автоматтандырылады. Бүгінгі таңда заманауи қонақ үй-бұл клиенттердің ыңғайлылығы мен

жайлылығы үшін жасалған барлық орын [1].

Бірте-бірте цифрлық инновациялар қонақ үй қызметінің жаңа стандартына айналуда. Бірақ екі айқын тенденциядан басқа - қонақтарға арналған мобильді қызметтерді дамыту және гаджеттерге негізделген қызметтерді іске қосу, қонақүйлерді цифрландыру сонымен қатар аналитика мен қауіпсіздіктің жетілдірілген шешімдерін енгізуді қамтиды. POS жүйелері, қонақүйлердің сандық қауіпсіздік жүйелері келушілер туралы әртүрлі деректерді жинауға және талдауға жауап береді. Осы ақпаратты пайдалана отырып, қонақүйлер жиі келушілерді ынталандырып, тұтынушылардың мінез-құлқы туралы қорытынды жасай алады және олардың қалауы, жетілдірілген аналитиканы дайындау. Сандық қауіпсіздік жүйелері қоғамдық тыныштықтың ең аз бұзылуын қадағалап қана қоймай, мысалы, қосымша ақпарат бере алады. Мысалы, Marriott қонақүйлерінде жиі келушілерді анықтауға мүмкіндік беретін навигациялық маяктар бар (маяктар мұны Marriott қолданбасы орнатылған болса, пайдаланушылардың смартфондарына хабарласу арқылы жасайды). Мұндай қонақтарға жеңілдіктер мен арнайы қосымшалар жіберіледі.

Қазіргі уақытта тиімділігі туралы айтуға әлі ерте болатын инновациялар бар: олар имидждік компонентке көбірек қатысты, бірақ сонымен бірге клиенттерді тартады. Сонымен, қонақүйде Penghengspacecapsuleshotel, Қытайда Шэньчжэнь қабылдау және мейрамханадағы барлық қызметкерлер роботтармен ауыстырылды. Мүмкін, мұндай қызметтерді кеңінен енгізу ертеңгі күннің үрдісі емес, дегенмен қонақ үй бизнесі технологияларының дамуының белгілі бір заңдылықтары қазірдің өзінде айқын байқалады [2].

Экономиканы цифрландыру жағдайында қонақжайлылық индустриясы кәсіпорындарында заманауи технологияларды қолданудың негізгі тенденциялары 1-суретте көрсетілген. Оларды толығырақ қарастырайық. Бұлтты технологияны қолдану. Қазіргі уақытта қонақжайлылық индустриясының өсіп келе жатқан кәсіпорындары жергілікті серверлерді пайдалануды алмастыра отырып, осы технологияларға басымдық береді. Дәстүрлі технологиялардың негізгі кемшіліктеріне мыналар жатады: Жергілікті сервер жүйелік әкімшінің тұрақты қызмет көрсетуін талап етеді; есептеу ресурсының қажеттіліктері өскен жағдайда жаңа серверді сатып алу қажет; дерекқорға қол жеткізу мекеменің жергілікті желісімен шектеледі; қосылу жылдамдығы жергілікті провайдердің жылдамдығымен шектеледі және дерекқордың солтүстігіне кіретіндердің барлығына бөлінеді. Пайдалану бұлтты технология, керісінше, бірқатар артықшылықтарға ие: бұлтты серверге data орталығының мамандары қызмет көрсетеді; берілген есептеу қуатын өзгерту бағдарламалық жасақтама болып табылады және физикалық әрекеттерді қажет етпейді; дерекқорға кіру тек кіру құқығымен шектеледі (логин мен пароль); деректерге қол жеткізу жылдамдығы тек белгілі бір пайдаланушының қол жеткізу жылдамдығымен шектеледі; қол жетімділіктің үздіксіздігі, өйткені data орталығында бірнеше қайталанатын байланыс арналары және апаттық энергияны үнемдеу көздері бар [3].

Сурет 1 - Қонақжайлылық индустриясы кәсіпорындарында заманауи технологияларды қолданудың негізгі тенденциялары.

Жасанды интеллект. Бұл технологияны қолданудың мысалы ретінде қазірдің өзінде енгізілген "ақылды" нөмірлерді келтіруге болады (жасанды интеллект, жарық пен температураны реттейді, сонымен қатар клиентке өзінің сүйікті телешоуларын қосады - чи және сусындармен емдейді. Сондай-ақ, Жапонияда Батлер роботтарын қолдану сәтті деп танылды. Жасанды интеллект бірнеше ондаған тілдерді тануды тудырады. Сондай-ақ, қонақүйлерде клиенттердің әдеттерін зерттеу және олардың қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін клиенттердің смартфондарының орналасқан жерін қадағалайтын құрылғылар орнатылуы мүмкін, олар пайда болған кезде қызмет көрсету персоналына тиісті командаларды әзірлеу және ұсыну арқылы. Қоғамдық тамақтандыру кәсіпорындарының тиімділігін арттыруда жасанды интеллект бірдей маңызды рөл атқарады. Мысалы, курьерлік логистика курьердің келу уақытын талдауға мүмкіндік береді және ас үйге курьердің келуіне дейін оларды аяқтау үшін тамақ дайындауды бастауға бұйрық береді. Жасанды интеллектті пайдалану сонымен қатар мейрамхананың жұмысын талдауға, чек сомасы бойынша, жеңілдік картасын қолдану саны бойынша, чектерді жою және жою саны бойынша, оның құрамы бойынша қызметкерлерді теріс пайдалануды анықтауға мүмкіндік береді.

Блокчейн. Бұл технология "цифрлық ақша"көмегімен көрсетілген қызметтер үшін төлемдерді қабылдау үшін пайдаланылуы мүмкін. Қонақ үй клиенттерін блокчейнмен сәйкестендіру де жасалуы мүмкін [4].

SaaS (бағдарламалық жасақтама лицензияларын сатып алу схемасы). Дәстүрлі технологияларды пайдалану кезінде лицензиялар олардың қолданылу мерзімін шектемей біржолғы төлем арқылы сатып алынады. Сатып алынған лицензиялар үшінші тұлғаларға қайтарылмайды немесе сатылмайды. SaaS бағдарламалық жасақтамасының лицензияларын сатып алған жағдайда, қонақжайлылық индустриясының кәсіпорындары бірқатар артықшылықтарға ие болады, атап айтқанда: лицензиялар ай сайын төленеді, бұл біржолғы инвестицияларды айтарлықтай төмендетеді; Қонақжайлылық индустриясы кәсіпорнының тұжырымдамасы өзгерген жағдайда, ақылы лицензиялардың құрамын өзгерту мүмкіндігі бар.

Жарнамалық технологиялар(сандық көмекшілер, наноблогерлер, әлеуметтік желілердегі чатбот). Қонақжайлылық индустриясының барлық дерлік кәсіпорындары белгілі бір бизнес мәселелерін шешу үшін чатботтарды пайдалану туралы ойлана бастады. Әдетте, бұл технология клиенттердің жиі қойылатын сұрақтарына автоматты түрде жауап беру үшін

қолданылады; техникалық қолдаудың бірінші желісі ретінде; сайттағы WhatsApp арқылы кеңес беру; сауалнамалар мен конкурстар өткізу. Қазіргі уақытта әртүрлі блогерлерде жарнама жиі қолданылады, ал Қонақжайлылық индустриясы кәсіпорындарының блогерлерге емес өтініштері ең танымал бола бастайды "миллионерлерге", ал наноблогерлерге (жазылушылар саны 10 мың адаммен шектелетін блогерлер) бұл мақсатты аудиторияға әсер етудің жоғары көрсеткішімен байланысты.

Толықтырылған шындық технологиялары. Саяхат сатып алуды ынталандыру үшін (қонақүй бөлмесінде болу әсері, сондай-ақ виртуалды шындық гарнитурасы арқылы қоршаған орта мен жергілікті қызметтерді көрсету). Сондай - ақ, виртуалды және толыққанды шындық, соның ішінде және тактильді сезімдермен цифрлық консьерждер клиентке әртүрлі мәселелер мен демалыс түрлері бойынша ұсыныстар беру үшін жүзеге асыра алады (мысалы, клиентке виртуалды және кеңейтілген шындық технологияларын қолдана отырып, аквалангпен жүзу мүмкіндігін беру [5].

Ашық бағдарламалық өнімдердің пайда болуы-Application Programming Interface, API. Арасындағы интеграцияны қамтамасыз ету үшін пайдалануға болады қонақ үйлерде қолданылатын әртүрлі технологиялық жүйелер. API қонақүйдің бір технологиялық жүйесіне автоматты түрде (яғни қонақүй қызметкерлерінің қатысуынсыз) басқа технологиялық жүйемен өзара әрекеттесуге және оның функционалдығына қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Кассалық операцияларды талдау. Бұл технологияның негізгі міндеттері: кәсіпорынның бейне мұрағатын талдау, персоналдың іс-әрекеттерін есепке алу жүйесінің операцияларын есепке алу журналымен салыстыру, персоналдың мінез-құлық нормаларын сақтауын талдау, теріс пайдалануды азайту. Нәтижесі-бұзушылықтарды егжей-тегжейлі талдау, бұзушылықтарды санаттау, бұзушылықтарға қарсы іс-қимыл шараларын әзірлеу, қызметкерлерді оқыту.

Сөйлеу сценарийлерін талдау. Бұл технологияның негізгі міндеттері: қызметкерлердің сөйлесулерін аудиожазу, қызметкерлердің мінез-құлық нормалары мен дұрыс технологияларды сақтауын талдау, ең жақсы сатылымдарды анықтауды талдау, ең жақсы тәжірибелерді анықтау, Қызмет көрсету уақытын қысқарту. Нәтижесі-сату тиімділігінің артуы, клиенттердің адалдығы мен қанағаттанушылығының артуы, сапаны жоғалтпай қызмет көрсету шығындарының төмендеуі, мінез-құлық анаитикасы..

Клиенттің жеке басын анықтау және растау үшін қолданылады. Сервисте тіркелу кезінде бетті сканерлеу технологиясы. Мысалы, төлем үшін кассада орнатылған камераны қарау жеткілікті болуы мүмкін. Бұл технологияны қолданудың нәтижесі әмияндарсыз және банктік карталарсыз төлеу, клиенттерге қызмет көрсету жылдамдығын арттыру, қауіпсіздіктің жоғары деңгейі болып табылады.

Дауыстық көмекшілерді пайдалану. Мысал ретінде қазір Marriott қонақүйлер желісі сынақтан өтіп жатқан Alexa for Hospitality дауыстық көмекшісін (әзірге тестілеу режимінде) пайдалануға болады. Дауыстық көмекшіні іске асыру үшін әр нөмірде орналасқан Echo-ның" ақылды динамиктері " қолданылады. Дауыстық көмекші тұтынушыға қонақүй туралы барлық қажетті ақпаратты алуға, бөлмеден қызметтерге тапсырыс беруге, әртүрлі нысандар (мысалы, фитнес орталықтары, қонақ үй жанындағы бассейндер) туралы ақпаратты білуге, консьержге немесе қабылдау бөлмесіне хабарласуға мүмкіндік береді. Сондай - ақ, go-VOC көмекшісін "ақылды" техниканы басқаруға теңшеуге болады: ауа температурасын реттеу, жарықтандыру, перделерді көтеру және түсіру, музыка ойнату және Теледидарды басқару [6].

Қызметтерді Аутсорсинг. Қазіргі уақытта бұл технология қонақжайлылық индустриясының кәсіпорындарында кеңінен таралуда. Бұл технологияның артықшылықтарына мыналар жатады: қызметкерлер бір-бірін алмастырады, бұл көрсетілетін қызметтердің үздіксіздігін қамтамасыз етеді; қызметкерлердің біліктілігі, әдетте, нарықтағы орташа деңгейден немесе орташа жалдаушының мүмкіндігінен жоғары; тек қызметтердің

құны төленеді, бағдарламаларды сатып алу және жаңарту Тапсырыс берушіге қатысты емес; қызметтерге ақы төлеу шығындары Қонақжайлылық индустриясы кәсіпорнының шығын базасын ұлғайтуға негізделеді, бұл табыс салығын азайтады.

Нәтижелер мен талқылау. Жүргізілген талдау нәтижелері қонақжайлылық индустриясында цифрлық технологияларды кешенді түрде енгізу қызмет көрсету сапасын едәуір арттыратынын көрсетті. Бұлтты технологиялар мен SaaS-модельдер ақпараттық жүйелердің икемділігін қамтамасыз етсе, жасанды интеллект пен аналитикалық құралдар клиенттердің мінез-құлқын тереңірек зерттеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, POS жүйелері, кассалық операцияларды және сөйлеу сценарийлерін талдау кәсіпорындардың қаржылық тәртібін күшейтіп, персонал жұмысының тиімділігін арттырады [7].

Талқылау барысында цифрландырудың қонақжайлылық индустриясында тек технологиялық емес, сонымен қатар стратегиялық маңызға ие екені анықталды. Дауыстық көмекшілер, толықтырылған шындық, API негізіндегі жүйелер мен аутсорсинг қызметтері қонақ үй бизнесінің бәсекеге қабілеттілігін арттырып, клиенттермен өзара әрекеттесудің жаңа форматтарын қалыптастырады. Нәтижесінде, цифрлық технологияларды тиімді пайдалану қонақ үй кәсіпорындарына нарықтағы тұрақты дамуды қамтамасыз етуге және тұтынушылардың адалдығын арттыруға мүмкіндік береді.

Қорытынды. Осылайша, қонақ үй бизнесі заманауи цифрлық технологияларды сәтті игеруде. Қонақжайлылық индустриясының клиенттері қазіргі уақытта мобильді құрылғыларды пайдалануда жеткілікті үлкен тәжірибеге ие. Бұл платформалар қонақүйлер мен олардың қонақтары арасындағы негізгі байланыс арналарының біріне айналды. Сандық маркетинг қонақ үй мен желінің негізгі байланыс арнасына айналады. Бұл ретте деректерді үздіксіз жинау, өңдеу, талдау және жинақтау жөніндегі міндеттерді орындау ғана Қонақжайлылық индустриясы кәсіпорындарының басшылығына өзінің негізгі мақсаттарының біріне – өз клиенттерін жақсы түсінуге және олармен өзара іс-қимыл жасауға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

1. Ушаков Д. В. Управление качеством в гостиничном бизнесе. — Москва: Проспект, 2020. — 240 с.
2. Чистякова Е. А. Big Data в гостиничной индустрии. — Новосибирск: СибАК, 2021. — 192 с.
3. Иванов С. А. Управление гостиничным бизнесом: учебное пособие / С. А. Иванов. — М.: КноРус, 2022. — 312 с.
4. Дьяконова И. А. Цифровая трансформация гостиничного бизнеса / И. А. Дьяконова // Сервис в России и за рубежом. — 2021. — Т. 15, № 1. — С. 27–34.
5. Карасева Е. Н. Информационные технологии в индустрии гостеприимства: монография / Е. Н. Карасева. — СПб.: Питер, 2023. — 198 с.
6. Buhalis D. Smart tourism: foundations and developments / D. Buhalis, S. Amaranggana // International Journal of Tourism Cities. — 2020. — Vol. 6, No. 2. — P. 120–134.
7. Федорова М. В. Использование цифровых решений в управлении гостиничными предприятиями / М. В. Федорова // Вестник Санкт-Петербургского университета. Управление. — 2022. — № 4. — С. 54–62.

References

1. Ushakov D. V. Upravlenie kachestvom v gostinichnom biznese. — Moskva: Prospekt, 2020. — 240 s.
2. Chistjakova E. A. Big Data v gostinichnoj industrii. — Novosibirsk: SibAK, 2021. — 192 s.
3. Ivanov S. A. Upravlenie gostinichnym biznesom: uchebnoe posobie / S. A. Ivanov. — M.: KnoRus, 2022. — 312 s.

4. D'jakonova I. A. Cifrovaja transformacija gostinichnogo biznesa / I. A. D'jakonova // Servis v Rossii i za rubezhom. — 2021. — T. 15, № 1. — S. 27–34.
5. Karaseva E. N. Informacionnye tehnologii v industrii gostepriimstva: monografija / E. N. Karaseva. — SPb.: Piter, 2023. — 198 s.
6. Buhalis D. Smart tourism: foundations and developments / D. Buhalis, S. Amaranggana // International Journal of Tourism Cities. — 2020. — Vol. 6, No. 2. — P. 120–134.
7. Fedorova M. V. Ispol'zovanie cifrovyh reshenij v upravlenii gostinichnymi predprijatijami / M. V. Fedorova // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Upravlenie. — 2022. — № 4. — S. 54–62.

А.Т. Калбаева*, М.Ө. Әбдіқаш, П.А. Кожабекова, К.Ж. Рыскулбекова
к.т.н., доцент, ЮКУ имени М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
магистрант, ЮКУ имени М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
к.т.н., доцент, ЮКУ имени М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
преподаватель, ЮКУ имени М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
***Автор для корреспонденции:** atkalbaeva@mail.ru

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ЦИФРОВИЗАЦИИ ГОСТИНИЧНОГО СЕКТОРА

Аннотация

В статье рассматриваются особенности развития индустрии гостеприимства в условиях цифровизации экономики и основные направления внедрения современных цифровых технологий в гостиничном бизнесе. Проанализированы процессы автоматизации, использование облачных технологий, искусственного интеллекта, блокчейна, SaaS-моделей, а также маркетинговых и аналитических инструментов. Особое внимание уделено роли мобильных сервисов, голосовых помощников, технологий виртуальной и дополненной реальности в повышении качества обслуживания клиентов. Рассматриваются возможности повышения эффективности управления за счет систем безопасности, анализа кассовых операций и речевых сценариев персонала. Также обсуждается влияние цифровизации на оптимизацию внутренних бизнес-процессов, сокращение операционных затрат, повышение скорости и точности обслуживания клиентов, формирование персонализированного подхода к потребителям и улучшение имиджа гостиничного предприятия. Сделан вывод о том, что комплексное внедрение цифровых решений способствует росту лояльности клиентов, повышению конкурентоспособности и устойчивому развитию предприятий индустрии гостеприимства в условиях цифровой экономики.

Ключевые слова: индустрия гостеприимства, цифровизация экономики, гостиничный бизнес, цифровые технологии, автоматизация

A.T. Kalbayeva*, M.O. Abdikash, P.A. Kozhabekova, K.J. Ryskulbekova
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, M.Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
Master's student, M.Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, M.Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
lecturer, M.Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
***Corresponding author's email:** atkalbaeva@mail.ru

CURRENT TRENDS IN THE DIGITALIZATION OF THE HOTEL SECTOR

Abstract

The article examines the features of the development of the hospitality industry in the context of the digitalization of the economy and the main directions of the introduction of modern digital technologies in the hotel business. Automation processes, the use of cloud technologies, artificial intelligence, blockchain, SaaS

models, as well as marketing and analytical tools are analyzed. Special attention is paid to the role of mobile services, voice assistants, virtual and augmented reality technologies in improving the quality of customer service. The possibilities of increasing the efficiency of management through security systems, analysis of cash transactions and speech scenarios of personnel are considered. The impact of digitalization on optimizing internal business processes, reducing operating costs, increasing the speed and accuracy of customer service, creating a personalized approach to consumers and improving the image of the hotel company is also discussed. It is concluded that the integrated implementation of digital solutions contributes to the growth of customer loyalty, increased competitiveness and sustainable development of hospitality industry enterprises in the digital economy.

Keywords: hospitality industry, digitalization of economy, hotel business, digital technologies, automation

УДК 004.415.2 https://doi.org/10.54251/2616-6429.2025.04.0015nu

Т.Т. Оспанова*, Р.Н. Сериков
к.т.н., доцент, ЕНУ им. Л.Н. Гумилёва, Астана, Казахстан
магистрант, ЕНУ им. Л.Н. Гумилёва, Астана, Казахстан
***Автор для корреспонденции:** tleu2009@mail.ru

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ГОРОДСКОГО ТАКСИ НА ОСНОВЕ FASTAPI

Аннотация

В статье рассматривается разработка информационной системы городского такси и результаты экспериментальной проверки её основных функциональных возможностей. Система реализована с использованием FastAPI и PostgreSQL, что позволило автоматизировать ключевые процессы: регистрацию пользователей, создание заказов, назначение водителей и обработку геолокационных данных в реальном времени. Для определения ближайшего водителя применяется метод вычисления геодезического расстояния, обеспечивающий достаточную точность при городских перемещениях. Механизм управления статусами водителей продемонстрировал устойчивость и корректность переходов между состояниями в ходе экспериментов. Полученные результаты подтвердили эффективность предложенной архитектуры и показали её потенциал для дальнейшего развития, включая расширение функционала, интеграцию аналитических модулей и использование методов оптимизации маршрутов. Представленная система может служить основой для построения полнофункциональных сервисов городского такси.

Ключевые слова: информационная система, городское такси, FastAPI, геолокация, PostgreSQL, оптимизация распределения, цифровые сервисы.

Введение

В условиях цифровизации городских транспортных систем возрастает потребность в программных платформах, обеспечивающих оперативное назначение водителей, снижение времени ожидания пассажиров и оптимизацию логистических процессов. Сервисы такси являются одним из наиболее востребованных видов интеллектуальных транспортных систем, в которых ключевую роль играет корректная обработка геолокационных данных и эффективное распределение транспортных ресурсов.

Современные исследования показывают, что задачи выбора оптимального водителя, формирования маршрутов и минимизации временных затрат относятся к классу NP-трудных проблем, требующих разработки приближённых алгоритмов и адаптивных архитектур. Несмотря на значительное внимание к оптимизационным методам, практическая реализация прикладных информационных систем, интегрирующих эти методы в реальную инфраструктуру, освещена ограниченно.

Целью данной работы является разработка академически обоснованного прототипа информационной системы городского такси, включающего архитектуру, алгоритмы, экспериментальную проверку и обзор применяемых исследовательских подходов.

Теоретический анализ

Исследования в области интеллектуальных транспортных систем охватывают широкий спектр задач — от оптимизации маршрутов до моделирования динамики спроса и распределения транспортных средств. Существенный вклад в развитие моделей коллективного использования такси внесён в работе Y. Cao, где предложена оптимизационная модель маршрутизации для ride-hailing с учётом как интересов системы, так и справедливого распределения выгод между участниками [1]. Модель рассматривает ограничения по

вместимости, временным окнам и выгоде водителей и пассажиров, а решение задачи осуществляется с помощью генетического алгоритма.

Другим направлением является учёт социальных факторов и структуры маршрута при формировании совпадений. В работе O. F. Aydin предложен алгоритм ride-sharing, который использует разбиение маршрута на сегменты и вводит показатель социальной совместимости участников (пол, возраст, род занятий, готовность к совместным поездкам) [2]. Показано, что использование разбиения маршрутов и социальных параметров позволяет увеличить число совпадений при дефиците водителей.

С точки зрения алгоритмической сложности проблема распределения поездок формализуется как комбинаторная оптимизационная задача. X. Bei и S. Zhang рассматривают постановку trip–vehicle assignment и показывают, что задача является NP-трудной, предлагая приближённый алгоритм с теоретической оценкой 2,5 и эмпирическим приближением порядка 1,1–1,2 на синтетических данных [3]. Эти результаты подтверждают, что даже относительно простые стратегии выбора ближайшего водителя могут обладать высокой практической эффективностью.

Архитектурные и организационные аспекты систем такси исследуются в рамках мультиагентных моделей. В работе A. Alshamsi городская территория рассматривается как множество взаимодействующих агентов, представляющих районы, которые самостоятельно перераспределяют свободные автомобили. Показано, что самоорганизующаяся система позволяет снизить среднее время ожидания пассажиров по сравнению с традиционными статическими схемами [4].

Экономические особенности сервисов такси и ride-hailing подробно анализируются J. Angrist, которые сравнивают комиссионную модель вознаграждения водителей в Uber с классической арендной схемой традиционного такси [5]. Авторы показывают, что пропорциональная комиссия и отсутствие фиксированной аренды делают работу в цифровой платформе более привлекательной для водителей с низкой и средней загрузкой, что важно учитывать при проектировании новых систем.

Точность работы алгоритмов распределения во многом зависит от корректности геолокационных данных. В исследованиях по IP-геолокации и самонастраивающимся моделям позиционирования показывается, что корректировка координат и использование гибридных методов позволяет повысить точность определения местоположения и, как следствие, улучшить качество маршрутизации и расчёта расстояний [6]. Это особенно актуально для систем, где расстояние между водителем и пассажиром является ключевым параметром при назначении.

Наконец, обобщающие работы по динамическому ride-sharing и оптимизации маршрутов отмечают, что для реальных городских систем необходим баланс между сложностью алгоритмов и возможностью их внедрения в прикладные программные решения [7]. В этом контексте разработка лёгких и расширяемых архитектур серверной части, основанных на современных веб-фреймворках и СУБД, представляет собой важное направление, к которому относится и разрабатываемая в данной статье система.

Материалы и методы

Разработка информационной системы городского такси опирается на сочетание современных веб-технологий, методов обработки геолокационных данных и алгоритмов распределения транспортных ресурсов. Архитектура сервиса включает серверную часть, реализованную на FastAPI, реляционную базу данных PostgreSQL, а также набор REST-интерфейсов, обеспечивающих взаимодействие между клиентскими приложениями водителей и пассажиров. Данный раздел описывает структурную организацию системы и методы, применяемые при обработке данных.

Архитектура системы

Система построена по принципу клиент–серверного взаимодействия. Серверная часть реализует функциональные модули: регистрацию пользователей, авторизацию, создание заказов, назначение водителей, обновление координат, завершение поездок и хранение данных. Логика системы разделена следующим образом:

1. **Модуль пользователей.**
2. Отвечает за создание и аутентификацию двух категорий пользователей — водителей и пассажиров. Пароли хранятся в хэшированном виде с использованием устойчивого криптографического алгоритма bcrypt, что повышает безопасность учётных данных.
3. **Модуль заказов.**
4. Обеспечивает создание нового заказа, проверку наличия активных поездок и сохранение параметров: координаты отправления и назначения, время создания, статус обработки и идентификатор назначенного водителя.
5. **Модуль обработки геолокации.**
6. Для вычисления расстояния между участниками используется метод geodesic библиотеки *geopy*, основанный на эллипсоидальной модели Земли. Такой подход обеспечивает высокую точность при расчёте расстояний на небольших и средних участках пути, что соответствует требованиям систем такси. Методы коррекции геолокации и важность точности координат обоснованы в исследовании [6].
7. **Модуль назначения водителя.**
8. Реализация опирается на выбор водителя с минимальным расстоянием до пассажира, что соответствует приближённому решению задачи trip–vehicle assignment, описанной в работах [1–3]. Такой метод обеспечивает высокую вычислительную эффективность и надёжен для систем с малым и средним количеством водителей.
9. **Модуль управления статусами.**
10. Система отслеживает состояния водителей: *online, offline, free, busy*. После завершения поездки статус водителя автоматически меняется на *free*, что позволяет обеспечить непрерывное обновление пула доступных транспортных средств.

Структура базы данных

База данных включает три основные таблицы:

- **drivers** — хранит данные о водителях, включая их текущее местоположение и статус;
- **passengers** — содержит информацию о пассажирах;
- **orders** — фиксирует параметры заказа, включая координаты, назначенного водителя, стоимость и время завершения.

Связи между таблицами реализованы через внешние ключи: один пассажир может создавать множество заказов, один водитель может выполнять множество поездок, но только последовательно. Такая реляционная структура типична для транспортных систем и позволяет эффективно выполнять выборки по активным заказам и состояниям участников.

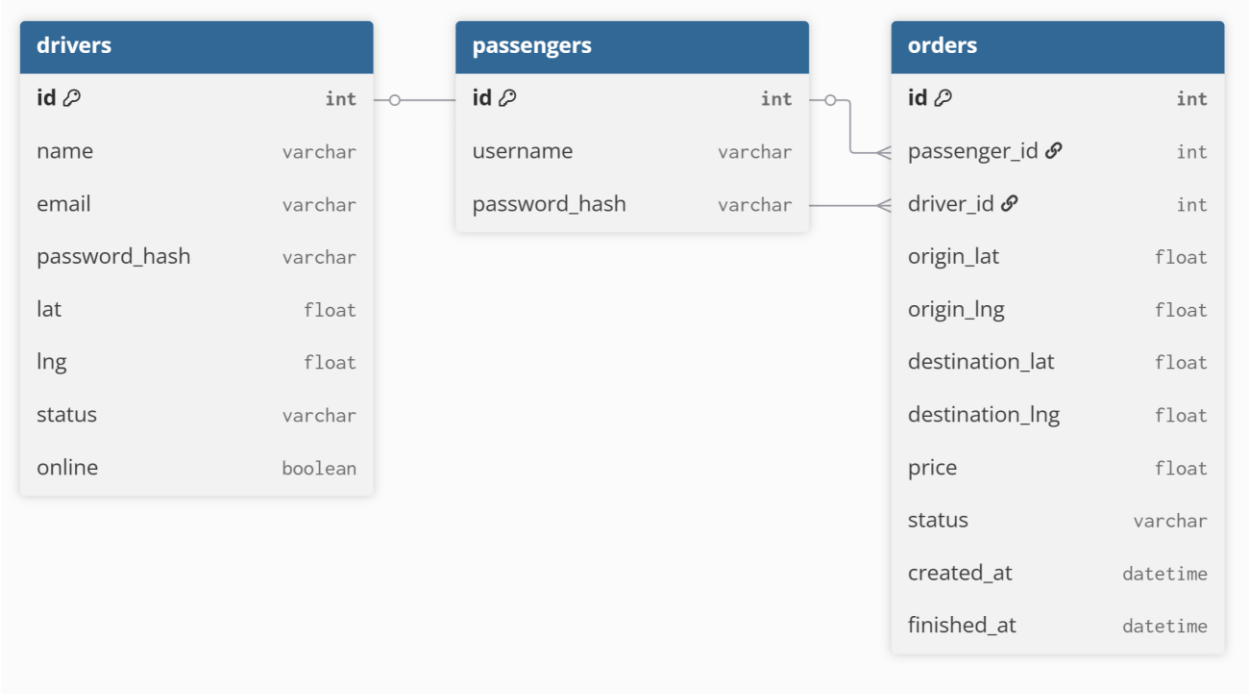


Рисунок 1 – ER-диаграмма базы данных системы городского такси.

Модель назначения водителя

Задача назначения решается на основе минимизации расстояния между пассажиром и каждым доступным водителем. Формально алгоритм определяется выражением:

$$Assign(p) = \arg\min_{d \in D_{free}} D(d_{loc}, p_{loc})$$

где D_{free} — множество свободных водителей,
d_{loc} — координаты водителя,
p_{loc}— координаты пассажира,
$D(\cdot)$ — расстояние, вычисляемое с использованием Google Distance Matrix API.

Подобные модели минимизации описаны в работах [1], [3], а также используются в многоагентных подходах [4]. В отличие от сложных оптимизационных алгоритмов, данный метод обладает линейной вычислительной сложностью и позволяет назначить водителя в режиме реального времени даже при значительном количестве активных пользователей.

Технологическая платформа

Система разработана на основе следующих технологий:

- **FastAPI** — асинхронный фреймворк, обеспечивающий высокую скорость обработки запросов и автоматическую генерацию документации.
- **PostgreSQL** — реляционная СУБД, обеспечивающая транзакционность операций.
- **SQLAlchemy** — ORM-слой, обеспечивающий связь между Python-кодом и базой данных.
- **geopy** — библиотека для точного вычисления расстояний между географическими точками.
- **bcrypt** — криптографическая библиотека для безопасного хранения паролей.

Выбор этих инструментов обусловлен их устойчивостью, открытостью и широким применением в промышленной разработке.

Экспериментальная часть

Экспериментальная часть исследования направлена на проверку корректности работы разработанной информационной системы, включая логику создания заказов, авторизации, назначения водителей, обработки геолокационных данных и обновления состояний участников. Все эксперименты проводились в контролируемой среде с использованием инструментов Insomnia для отправки HTTP-запросов и pgAdmin для наблюдения за состоянием базы данных PostgreSQL.

1. Экспериментальная среда

Система развернута локально и функционирует под управлением FastAPI. База данных PostgreSQL содержит три таблицы: *drivers*, *passengers* и *orders*, структурированные для обеспечения целостности данных и корректного выполнения запросов. Для имитации сценариев работы сервиса были созданы тестовые аккаунты водителей и пассажиров.

Сервер предоставляет REST-интерфейс, что позволяет проводить эксперименты в форме последовательных HTTP-запросов, отражающих реальные действия пользователей.

2. Проверка регистрации и авторизации

Эксперименты начались с тестирования механизмов регистрации и входа. Запросы выполнялись методом:

POST /auth/register

POST /auth/login

Система корректно обрабатывала регистрацию пассажиров и водителей, создавая записи в базе данных и хэшируя пароли с использованием bcrypt. При авторизации водителей дополнительно изменялся статус: *online = True*, *status = "free"*, что позволяло включить их в пул доступных для назначения.

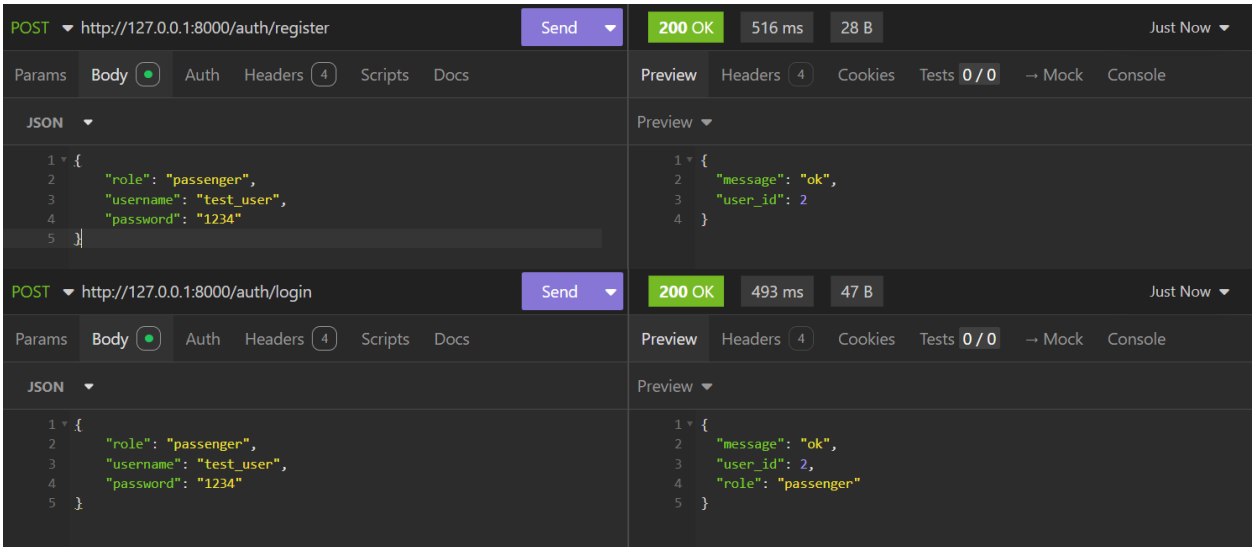


Рисунок 2 — Пример выполнения запросов регистрации и авторизации.

Проверка конкурсных ситуаций (неверный пароль, несуществующий пользователь) показала корректную генерацию исключений и возврат HTTP-ошибок.

3. Создание заказа пассажиром

Создание нового заказа осуществлялось с помощью запроса:

POST /order/create

Пассажир передавал координаты начала и конца пути. Система выполняла следующие проверки:

1. наличие пассажира в базе;
2. отсутствие активного заказа со статусом, отличным от *finished*;
3. корректность координат;
4. создание записи в таблице *orders*.

При успешном создании заказ фиксировался в базе со статусом *waiting*.

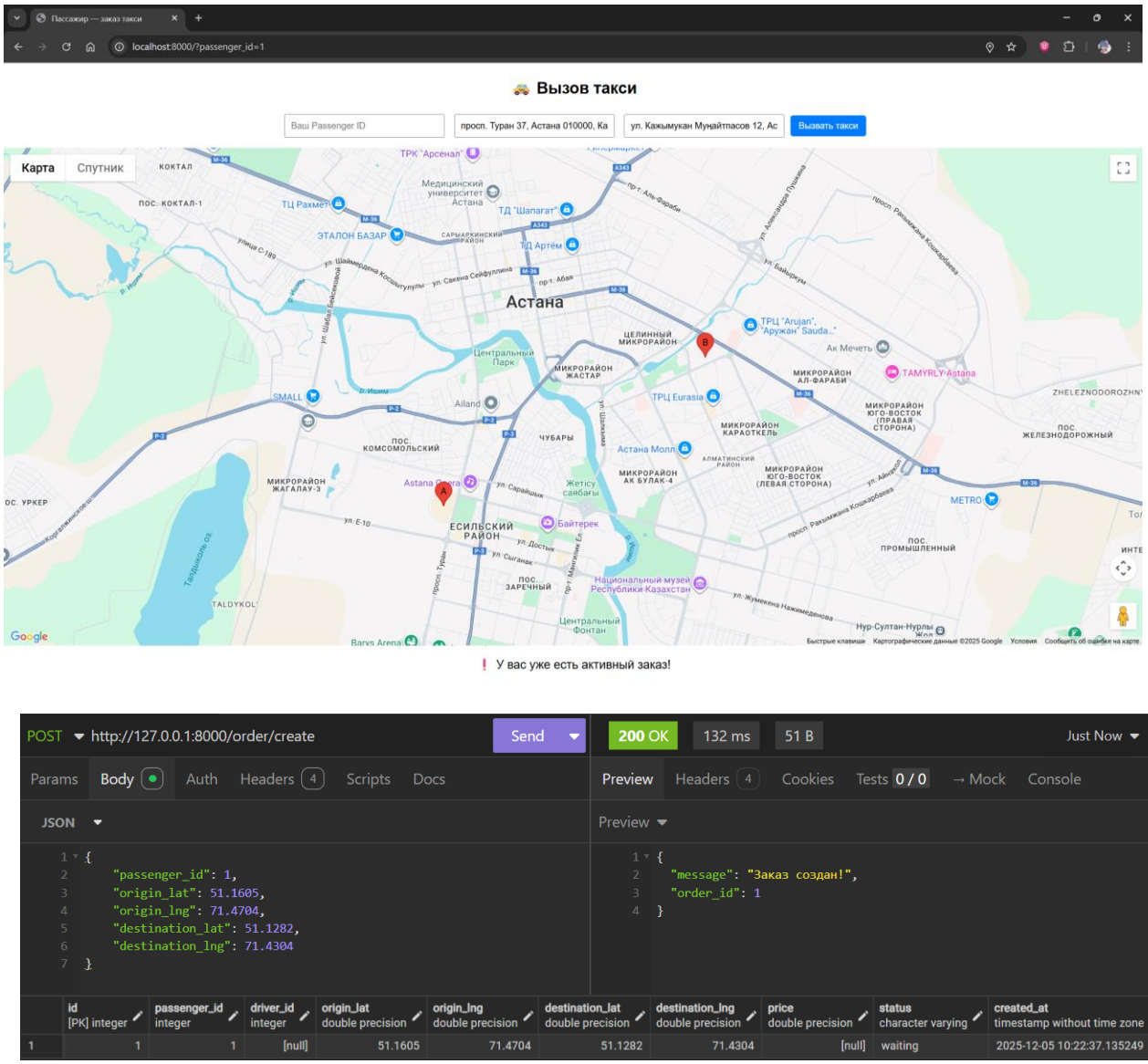


Рисунок 3 — Создание нового заказа и запись в таблице orders.

4. Тестирование алгоритма назначения водителя

Алгоритм назначения водителя проверялся последовательным вызовом метода:
GET /order/find_driver/{order_id}

Система выполняет выбор ближайшего водителя среди тех, кто имеет статус *free* и находится онлайн. Расстояние вычисляется по геодезической метрике:

$$D = geodesic((lat_d, lng_d), (lat_p, lng_p))$$

Если заказ ещё не назначен, система:

1. формирует множество доступных водителей;
2. вычисляет расстояние до каждого;
3. выбирает минимум;
4. обновляет статус водителя на *busy*;
5. сохраняет стоимость поездки в таблицу *orders*.

Стоимость определялась по формуле:

$$Price = \max(500,\ 150 \cdot D)$$

что соответствует тарифной модели прототипа.

Повторные вызовы метода возвращали уже назначенного водителя, что подтверждало устойчивость состояния заказа.

5. Изменение геолокации водителя

Механизм обновления координат тестировался запросом:

POST /drivers/{driver_id}/location

В ходе эксперимента координаты изменялись вручную, чтобы оценить реакцию системы при повторном поиске водителя. Система корректно обновляла значения в таблице *drivers*, что приводило к изменению ближайшего водителя при повторных запросах поиска.

Эксперимент подтвердил стабильную работу механизма динамической геолокации.

6. Завершение поездки

Функция завершения заказа проверялась методом:

PATCH /drivers/{driver_id}/finish

Система:

1. находила активный заказ, назначенный водителю;
2. изменяла статус заказа на *finished*;
3. фиксировала время завершения;
4. возвращала статус водителя к *free*.

Проверка в pgAdmin показала корректное обновление всех связанных полей, отсутствие рассинхронизации статусов и возможность немедленного принятия новых заказов.

7. Наблюдение за состоянием базы данных

В ходе всех экспериментов структура и содержимое таблиц отслеживались через pgAdmin. Особое внимание уделялось:

- корректности статусов водителей (*online*, *free*, *busy*),
- отсутствию более одного активного заказа у пассажира,
- точности расчёта расстояния и сохраняемой стоимости,
- корректности внешних ключей между *orders* и *drivers/passengers*.

	id [PK] integer	passenger_id integer	driver_id integer	origin_lat double precision	origin_lng double precision	destination_lat double precision	destination_lng double precision	price double precision	status character varying	created_at timestamp without time zone
1	1	1	[null]	51.1325301	71.40373029999999	51.1565232	71.47104519999999	[null]	waiting	2025-12-05 04:21:27.86063
2	2	2	[null]	51.1605	71.4704	51.1282	71.4304	[null]	waiting	2025-12-05 04:39:14.398692

Рисунок 4 — Фрагмент таблицы orders после выполнения запросов.

Вывод по экспериментальной части

Все тесты показали:

- устойчивую работу REST-интерфейсов;
- корректное назначение водителей по минимальному расстоянию;
- корректное обновление координат;
- правильную логику завершения заказов;
- отсутствие логических ошибок в переходах состояний.

Система демонстрирует стабильность и готовность к дальнейшему расширению, включая добавление динамической маршрутизации, визуализации положения водителей и интеграции дополнительных тарифных моделей.

Результаты и их обсуждение

Результаты экспериментов подтвердили корректность работы ключевых компонентов информационной системы городского такси и показали применимость выбранных алгоритмов распределения и обработки геолокационных данных. Серверная часть стабильно выполняла все этапы жизненного цикла заказа — от его создания до завершения поездки.

Механизмы регистрации и авторизации показали устойчивость: система корректно обрабатывала роли пользователей, обеспечивала безопасное хранение данных и правильное изменение статуса водителя при входе. Создание заказов также прошло без логических конфликтов: пассажир не мог иметь более одного активного заказа, а статусы корректно фиксировались в базе.

Алгоритм назначения водителя стабильно выбирал ближайшего исполнителя на основе геодезического расстояния, что соответствует теоретическим моделям оптимального распределения. Изменение координат водителей приводило к ожидаемому перераспределению, что подтверждает корректность обработки геолокации.

Завершение поездки выполнялось корректно: статус заказа переходил в *finished*, а водитель становился доступным для новых заявок. Это обеспечивало непрерывность работы системы и согласованность данных.

Полученные результаты демонстрируют устойчивость и надёжность архитектуры FastAPI + PostgreSQL. Система может служить основой для дальнейшего развития, включая интеграцию алгоритмов маршрутизации, динамических тарифов и аналитических модулей.

Выводы

В ходе исследования была разработана и экспериментально апробирована информационная система городского такси, ориентированная на автоматизацию ключевых процессов обслуживания пассажиров. Предложенная архитектура, основанная на FastAPI и PostgreSQL, показала себя эффективной для реализации основных функций сервиса: регистрации пользователей, создания заказов, назначения водителей и управления состояниями в реальном времени. Проведённые эксперименты продемонстрировали корректность обработки данных, устойчивость REST-интерфейсов и соблюдение логики жизненного цикла поездки.

Результаты подтверждают, что выбранный алгоритм поиска ближайшего водителя обеспечивает стабильную работу и соответствует эвристикам, рассматриваемым в современных исследованиях задач распределения транспортных средств. Применение геодезической метрики позволило добиться достаточной точности расчёта расстояний для условий городской среды. Важным является и то, что структура базы данных обеспечивает целостность и последовательность обработки заказов.

Разработанная система может служить основой для построения полнофункциональной платформы городского такси, а также для дальнейших научных экспериментов, связанных с оптимизацией маршрутов, прогнозированием спроса, использованием динамических тарифов и моделированием поведения участников транспортной сети. Дальнейшее развитие решения

может включать интеграцию картографических сервисов, мобильных клиентов и аналитических модулей.

Список литературы

1. Cao, Y., Wang, S., & Li, J. *The Optimization Model of Ride-Sharing Route for Ride-Hailing Considering Both System Optimization and User Fairness*. Sustainability, 13(902), 2021. 18 p.
2. Aydin, O. F., Gokasar, I., & Kalan, O. *Improving Ride-Sharing by Incorporating Route Splitting and Social Factors*. PLOS ONE, 15(3), 2020. 23 p.
3. Bei, X., & Zhang, S. *Algorithms for Trip-Vehicle Assignment in Ride-Sharing*. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 2018. pp. 3–9.
4. Alshamsi, A., Abdallah, S., & Rahwan, I. *Multiagent Self-Organization for a Taxi Dispatch System*. AAMAS 2009 – Proceedings of the 8th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems, 2009, pp. 21–28.
5. Angrist, J., Caldwell, S., & Hall, J. V. *Uber versus Taxi: A Driver's Eye View*. American Economic Journal: Applied Economics, 13(3), 2021, pp. 272–308.
6. Wang, H., Liu, X., Xu, B., et al. *IP Geolocation Self-Optimizing Model*. arXiv:2004.01531, 2020. 12 p.
7. Zha, L., Yin, Y., Du, Y. *Surge Pricing and Fleet Management in Ride-Sourcing Systems*. Article Text 14826, Journal Publication, 2020. 14 p.

References

1. Cao, Y., Wang, S., & Li, J. *The Optimization Model of Ride-Sharing Route for Ride-Hailing Considering Both System Optimization and User Fairness*. Sustainability, 13(902), 2021. 18 p.
2. Aydin, O. F., Gokasar, I., & Kalan, O. *Improving Ride-Sharing by Incorporating Route Splitting and Social Factors*. PLOS ONE, 15(3), 2020. 23 p.
3. Bei, X., & Zhang, S. *Algorithms for Trip-Vehicle Assignment in Ride-Sharing*. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 2018. pp. 3–9.
4. Alshamsi, A., Abdallah, S., & Rahwan, I. *Multiagent Self-Organization for a Taxi Dispatch System*. AAMAS 2009 – Proceedings of the 8th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems, 2009, pp. 21–28.
5. Angrist, J., Caldwell, S., & Hall, J. V. *Uber versus Taxi: A Driver's Eye View*. American Economic Journal: Applied Economics, 13(3), 2021, pp. 272–308.
6. Wang, H., Liu, X., Xu, B., et al. *IP Geolocation Self-Optimizing Model*. arXiv:2004.01531, 2020. 12 p.
7. Zha, L., Yin, Y., Du, Y. *Surge Pricing and Fleet Management in Ride-Sourcing Systems*. Article Text 14826, Journal Publication, 2020. 14 p.

Т.Т. Оспанова*, Р.Н. Серіков
т.ғ. к., доцент, Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан
магистрант, Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан
***Корреспондент авторы:** tleu2009@mail.ru

FASTAPI НЕГІЗІНДЕ ҚАЛАЛЫҚ ТАКСИГЕ АРНАЛҒАН АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕНІ ӘЗІРЛЕУ

Түйін

Мақалада қалалық такси қызметіне арналған ақпараттық жүйені әзірлеу және оның негізгі функционалдық мүмкіндіктерін эксперименттік тұрғыда тексеру нәтижелері қарастырылады. Жүйе FastAPI платформасы мен PostgreSQL дерекқорын пайдалану арқылы жүзеге асырылып, пайдаланушыларды тіркеу, тапсырыстарды жасау, жүргізушілерді тағайындау және геолокациялық деректерді нақты уақыт режимінде өңдеу сияқты негізгі процестерді автоматтандыруға мүмкіндік берді. Жақын жүргізушіні анықтау үшін геодезиялық қашықтықты есептеу әдісі қолданылып, қалалық жағдайларда жеткілікті дәлдік көрсетті. Жүргізуші мәртебелерін басқару механизмі эксперимент барысында күй өзгерістерінің тұрақты және дұрыс орындалатынын дәлелдеді. Алынған нәтижелер ұсынылған архитектураның тиімділігін растап, оның мүмкін болатын кеңею бағыттарын айқындады.

Ұсынылған жүйе қалалық такси сервистерінің толыққанды платформасын әзірлеуге негіз бола алады.

Кілттік сөздер: ақпараттық жүйе, қалалық такси, FastAPI, геолокация, PostgreSQL, таратуды оңтайландыру, сандық қызметтер.

T.T. Ospanova*, R.N. Serikov
Cand.Tech.Sci., Associate Professor, L.N. Gumilyov ENU, Astana, Kazakhstan
Master's student, L.N. Gumilyov ENU, Astana, Kazakhstan
***Corresponding author's email:** tleu2009@mail.ru

DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SYSTEM FOR URBAN TAXIS BASED ON FASTAPI

Abstract

The article presents the development of an information system for urban taxi services and the results of an experimental evaluation of its key functional capabilities. The system is implemented using the FastAPI framework and PostgreSQL, enabling the automation of essential processes such as user registration, order creation, driver assignment, and real-time geolocation data processing. A geodesic distance calculation method is applied to determine the nearest driver, providing sufficient accuracy for urban environments. The driver status management mechanism demonstrated stability and correct state transitions during testing. The obtained results confirm the effectiveness of the proposed architecture and highlight its potential for further enhancement, including functional expansion, integration of analytical modules, and the application of route optimization methods. The system can serve as a foundation for developing full-scale urban taxi service platforms.

Keywords: information system, urban taxi, FastAPI, geolocation, PostgreSQL, distribution optimization, digital services.

УДК 004.056.53 https://doi.org/10.54251/2616-6429.2025.04.0016nu

А.А. Отарбаева*
оқытушы, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
***Корреспондент авторы:** otarbayeva.90@bk.ru

ARDUINO ПЛАТФОРМАСЫНДА HC-SR04 УЛЬТРАДЫБЫСТЫҚ ДАТЧИГІ МЕН МИКРОСЕРВО МОТОРЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ҚАШЫҚТЫҚТАН ӨЛШЕУ ЖӘНЕ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ

Түйін

Бұл мақалада Arduino платформасында кеңінен қолданылатын HC-SR04 ультрадыбыстық сенсоры мен микросерво қозғалтқышының жұмыс принциптері қарастырылады. Ультрадыбыстық датчиктің көмегімен қашықтықты өлшеу әдістері сипатталады және алынған мәліметтер негізінде микросерво қозғалтқышын басқару мүмкіндіктері талданады. Мақала Arduino платформасын пайдаланып автоматтандырылған және ақылды жүйелерді құруға мүдделі оқырмандарға арналған. Зерттеудің негізгі бөлігі екі компонентті дербес жүйеге біріктіру болып табылады. HC-SR04-тен алынған қашықтық деректері негізінде сервоны автоматты түрде орналастыру алгоритмі жасалады. Мысалы, серво машинасы кеңістікті сканерлеу үшін сенсорды айналдыра алады немесе берілген қашықтықта объект анықталған кезде іске қосылатын механикалық қақпақты басқара алады. Бұл жұмыс автономды роботтар, ақылды үй жүйелері және өнеркәсіптік автоматтандыру құрылғылары сияқты күрделі жобаларды әзірлеуге негіз болады.

Кілттік сөздер*:* Arduino, HC-SR04, ультрадыбыстық датчиктер, микросерво моторлары, қашықтықты өлшеу құрылғысы, автоматтандыру, микроконтроллер, робототехника.

Мақсаты: HC-SR04 ультрадыбыстық датчигі мен микросерво моторының жұмыс істеу принциптерін түсіндіру, олардың Arduino платформасымен өзара байланысын көрсету және қашықтыққа тәуелді басқару жүйелерін құрудың тәжірибелік мүмкіндіктерін ашып көрсету болып табылады.

Кіріспе

Қазіргі таңда әлемде цифрлық технологиялардың қарқынды дамуы автоматтандыру, робототехника және интеллектуалды басқару жүйелерінің кеңінен таралуына алып келді. Бұл үдерісте микроконтроллерлер маңызды рөл атқарады, себебі олар әртүрлі электрондық құрылғылардың жұмысын басқаруға және деректерді өңдеуге мүмкіндік береді. Микроконтроллерлерді оқыту мен тәжірибелік жобаларда қолдануда Arduino платформасы өзінің қарапайымдылығы, қолжетімділігі және икемділігі арқасында ерекше танымалдылыққа ие болды.

Материалдар мен әдістер

Arduino платформасы аппараттық және бағдарламалық қамтамасыз етудің ашық архитектурасына негізделген, бұл оны білім беру саласында, әуесқой электроникада және кәсіби жобаларда кеңінен қолдануға мүмкіндік береді. Осындай элементтердің ішінде ультрадыбыстық датчиктер мен микросерво моторлары маңызды орын алады. Arduino көмегімен түрлі датчиктер мен атқарушы механизмдерді біріктіріп, нақты уақыт режимінде жұмыс істейтін басқару жүйелерін құруға болады.

Ультрадыбыстық датчиктер қоршаған ортадағы объектілерге дейінгі қашықтықты жанаспай анықтауға мүмкіндік беретін электронды құрылғы. Бұл қасиет оларды кедергілерді анықтау, қозғалысты бақылау, қауіпсіздік жүйелерінде және автоматты басқару тиімді пайдалануға жол ашады. Ультрадыбыстық HC-SR04 датчигі — Arduino платформасымен үйлесімділігі жоғары, бағасы қолжетімді және қолданылуы өте қарапайым датчиктердің бірі

болып табылады. Оның көмегімен қысқа және орта қашықтықтарды жоғары дәлдікпен өлшеуге болады.

Ал микросерво моторлары нақты бұрылу бұрышын басқаруға арналған атқарушы құрылғылар болып табылады. Олар өлшеу нәтижелеріне сәйкес механикалық қозғалыс жасауға мүмкіндік береді. Осыған байланысты микросерво моторлары датчиктерден алынған ақпаратты физикалық әрекетке айналдыратын маңызды элемент ретінде қарастырылады. Ультрадыбыстық датчик және микросерво моторын біріктіріп қолдану автоматтандырылған жүйелердің функционалдық мүмкіндіктерін айтарлықтай кеңейтетін болады.

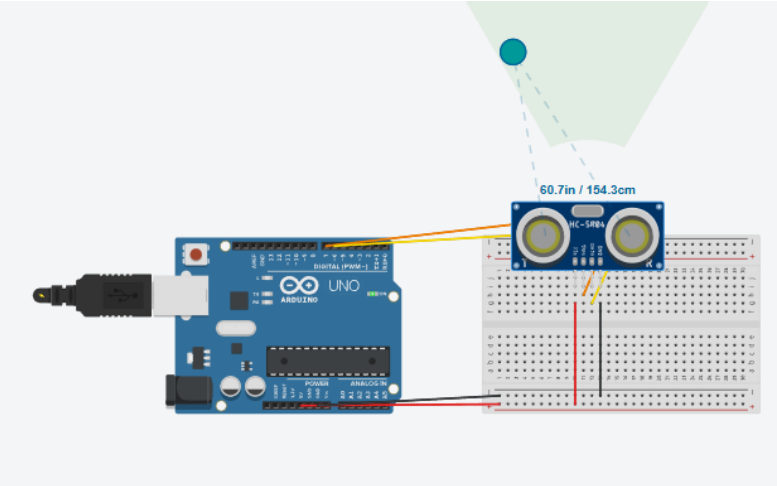
Аталған құрылғыларды Arduino платформасында біріктіріп, оларды пайдалану студенттер мен жас зерттеушілерге микроконтроллерлік жүйелердің жұмыс логикасын тереңірек түсінуге, алгоритмдік ойлау қабілетін дамытуға және іс-тәжірибелік дағдыларды қалыптастыруға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, мұндай жобалар нақты өмірде қолданылатын интеллектуалды жүйелердің жұмыс принциптерін модельдеуге жағдай жасайтын болады.

Осы мақалада Arduino платформасында ультрадыбыстық HC-SR04 датчигі мен микросерво моторын қолданудың теориялық негіздері мен іс-тәжірибелік мүмкіндіктері қарастырылатын болады. Қашықтықты өлшеу әдісі, алынған мәліметтерді өңдеу және микросерво моторын басқару принциптерін талдап, автоматтандырылған басқару жүйелерін құрудағы маңыздылығын көрсетеді.

Нәтижелер және талқылау

Ультрадыбыстық датчиктің жұмыс принципі

Ультрадыбыстық HC-SR04 датчигі берілген объектіге дейінгі қашықтықты ультрадыбыстық толқындар көмегімен анықтайды. Ультрадыбыстық сигналды датчик шығарып, оның кедергіден шағылып кері қайту уақытын өлшейді. Осы уақыт негізінде дыбыс жылдамдығы арқылы қашықтық есептелетін болады. HC-SR04 датчигі төрт негізгі пиннен құралады: VCC, GND, Trig және Echo. Trig пині арқылы сигнал жіберіледі, ал Echo пині арқылы қайтқан сигнал қабылданады.



Берілген бағдарламаның орындалу коды:

```
const int trigPin=7;
const int ehoPin=6;
long uzaktik;
int cm;
void setup()
{
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(ehoPin, INPUT);
  Serial.begin (9600);
}

void loop()
{
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
   digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  uzaktik= pulseIn (ehoPin,HIGH);
   cm=(uzaktik/2)/29.1;
   Serial.print ("Kashiktik: ");
   Serial.println(cm);
   delay(100);
}
```

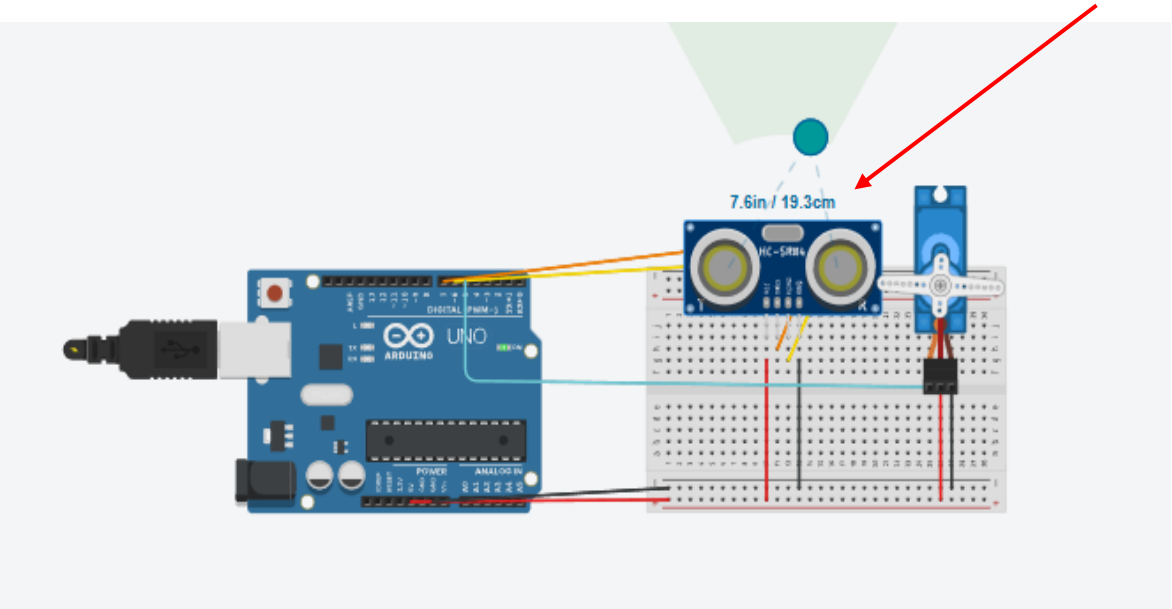
Нәтижесінде:

Монитор последователь

```
Kashiktik: 131
Kashiktik: 131
Kashiktik: 131
Kashiktik: 131
Kashiktik: 131
Kashiktik: 131
```

Микросерво моторының ерекшеліктері

Микросерво моторы — бұл нақты бұрылыс бұрышына басқаруға болатын шағын электр моторы болып саналады. Ол көбіне 0 градустан 180 градусқа дейінгі ара қашықтықта дәл қозғалыс жасай алатын болады. Микросерво моторларының артықшылықтары сол, ол шағын өлшемді, төмен энергия тұтынуы және басқарудың қарапайымдылығында. Бұл қасиеттер оларды робототехникада, автоматтандырылған құрылғыларда және модельдеу жобаларында кең қолдануға мүмкіндік береді. Микросерво — бұл шағын электр моторы болып табылады, көбіне ол нақты бұрылыс бұрышына жету үшін қолданылатын механизм. Ардуино мен микросерволды бірге қолдану өте танымал, өйткені серво моторы ардуино басқаруымен жоғары дәлдікпен орын ауыстыруы мүмкін. Микросервоның ерекшелігі — оның кішкентай және аз қуат тұтынуында болып табылады, сондай-ақ оның басқару мүмкіндігі өте көп.



Нәтижесінде есік ультрадыбыстық датчик ара қашықтығы 50 см кем болғанда ашылатын болады:

Arduino платформасында біріктіріп қолдану

Ультрадыбыстық HC-SR04 датчигі арқылы өлшенген қашықтық мәндері Arduino микроконтроллері арқылы өңделіп, микросерво моторының бұрылу бұрышын басқаруға қолданылады. Осындай жүйе кедергіні анықтау, автоматты есік, робот қозғалысын басқару және т.б секілді көптеген тәжірибелік қолданбаларда тиімді болып саналады.

Қорытынды

Мақалада Arduino платформасында ультрадыбыстық датчик пен микросерво моторын қолданудың негізгі қағидалары қарастырылды. Бұл құрылғыларды бірге пайдалану автоматтандырылған және интеллектуалды жүйелерді құруға мүмкіндік береді. Arduino платформасының қолданылуы мен қолжетімділігі оны оқу және тәжірибелік жобалар үшін тиімді құрал етеді.

Жүргізілген зерттеу нәтижесінде Arduino платформасында ультрадыбыстық HC-SR04 датчигі мен микросерво моторын біріктіріп қолдану арқылы қашықтықты өлшеу және соған тәуелді басқару жүйесін құрудың тиімділігі дәлелденді. Ультрадыбыстық датчиктің көмегімен объектіге дейінгі арақашықтықты жанаспай, нақты әрі сенімді түрде өлшеуге болатыны анықталды. Ал алынған мәліметтерді микроконтроллер арқылы өңдеп, микросерво моторының қозғалысын басқару жүйенің автоматтандырылған жұмысын қамтамасыз етеді.

Зерттеу барысында HC-SR04 датчигінің Arduino платформасымен үйлесімділігі, оның қарапайым қосылу схемасы мен бағдарламалық басқару мүмкіндіктері тәжірибе жүзінде көрсетілді. Сонымен қатар микросерво моторының қашықтыққа тәуелді бұрылу бұрышы арқылы нақты физикалық әрекет орындауы интеллектуалды басқару жүйелерін модельдеуде маңызды рөл атқаратыны айқындалды. Мұндай тәсіл автоматты есіктер, кедергіні анықтау жүйелері, робот қозғалысын басқару және қауіпсіздік құрылғылары сияқты практикалық қолданбаларда кеңінен пайдаланылады.

Arduino платформасын пайдалану білім алушылар мен жас зерттеушілер үшін микроконтроллерлік жүйелердің жұмыс принциптерін меңгеруге, бағдарламалау мен аппараттық қамтамасыз ету арасындағы байланысты түсінуге үлкен мүмкіндік береді. Бұл

платформа арқылы датчиктерден алынған мәліметтерді өңдеу, логикалық алгоритмдер құру және атқарушы механизмдерді басқару дағдылары қалыптасады.

Қорытындылай келе, HC-SR04 ультрадыбыстық датчигі мен микросерво моторын Arduino платформасында біріктіріп қолдану автоматтандыру және робототехника саласында тиімді, қолжетімді әрі оқытуға ыңғайлы шешім болып табылады. Болашақта бұл жүйені жетілдіру үшін бірнеше датчиктерді қатар қолдану, сымсыз басқару технологияларын енгізу және жасанды интеллект элементтерін пайдалану арқылы функционалдық мүмкіндіктерін одан әрі кеңейтуге болады.

Әдебиеттер тізімі

1. Смағұлов А.Ж. Микроконтроллерлер және олардың қолданылуы. — Алматы: Қазақ университеті, 2020. — 256 б.
2. Әбдіқалықов Н.Н. Автоматтандыру және басқару жүйелері негіздері. — Алматы: Эверо, 2019. — 312 б.
3. Қожахметов С.Қ. Робототехника негіздері. — Нұр-Сұлтан: Фолиант, 2021. — 280 б.
4. EEE Xplore Digital Library. Ultrasonic Sensors and Servo Control Articles, Электрондық ресурс.
5. *Sensors* ғылыми журналы. Ultrasonic Distance Measurement Methods,Электрондық ресурс.
6. Electronics Hub. HC-SR04 Ultrasonic Sensor with Arduino Tutorials, Электрондық ресурс.
7. Бейктал Дж. Конструируем роботов на Arduino. Первые шаги. – М.: Лаборатория знаний, 2016. – 323 с.
8. Иванов А.А. Основы робототехники: Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Форум, 2012. – 222 б
9. Қазақша сабақтар. Ғаламтор көздері: https://www.youtube.com/@Roboforce

References

1. Smağūlov A.J. Mikrokontrollerler jäne olardyñ qoldanyluy. — Almaty: Qazaq universitetı, 2020. — 256 b.
2. Äbdıqalyqov N.N. Avtomattandyru jäne basqaru jüieleri negızderı. — Almaty: Evero, 2019. — 312 b.
3. Qojahmetov S.Q. Robototehnika negızderı. — Nūr-Sūltan: Foliant, 2021. — 280 b.
4. EEE Xplore Digital Library. Ultrasonic Sensors and Servo Control Articles, Elektrondyq resurs.
5. Sensors ğylymi jurnaly. Ultrasonic Distance Measurement Methods, Elektrondyq resurs.
6. Electronics Hub. HC-SR04 Ultrasonic Sensor with Arduino Tutorials, Elektrondyq resurs.
7. Bejktal Dzh. Konstruiruem robotov na Arduino. Pervye shagi. – M.: Laboratorija znanij, 2016. – 323 s.
8. Ivanov A.A. Osnovy robototehniki: Uchebnoe posobie dlja studentov vuzov. – M.: Forum, 2012. – 222 b.
9. Qazaqşa sabaqtar. Ğalamtor közderı: https://www.youtube.com/@Roboforce

А.А. Отарбаева*
преподаватель, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
***Автор для корреспонденции:** otarbayeva.90@bk.ru

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ИЗМЕРЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАТЧИКА HC-SR04 И МИКРОСЕРВО-ДВИГАТЕЛЯ НА ПЛАТФОРМЕ ARDUINO

Аннотация

В этой статье будут рассмотрены принципы работы ультразвукового датчика HC-SR04 и микросерво-двигателя, которые широко используются на платформе Arduino. Будут описаны методы измерения расстояния с помощью ультразвукового датчика и проанализированы возможности управления двигателем микросерво на основе полученных данных. Статья предназначена для читателей, заинтересованных в создании автоматизированных и интеллектуальных систем с использованием платформы Arduino. Ключевой частью исследования является интеграция двух компонентов в автономную систему. На основе данных о расстоянии, полученных от HC-SR04, будет разработан алгоритм для автоматического позиционирования сервопривода. Например, сервомашинка может поворачивать датчик для сканирования пространства или управлять механической заслонкой, срабатывающей при обнаружении объекта на заданной дистанции. Данная работа служит основой для разработки более сложных проектов, таких как автономные роботы, системы умного дома и устройства промышленной автоматизации.

Ключевые слова: Arduino, HC-SR04, ультразвуковые датчики, микросерво-двигатели, устройство измерения расстояния, автоматизация, микроконтроллер, робототехника.

A.A. Otarbayeva*
lecturer, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
***Corresponding author's email:** otarbayeva.90@bk.ru

CREATION OF A REMOTE MEASUREMENT AND CONTROL SYSTEM USING AN HC-SR04 ULTRASONIC SENSOR AND A MICROSERVICE ENGINE BASED ON THE ARDUINO PLATFORM

Abstract

This article will discuss the principles of operation of the HC-SR04 ultrasonic sensor and the microservice motor, which are widely used on the Arduino platform. The methods of measuring distance using an ultrasonic sensor will be described and the possibilities of controlling the microservice engine based on the data obtained will be analyzed. The article is intended for readers interested in creating automated and intelligent systems using the Arduino platform. A key part of the research is the integration of the two components into an autonomous system. Based on the distance data received from HC-SR04, an algorithm for automatic servo positioning will be developed. For example, a servomachine can rotate a sensor to scan a space or control a mechanical shutter that is triggered when an object is detected at a given distance. This work serves as the basis for the development of more complex projects such as autonomous robots, smart home systems and industrial automation devices.

Key words: Arduino, HC-SR04, ultrasonic sensors, microservo Motors, distance measurement device, automation, microcontroller, robotics.

МАЗМҰНЫ
СОДЕРЖАНИЕ
CONTENT

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
TECHNICAL SCIENCES

L. Aikozova[1*], Sh. Dzholdasova[1], A. Utebayev[1], N. Asylbek[1], N. Faizullayev[2]
[1]cand.tech.sci., associate professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[1]cand.chem.sci., associate professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[1]cand.tech.sci., associate professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[1]master of chemical technology, lecturer, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[2]Professor, Samarkand State University named after Sharof Rashidov, Samarkand, Uzbekistan
RESEARCH ON THE TECHNOLOGY OF OBTAINING AMMOPHOSKA CONTAINING TRACE ELEMENTS 3

L. Aikozova*, A. Tukibayeva, K. Kurbanbekov, K. Nazarkassym
cand.tech.sci., associate professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
cand.chem.sci., associate professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
cand.tech.sci., associate professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
master of chemical technology, lecturer, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
STUDY OF THE CHEMICAL AND MINERAL COMPOSITION OF COMPLEX FERTILIZER 10

А.А. Анарбаев*, А.Т. Амирханова
т.ғ.к., профессор, М. Әуезов атындағы Онтістік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
магистрант, М. Әуезов атындағы Онтістік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
СОЗАҚ КЕН ОРНЫНЫҢ АС ТҰЗЫН БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ ҚОСПАЛАРДАН ТАЗАРТУ ҮРДІСІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ЛИТИЙДІ БӨЛУ 14

А.А. Анарбаев[1], Б.Н. Кабылбекова[1*], Е.А. Анарбаев[1], А.Ж. Туменбаев[1], С.Р. Боладо[2]
[1]т.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
[1]т.ғ.д., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
[1]аға ғылыми қызметкер, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
[1]магистр, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
[2]профессор, Валладолид университеті, Валладолид, Испания
ҚАҚТАЛҒАН СОДА ӨНДІРІСІНІҢ ДИСТИЛЛЕР СҰЙЫҚТЫҒЫ ЖАРТЫ ГИДРАТТЫ КАЛЬЦИЙ СУЛЬФАТЫН АЛУ ПРОЦЕССІН ЗЕРТТЕУ 20

Г.Т. Бозшатаева[*], Г.К. Турабаева, А.Т. Байкенжеева
б.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
п.ғ.к., аға оқытушы, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
б.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
УРБАНОФЛОРАНЫҢ ҚАЛА ЖАҒДАЙЫНА БЕЙІМДЕЛУІ 29

А.О. Сеитманбетова[*], А. Қалдыбаева
аға оқытушы, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
оқытушы М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
ЕРМЕН ӨСІМДІГІ ЖӘНЕ ОНЫҢ ФАРМАКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТІ 36

Ж.Б. Тилеубаев*, М.К. Жекеев
магистрант, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
д.т.н., профессор, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА КОАГУЛЯЦИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ФТОРА И МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ АММОФОСА 43

A. Tukibayeva[1]*, A. Tynyshbek[1], L. Aikozova[1], O. Sergiyenko[2]
[1]Candidate of Chemistry, accociate professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[1]Master student, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[1]Candidate of Engineering, accociate professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[2]Cand.Tech.Sci., Associate Professor, ITMO University, Saint Petersburg, Russia
STUDYING THE ELECTROCHEMICAL BEHAVIOUR OF RED PHOSPHORUS IN HYDROCHLORIC ACID SOLUTION 49

А.А. Утебаев[1], Л.Д. Айкозова[1], К.С. Назаркасым[1], Р.К. Сарымзакова[2]
к.т.н., доцент, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
к.т.н., профессор, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
преподаватель, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
х.ғ.д., профессор, Қырғыз ұлттық университеті. Баласағұн, Бішкек, Қырғызстан
ДЕРМЕНЕ АЛҚАБЫ МЕН ӨСІМДІКТІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫНА ЖӘНЕ ЕМДІК ҚАСИЕТТЕРІНЕ ТАЛДАУ ЖАСАУ 55

ИНФОРМАТИКА, IT-ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ИНФОРМАТИКА, IT-ТЕХНОЛОГИИ
COMPUTER SCIENCE, INFORMATION TECHNOLOGIES

М.Ө. Әбдіқаш, А.Т. Калбаева*, Г.Ж. Ельбергенова, П.А. Кожабекова, Ж.Д. Изтаев
магистрант, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
т.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
аға оқытушы, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
т.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
п.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
ЗАМАНАУИ ҚОНАҚҮЙЛЕРДІ БАСҚАРУ ҚОСЫМШАЛАРҒА ШОЛУ 65

М.О. Балабекова*, А.Ж. Умбетов, Е.Е. Жанаділ, А.А. Ахылбеков
к.т.н., доцент, ЮКУ им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
магистр, ЮКУ им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
магистрант, ЮКУ им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
студент, ЮКУ им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА КАЧЕСТВО БЕНЗИНА 76

Ж.Д. Изтаев, А.К. Алиев, П.А. Қожабекова, Ж.Р. Умарова, Н.А. Абдусалиев*
п.ғ.к, қауымд. профессор, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
магистрант, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
т.ғ.к, доцент, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
PhD, профессор, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
магистр, оқытушы, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
КАДРЛАРДЫ ІРІКТЕУДЕ ҚОЛДАНЫЛАТЫН ТИІМДІ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ӘДІСТЕР 83

B.R. Ismailov[1*], Kh.B. Ismailov[1], A.A. Urinboev[2], Kh.A. Mukhtorov[2]
[1]Dr.Tech.Sci., Professor, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[1]Cand.Tech.Sci., Associate Professor, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[2]Doctoral students, Ferghana State Technical University, Fergana, Uzbekistan
[2]master student, Ferghana State Technical University, Fergana, Uzbekistan
MODELING AND OPTIMIZATION OF ENERGY CONSUMPTION IN ENERGY-INTENSIVE GRINDING PROCESSES 89

А.Т. Калбаева*, М.Ө. Әбдіқаш, П.А. Кожабекова, К.Ж. Рыскулбекова
т.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
магистрант, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
т.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
оқытушы, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
ҚОНАҚ ҮЙ СЕКТОРЫН ЦИФРЛАНДЫРУДЫҢ ҚАЗІРГІ ТЕНДЕНЦИЯЛАРЫ 99

Т.Т. Оспанова*, Р.Н. Сериков
к.т.н., доцент, ЕНУ им. Л.Н. Гумилёва, Астана, Казахстан
магистрант, ЕНУ им. Л.Н. Гумилёва, Астана, Казахстан
РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ГОРОДСКОГО ТАКСИ НА ОСНОВЕ FASTAPI 106

А.А. Отарбаева*
оқытушы, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
ARDUINO ПЛАТФОРМАСЫНДА HC-SR04 УЛЬТРАДЫБЫСТЫҚ ДАТЧИГІ МЕН МИКРОСЕРВО МОТОРЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ҚАШЫҚТЫҚТАН ӨЛШЕУ ЖӘНЕ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ 116

Ғылыми журнал
2018 жылдан бастап жылына 4 рет шығарылады

Редактор: Назарбек У.Б.
Жауапты редактор: Айнабеков Н.Б.
Техникалық редактор: Александриди Е.Ю.

Меншік иесі: М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті
Журнал Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігінде тіркелген № 16794–Ж (14.12.2017 ж.)

22.12.2025 ж. баспаға қол қойылды. Көлемі 7,9 б.т. Тираж 300 дана.
Жазу қағазы. Офсеттік баспа. Тапсырыс № 3948. М. Әуезов атындағы ОҚУ, АҒД
Шымкент қ., Тәуке хан даңғылы, 5, тел: 21-19-82