

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

2021 • 2

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ  
**БАЯНДАМАЛАРЫ**

---

---

**ДОКЛАДЫ**

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**REPORTS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PUBLISHED SINCE 1944



ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р  
х.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі  
**М.Ж. Жұрынов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

**Адекенов С.М.** проф., академик (Қазақстан) (бас ред. орынбасары)  
**Баймуқанов Д.А.** проф., академик (Қазақстан)  
**Бенберин В.В.**, проф., академик (Қазақстан)  
**Березин В.Э.**, проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Берсимбаев Р.И.** проф., академик (Қазақстан)  
**Величкин В.И.** проф., корр.-мүшесі (Ресей)  
**Елешев Р.Е.**, проф., академик (Қазақстан)  
**Жамбакин Қ.Ж.**, проф., академик (Қазақстан)  
**Илолов М.И.** проф., академик (Тәжікстан)  
**Кригер Виктор** проф. (Германия)  
**Локшин В.Н.** проф., академик (Қазақстан)  
**Огарь Н.П.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Перни Стефано** проф. (Ұлыбритания)  
**Потапов В.А.** проф. (Украина)  
**Прокопович Полина** проф. (Ұлыбритания)  
**Раманкулов Е.М.**, проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Семенов В.Г.**, проф., академик (Россия)  
**Сикорски Марек** проф., (Польша)  
**Уразалиев Р.А.**, проф., академик (Қазақстан)

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»

ISSN 2518-1483 (Online),

ISSN 2224-5227 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.).

Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № KZ93VPY00025418 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

**Тақырыптық бағыты: наноматериалдар алу, биотехнология және экология саласындағы бірегей зерттеу нәтижелерін жариялау.**

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28; 219 бөл.; тел.: 272-13-19, 272-13-18

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

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2021

Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Главный редактор  
д.х.н., проф., академик НАН РК  
**М. Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

**Адекенов С.М.** проф., академик (Казахстан) (зам. гл. ред.)  
**Баймуканов Д.А.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Бенберин В.В.**, проф., академик (Казахстан)  
**Березин В.Э.**, проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Берсимбаев Р.И.** проф., академик (Казахстан)  
**Величкин В.И.** проф., чл.-корр. (Россия)  
**Елешев Р.Е.**, проф., академик (Казахстан)  
**Жамбакин К.Ж.**, проф., академик (Казахстан)  
**Илолов М.И.** проф., академик (Таджикистан)  
**Кригер Виктор** проф. (Германия)  
**Локшин В.Н.** проф., академик (Казахстан)  
**Огарь Н.П.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Перни Стефано** проф. (Великобритания)  
**Потапов В.А.** проф. (Украина)  
**Прокопович Полина** проф. (Великобритания)  
**Раманкулов Е.М.**, проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Семенов В.Г.**, проф., академик (Россия)  
**Сикорски Марек** проф. (Польша)  
**Уразалиев Р.А.**, проф., академик (Казахстан)

**Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан»**  
**ISSN 2518-1483 (Online),**  
**ISSN 2224-5227 (Print)**

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ93VPY00025418, выданное 29.07.2020 г.

**Тематическая направленность:** *публикация оригинальных результатов исследований в области получения наноматериалов, биотехнологии и экологии.*

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28; ком. 219; тел. 272-13-19, 272-13-18

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

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2021

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

## E d i t o r i n c h i e f

doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK

**M.Zh. Zhurinov**

## E d i t o r i a l b o a r d :

**Adekenov S.M.** prof., academician (Kazakhstan) (deputy editor in chief)**Baimukanov D.A.** prof., academician (Kazakhstan)**Benberin V.V.**, prof., academician (Kazakhstan)**Berezin V.Ye.**, prof., corr. member (Kazakhstan)**Bersimbayev R.I.** prof., academician (Kazakhstan)**Velichkin V.I.** prof., corr. member (Russia)**Eleshev R.E.**, prof., academician (Kazakhstan)**Zhambakin K.Zh.**, prof., academician (Kazakhstan)**Iilov M.I.** prof., academician (Tadjikistan)**Krieger Viktor** prof. (Germany)**Lokshin V.N.** prof., academician (Kazakhstan)**Ogar N.P.** prof., corr. member (Kazakhstan)**Perni Stephano** prof. (Great Britain)**Potapov V.A.** prof. (Ukraine)**Prokopovich Polina** prof. (Great Britain)**Ramankulov E.M.**, prof., corr. member (Kazakhstan)**Semenov V.G.**, prof., academician (Russia)**Sikorski Marek** prof. (Poland)**Urazaliev R.A.**, prof., academician (Kazakhstan)**Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.****ISSN 2224-5227****ISSN 2518-1483 (Online),****ISSN 2224-5227 (Print)**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty).

The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan No. **KZ93VPY00025418**, issued 29.07.2020.**Thematic scope:** *publication of original research results in the field of obtaining nanomaterials, biotechnology and ecology.*

Periodicity: 6 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18

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

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2021

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

А. Е. Алдиярова, Е. Т. Кайпбаев, Д. Д.Тұрсыналы

Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті.

E-mail: ainura.aldiarova@kaznau.kz , yerbolat.kaipbayev@yandex.ru , didar\_tursynaly@mail.ru

## ПНЕВМОВАКУУМДЫ (ЭРЛИФТТІ) СОРАП ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН НЕГІЗДЕУ ӘДІСІН ЖЕТІЛДІРУДІҢ ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ

**Аннотация.** Мақалада пневмовакуумды (эрлифті) сорап қондырғысының параметрлерін негіздеу мен технологиялық және техникалық параметрлерін анықтау әдістемесі талқыланған. Шаруа және фермер қожалықтарын сумен қамтамасыз ету үшін пневмовакуумды (эрлифті) сорап қондырғысын пайдалану арқылы ұңғымалардан суды көтеру технологиясы негізделген. Теориялық және эксперименттік зерттеулердің нәтижелері бойынша оңтайлы технологиялық параметрлер келтірілген: оңтайлы су көтеру биіктіктерінде компрессор көмегімен жасалған қысылған ауаның артық қысымы; көтерілетін су-ауа қоспасының үлес салмағы; сорап қондырғысының су берілісі  $Q$ ; сорап жүйесі мен сорап қондырғысының қуаты және тиімділігі, суды көтеру биіктігі  $H$ , сорап бөлігінің диаметрлік өлшемі  $D_{нч}$ , минерализациялану мен ондағы қатты бөлшектердің шектік мөлшері (құмның)  $M_d$ , сорап қондырғысының қалыпты жұмысы үшін қоршаған ортаның температурасы  $T_{нр}$ .

**Түйін сөздер:** сумен қамтамасыз ету, ұңғыма, су берілісі, су-ауа қоспасы, пневмовакуумды (эрлифті) сорап қондырғысы, эжектор, аэрация, суды көтеру.

**Кіріспе.** Қазақстанда ауыл тұтынушылары Республикадағы жалпы су қажеттілігінің 26% құрайды, оның 54,2% -ы сумен қамтамасыз етудің механикаландыру қызметін ұйымдастырудың арқасында негізінен жер асты су көздерінен меншікті автономды сумен қамтылған (75%) [1, 2].

Жерасты су көздерінен сумен қамтамасыз етуге арналған негізгі су көтергіш қондырғылар, әсіресе жайылымдарда пайдалануға арналған (22%) минералдануы  $2 \text{ г/дм}^3$  және қатты бөлшектерінің (құмның) салмағы бойынша мөлшері 0,02% дейін су көтеру жағдайлары үшін арынды сораптар, басым бөлігінде ЭЦВ типті батырмалы электр сораптар және минералдануы  $15 \text{ г/дм}^3$  жоғары және қатты бөлшектерінің (құмының) салмағы бойынша мөлшері 1% дейін су көтеру жағдайлары үшін ауалы су көтергіштер (эрлифттер) болып табылады [3, 4].

Алайда, қолданыстағы ауалы су көтергіштер (эрлифттер), ұңғымаға түсірілетін сорғы бөлігінің құрылымының жоғары сенімділігіне және қарапайымдығына қарамастан, олардың енгізілуін тежейтін елеулі кемшілікке ие – бұл материал сыйымдылығын жоғарылата отырып, құбырлардың санын арттыратын сорап бөлігін су көтерудің биіктігіне тең және одан да көп судың динамикалық деңгейіне тереңдетудің технологиялық қажеттілігі, сондай-ақ төмен ПӘК (15%-ға дейін), осыған байланысты іске қосу режимдеріндегі шамадан тыс жүктемелерге орай үлкен үлестік энергия шығындары және компрессорлық-күштік агрегаттың төмен сенімділігі орын алады.

Су көтеретін және техникалық құралдардағы кемшіліктердің болуы өнімнің бәсекеге қабілеттілігінің төмендеуіне әсер етеді.

Сондықтан, сумен жабдықтаудың тиімділігін арттыру өзекті мәселе болып табылады, оны шешуді су көтеру технологиясында ауалы су көтергіштерді (эрлифттерді), вакуумдық-ағынды қондырғыларды және басқару жүйесін пайдалану арқылы жүзеге асырған ұтымды болады, мұның нәтижесінде меншікті энергия шығыны 20-70%-ға және материал сыйымдылығы 1,3-1,5 есеге

азаяды, су берілісі және ПӘК 20-30%-ға артады және компрессорлық-күш агрегаты мен бүкіл су көтеру жүйесінің сенімділігі артады, сонымен қатар технологиялық процесті аэрация әдісімен орындаған кезде көтерілетін судың сапасы жақсарады.

Шет елдерде суды көтерудің эрлифттік әдісінің теориясы, негізгі параметрлерін есептеу және эксперименттік зерттеулер мәселелерімен келесі ғалымдар айналысқан: Г. Лоренс, Е. Гаррис, Е. Ивенс, Н. Свинди, Ф.Пиккерт и другие, бұрынғы КСРО-да – А. П. Крылов, В. Г.Богдасаров, Я. С. Суреньянс, И. Л. Логов, Р. М. Каплан және басқалар.

Сорап қондырғыларына қойылатын негізгі талаптарға сәйкес, бастапқы параметрлерге мыналар жатады: су берілісі  $Q$ , су көтерудің биіктігі  $H$ , сорап бөлігінің диаметрлік габариті  $D_{нч}$ , минералдану және ондағы қатты бөлшектердің (құмның) мөлшері  $M_d$ , жетілдірілген әдістеме бойынша негізделген, сорап қондырғысының қалыпты жұмысы үшін қоршаған ауаның температурасы  $T_{нр}$ . Пневмовacuумдық (эрлифті) сорап қондырғысының параметрлерін негіздеу критерийі ретінде мыналар қабылданған: қызмет көрсетуші персоналдың өз мұқтаждықтарына деген қажеттіліктерін, үй жанындағы учаскелерді суаруды және жер алаңдарын суландыруды ескере отырып, шаруа және фермер қожалықтары үшін объектіде тәуліктік су тұтыну  $q_{тәу}$ ; ауысымның жұмыс уақыты  $t_{ау}$ ; ұңғымалар мен шахталық құдықтардың негізгі параметрлері: дебит  $D$ , динамикалық су деңгейі  $H_d$ , ұңғымалардың ішкі диаметрі  $D_{ұңғ}$  және шахталық құдықтардың ішкі диаметрі  $D_{ш}$ ; көтерілетін судың минералдануы және ондағы қатты бөлшектердің (құмның) мөлшері  $M$  [5-7].

**Зерттеу әдісі.** Жұмыста келесі зерттеу әдістері қолданылды: теориялық, эксперименттік, есептік, патенттік ізденістер, жұмыстарға шолу.

Құбырдағы қозғалатын су-ауа қоспасының тепе-теңдік теңдеуін қолдану негізінде (1-сурет), суды көтерудің эрлифттік-вакуумдық әдісінің ағымды технологиялық үрдісінің негізгі теңдеуі алынды:

$$\gamma(H_{\phi} - H + H_{\text{вак}} + H_p) + \gamma_v(H - H_{\text{вак}} - H_p) - \gamma_{см} \cdot H_{\phi} = 0 \quad (1)$$

мұндағы  $\gamma$ ,  $\gamma_v$ ,  $\gamma_{см}$  – су көтеретін құбырдағы көтерілген судың, сығылған ауаның және су-ауа қоспасының үлес салмағы,  $H/m^3$ ;  $H_{\phi}$ ,  $H$  – саптаманы ұңғымаға батыру тереңдігі және суды көтеру биіктігі, м;  $H_{\text{вак}}$ ,  $H_p$  – сығылған ауа берілетін кезде эжектор құрылғысы арқылы жасалатын вакуумдық және потенциалдық арындар, м.

Ұңғымалардан су көтерудің жаңа пневмовacuумды (эрлифті) тәсілі бойынша жүріп жатқан технологиялық процестің (1) теңдеуі негізінде теориялық зерттеулердің нәтижесінде пневмовacuумдық (эрлифті) сорап қондырғысының технологиялық параметрлерін анықтау бойынша формулалар берілді.

Көтерілетін су-ауа қоспасының үлес салмағы  $\gamma_{см}$  және су деңгейіне саптаманың батырылу мөлшері  $H_{\phi}$  келесі формулалармен анықталады:

$$\gamma_{см} = \gamma \left( 1 - \frac{H - H_{\text{вак}} - H_p}{H_{\phi}} \right) + \gamma_v \cdot \frac{H - H_{\text{вак}} - H_p}{H_{\phi}}, \quad (2)$$

$$H_{\phi} = \frac{\gamma - \gamma_v}{\gamma - \gamma_{см}} \cdot (H - H_{\text{вак}} - H_p), \quad (3)$$

мұндағы  $\gamma$ ,  $\gamma_v$ ,  $\gamma_{см}$  – көтерілген судың, берілетін сығылған ауа мен су-ауа қоспасының үлес салмағы,  $H/m^3$ ;  $H_{\phi}$  – сорап бөлігінің (саптаманы) судың динамикалық деңгейіне батырылуы, м;  $H$  – суды көтеру биіктігі, м;  $H_{\text{вак}}$ ,  $H_p$  – форсунка мен су көтергіш құбырда сығылған ауамен эжектор арқылы пайда болатын вакуумды және потенциалды арындар, м.

Форсункадан жоғары судың жұмыс деңгейі  $H_{вр}$  келесі формуламен анықталады:

$$H_{вр} = H_{\phi} - H, \quad (4)$$

Эжекторлы қондырғы арқылы қысылған ауа жіберген кезде пайда болатын вакуумды  $H_{\text{вак}}$  және потенциалды  $H_p$  арындар, төмендегі формулалармен анықталады:

$$H_{\text{вак}} = \frac{P_a - P_{\text{СП}}}{\gamma}, \quad (5)$$

$$H_p = \frac{P_{\text{ca}}}{\gamma} + \alpha \cdot \frac{g_{\text{см}}^2}{2g}, \quad (6)$$

мұндағы  $P_a$  – атмосфералық қысым, Па;  $P_{\text{СП}}$ ,  $P_{\text{ca}}$  – пассивті және белсенді шүмектегі қысымдар, Па;  $v_{\text{см}}$  – су көтеретін құбырдағы су-ауа қоспасының жылдамдығы, м/с;  $g$  – ауырлық күшінің үдеуі, м/с<sup>2</sup>.

Компрессор тудыратын сығылған ауаның  $P_{\text{си}}$  қажетті артық қысымы формула бойынша анықталады:

$$P_{\text{СП}} = \gamma_{\text{см}}(H_{\text{ф}} + \Delta H) - \gamma_{\text{в}} \cdot H_{\text{ф}} + \Delta P + P_{\text{вак}}, \quad (7)$$

мұндағы  $\Delta H$ ,  $\Delta P$  – гидравликалық және пневматикалық жүйелердегі қысымның жоғалуы, м және Па;  $\gamma_{\text{в}}$  - сығылған ауаның меншікті салмағы:

$$\gamma_{\text{в}} = \gamma_{\text{ВО}} \cdot \frac{P_{\text{ВСЖ}}}{P_a}, \quad (8)$$

мұндағы  $\gamma_{\text{во}} = 1,29 \cdot 9,81$  – атмосфералық ауаның меншікті салмағы, Н/м<sup>3</sup>, 1,29 – атмосфералық ауа тығыздығы, кг/м<sup>3</sup>;  $P_a$ ,  $P_{\text{ВСЖ}}$  – атмосфералық ауа қысымы және форсункадағы артық сығылған ауа, Па.

Эрлифті-вакуумдық су көтеру әдісінің технологиялық процесінің кезінде  $\gamma_{\text{см.онт}} = 1/2\gamma$  болатын оңтайлы режимі үшін, сығылған ауаның үлес салмағын есепке алмай, (3) формулаға сәйкес сорап бөлігін су көзіне батыру шамасы мынаны құрайды:

$$H_{\text{ф}} = 2(H - H_{\text{вак}} - H_p), \quad (9)$$

мұндағы  $H$  – суды көтеру биіктігі, м;  $H_{\text{вак}}$ ,  $H_p$  – форсунка мен су көтергіш құбырда сығылған ауамен эжектор арқылы пайда болатын вакуумды және потенциалды арындар, м.

Су көтерудің белгілі эрлифті әдісі мен су көтерудің жаңа эрлифті-вакуумдық тәсілінің технологиялық процесінің оңтайлы режимі кезінде сорап бөлігін (форсунканы) ұңғыманың ішіне батырудың  $H_{\text{ф}}$  шамасы мен сығылған ауаның қажетті артық қысымының  $P_{\text{си}}$  шамасы бойынша теориялық зерттеулерді салыстырмалы бағалаудың екі критерийі бойынша су көтерудің жаңа тәсілінің артықшылығын көрсетті. Мәселен, су көтерудің белгілі әдісі бойынша сорап бөлігін судың жұмыс деңгейіне батыру шамасы  $H_{\text{ф}} = 2H$  [1] тең, бұл су көтерудің жаңа эрлифті-вакуумдық әдісіндегі  $H_{\text{ф}} = 2H - 2(H_{\text{вак}} + H_p)$  қарағанда едәуір жоғары, оның шамасы пайда болған вакуумдық  $H_{\text{вак}}$  және потенциалды  $H_p$  қысымдардың екі еселенген жиынтық шамасынан азырақ. Осының негізінде эрлифтінің жаңа түрінің сорап бөлігінің металл сыйымдылығы су көтерудің максималды биіктігі кезінде 1,7...2 есе азаяды.

Энергетикалық көрсеткіштер – сығылған ауаның қажетті артық қысымы  $P_{\text{си}}$  бойынша, оның жұмысының оңтайлы режимінде су көтерудің белгілі эрлифті тәсілінде қажетті артық қысым (шығындарды есепке алмағанда)  $\gamma H$  құрайды [1], су көтерудің жаңа эрлифтілік-вакуумдық тәсілінде қажетті артық қысым  $P_{\text{вак}} = \gamma H_{\text{вак}}$  вакуумдық қысым шамасына азырақ болады. Су көтерудің максималды биіктігі кезінде сығылған ауаның қажетті қысымы 1,2...1,3 есеге азаяды.

Сорап жүйесі мен сорап қондырғысының су берілісі  $Q$ , қуаты  $N_{\text{нс}}$  және ПӘК анықтау үшін әуе су көтергіштеріне арналған белгілі теориялық байланыстар пайдаланылды [8]:

Сорап қондырғысының су берілісі:

$$Q = \frac{P_{СИ} \cdot W_{КН}}{\gamma H} \cdot \eta_{НС} = \frac{W_{КО} \cdot P_a}{\left(1 + \frac{P_a}{P_{СИ}}\right) \cdot \gamma H} \cdot \eta_{НС}, \quad (10)$$

мұндағы  $W_{КН}$ ,  $W_{КО}$  – сығылған ауа шығыны немесе атмосфералық қысымға дейін төмендетілген мәні  $P_a$  (компрессордың қысым бойынша берілісі  $P_{СИ}$  және сору бойынша  $P_a$ ),  $m^3/c$ ;  $\gamma$  – көтерілген судың меншікті салмағы,  $H/m^3$ ;  $H$  – суды көтеру биіктігі,  $m$ ;  $\eta_{НС}$  – эрлифттің сорап жүйесінің ПӘК;  $P_a$  – атмосфералық ауа қысымы,  $Pa$ ;  $P_{СИ}$  – сығылған ауаның қажетті қысымы,  $Pa$ .

Сорап жүйесінің қуаты

$$N_{НС} = P_{СИ} \cdot W_{КН} = \frac{W_{КО} \cdot P_a}{\left(1 + \frac{P_a}{P_{СИ}}\right)}, \text{ Вт} \quad (11)$$

Автономды компрессор жетегі бар сорап қондырғысының қажетті қуаты

$$N_{НВ} = \frac{N_{НС}}{\eta_K \cdot \eta_{П}} = \frac{P_{СИ} \cdot W_{КН}}{\eta_K \cdot \eta_{П}} = \frac{W_{КО} \cdot P_a}{\left(1 + \frac{P_a}{P_{СИ}}\right) \cdot \eta_K \cdot \eta_{П}}, \quad (12)$$

мұндағы  $\eta_K$ ,  $\eta_{П}$  – компрессор ПӘК және компрессор жетегінің ПӘК.

Сорап жүйесінің ( $\eta_{НС}$ ) және сорап қондырғысының ( $\eta_{НВ}$ ) ПӘК:

$$\eta_{НС} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{N_{НС}} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{P_{СИ} \cdot W_{КН}} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{W_{КО} \cdot P_a} \cdot \left(1 + \frac{P_a}{P_{СИ}}\right), \quad (13)$$

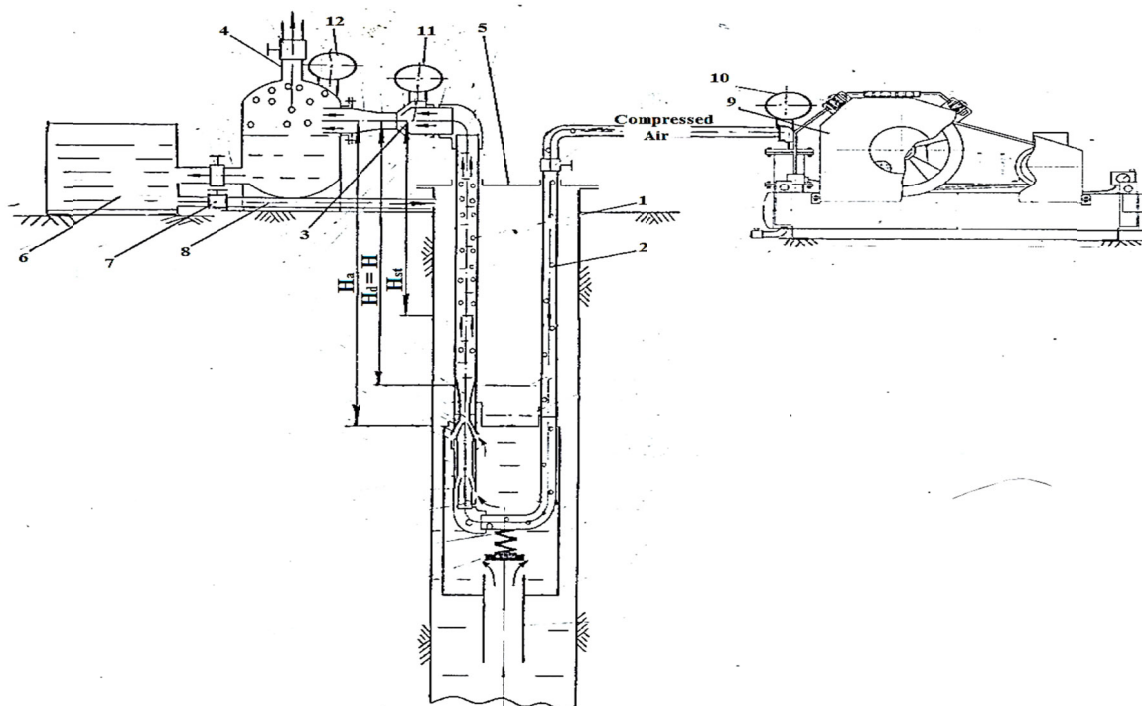
$$\eta_{НВ} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{N_{В}} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{P_{СИ} \cdot W_{КН}} \cdot \eta_K \cdot \eta_{П} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{W_{КО} \cdot P_a} \cdot \left(1 + \frac{P_a}{P_{СИ}}\right) \cdot \eta_K \cdot \eta_{П} = \eta_{НС} \cdot \eta_K \cdot \eta_{П}, \quad (14)$$

Теориялық талдаудың нәтижесінде, су көтерудің белгілі эрлифт әдісімен салыстырғанда су көтерудің жаңа эрлифтілік-вакуумдық әдісінің, сорап бөлігінің су көзіндегі судың динамикалық деңгейіне тереңдетілуін азайту, сығылған ауаның іске қосу қысымын 1,2...1,3 есе азайту және меншікті энергия шығынын азайту және сорғы қондырғысының ПӘК арттыру есебінен, су көтергіш және ауа өткізгіш құбырлардың шығынын 1,7...2 есе азайтудан көрініс табатын артықшылығы дәлелденді.

Пневмовакуумдық (эрлифті) сорап қондырғысы бойынша эксперименттік зерттеулер: араластырғыш форсунканың, эжекторлық құрылғының және су-ауа қабылдау сыйымдылығының ұтымды нұсқаларын таңдауға; оңтайлы технологиялық параметрлерді және эжекторлық құрылғының параметрлерін анықтау үшін су көтерудің технологиялық процесін зерттеуге және алынған теориялық алғышарттардың сенімділігін тексеруге бағытталды.

Эксперименттік зерттеулер сынақ стендінде жүргізілді (сурет). Пневмовакуумдық (эрлифті) сорап қондырғысын эксперименттік зерттеуге арналған сынақ стенді: стендтік ұңғымадан 1; ұңғыманың ішіне түсірілген сорғы бөлігінен 2; қабылдағыш су-ауа сыйымдылығы 4 бар эжектордан 3; сорғы бөлігін ұстап тұратын ұңғыманың бастиегінен 5; шарлы краны 7 және бұру тармағы 8 бар өлшегіш тараланған сыйымдылықтан 6 және компрессорлық-күштік агрегаттан 9 тұрды.





Пневмовакуумды (эрлифт) сорап қондырғысын эксперименттік зерттеуге арналған стендтің сызбасы:  
 1 - стендтік ұңғыма; 2 - сорап бөлігі; 3 - эжектор; 4 - су-ауа қабылдағыш сыйымдылығы; 5 - ұңғыма басы;  
 6 - өлшеуіш сыйымдылық; 7 - шар тәріздес кран; 8 - әкету бөлігі; 9 - компрессорлық-күштік агрегат;  
 10, 12 - үлгілі манометрлер; 11 - вакуумметр;  $H_а$  – сорап бөлігінің форсунканың батырылу тереңдігі  
 (пневматикалық сорап);  $H_д$  – су көтеру биіктігі және ұңғымадағы судың динамикалық деңгейі;  
 $H_ст$  – ұңғымадағы статикалық су деңгейі

Су берілісі келесі формуламен анықталады, мұндағы негіздеудің негізгі критерийі - күнделікті су шығыны:

$$Q = \frac{q_{сум}}{t_{см} \cdot \eta_{см} \cdot i_в} \quad (15)$$

мұндағы  $Q$  – сорап қондырғысының су берілісі, м<sup>3</sup>/сағ;  $t_{см}$  – ауысымның жұмыс уақыты, сағ.;  $q_{сут}$  – нысандағы тәуліктік су тұтыну, м<sup>3</sup>:

$$q_{сум} = \sum_{i=1}^n q_H \cdot Z \cdot \alpha \quad (16)$$

мұндағы  $q_H$  – тәуліктік су тұтынудың бірлік мөлшері (жануарларға, 1 м<sup>2</sup> ашық жылыжай алаңын суландыру, 1 га суғарылатын жер учаскелері және т.б.), м<sup>3</sup>;  $Z$  – мөлшерленетін мөндер саны (жануарлар саны, суғару учаскесі м<sup>2</sup>, суғарылатын жер учаскелері га және т.б.);  $\alpha = 1,09...1,15$  – техникалық қызмет көрсететін персоналдың өз қажеттіліктері үшін су тұтынуды ескеретін коэффициент;  $\eta_{см}$  – жасалатын сорап қондырғысы үшін ауысымның жұмыс уақытының пайдалану коэффициенті:

$$\eta_{см} = \frac{t_{чр}}{t_{чр} + t_{то}} \quad (17)$$

мұндағы  $t_{чр}$  – ауысымдағы сорап қондырғысының таза жұмыс уақыты, сағ.;  $t_{то}$  – сорап қондырғысының қызмет көрсету уақыты, сағ.

Сорап қондырғысының жасалған конструкциясы үшін суды көтеру биіктігі формула бойынша анықталады:

$$H = H_d + h_p \quad (18)$$

мұндағы  $H_d$  – су көзіндегі динамикалық су деңгейі, м;  $h_p$  – ұңғыманың басынан бастап су-ауа қабылдайтын сыйымдылыққа дейін биіктігі, м (бұл мән тұрақты және 1,5 м тең).

Динамикалық деңгей ғылыми зерттеулер негізінде дәлелденген [9].

Су көзіне түсірілген сорап бөлігінің диаметрлік өлшемі формула бойынша анықталады:

- ұңғымалар үшін

$$D_{HЧ} = D_{СК} - \delta \quad (19)$$

- шахталы ұңғымалар үшін

$$D_{HЧ} = D_{Ш} - (\epsilon + \delta) \quad (20)$$

мұндағы  $D_{СК}$  – ұсынылған ұңғыманың ішкі диаметрі, мм [1,4];  $\delta$  – ұңғыманың ішіндегі сорап бөлігінің айналмалы жұмысының қауіпсіздік талаптарына жауап беретін диаметр саңылауы, мм;  $D_{Ш}$  – ішкі шахтаның диаметрі, мм;  $\epsilon$  – ұңғыма корпусы сақиналарының жылжу мүмкіншілігі, мм;  $\delta$  – шахта сақинасы мен сорап бөлігі арасындағы диаметр үшін саңылау, мм.

Көтерілетін судың шектік минералдануы және ондағы қатты бөлшектердің (құмның) мөлшері олардың сорап қондырғысының, әсіресе сорғы бөлігінің конструкциясына әсерін, су көздерінің минералдануы және қатты бөлшектердің (құмның) мөлшері бойынша таралу ықтималдығын, сондай-ақ судың жануарларды суғару және суармалы жер учаскелерін суару үшін жол берілетін шекті минералдануы мен химиялық құрамын талдаудың негізінде негізделеді

Пневмовакуумдық сорғы қондырғысының қалыпты жұмысы үшін қоршаған ауаның температурасы су көтергіш техникалық құралдарды пайдалануға қойылатын қолданыстағы талаптарға сәйкес  $\pm 30^\circ \text{C}$  деп қабылданады [1, 4].

Пневмовакуумдық сорап қондырғысының техникалық параметрлері пневмовакуумдық сорап қондырғысының зертханалық үлгісінің әзірленген конструктивтік-технологиялық сызбасының алынған теориялық алғышарттарының [10] негізінде, сондай-ақ гидравликадағы белгілі есептік инженерлік формулалар мен алдын ала пысықтаулар бойынша [11] негізделді және анықталды.

**Зерттеу нәтижелері.** Эксперименттік зерттеулердің нәтижелері бойынша келесі оңтайлы технологиялық параметрлер алынды:  $H = 20 \dots 50$  су көтеру биіктігі кезінде компрессор жасайтын сығылған ауаның артық қысымы  $P_{си} = 160 \dots 480$  кПа құрайды (теориялық мәні  $P_{си} = 157 \dots 256$  кПа); көтерілетін су-ауа қоспасының үлес салмағы  $\gamma_{см} = 5000 \dots 5100$  Н/м<sup>3</sup> (теориялық мәні  $\gamma_{см} = 4900 \dots 5000$  Н/м<sup>3</sup>); сорап қондырғысының су берілісі  $Q = 3 \dots 5,5$  м<sup>3</sup>/сағ (теориялық мәні  $Q = 3,1 \dots 5,04$  м<sup>3</sup>/сағ); сорап жүйесінің тұтынатын қуаты  $N_{сж} = 285 \dots 490$  Вт (теориялық мәні  $N_{сж} = 280 \dots 480$  Вт); сорғы қондырғысының тұтынатын қуаты  $N_{сқ} = 1600 \dots 2700$  Вт (теориялық мәні  $N_{сқ} = 1550 \dots 2680$  Вт); сорап жүйесінің ПЭК  $\eta_{сж} = 0,8 \dots 0,9$  (теориялық мәні  $\eta_{сж} = 0,85 \dots 0,90$ ); сорап қондырғысының ПЭК  $\eta_{сқ} = 0,17 \dots 0,15$  (теориялық мәні  $\eta_{сқ} = 0,18 \dots 0,15$ ). Оларды анықтау бойынша теориялық формулалардың сенімділігін растай отырып, эксперименттік деректердің теориялық деректермен айырмашылығы 3-5%-дан аспайды.

**Қорытынды.** Сонымен, зерттеулер нәтижесінде келесі көрсеткіштер анықталды: су берілісі  $Q$ , су көтерудің биіктігі  $H$ , сорап бөлігінің диаметрлік габариті  $D_{HЧ}$ , шектік минералдану және ондағы қатты бөлшектердің (құмның) мөлшері  $M_d$ , сорап қондырғысының қалыпты жұмыс істеуі үшін қоршаған ауаның температурасы  $T_{нр}$  және пневмовакуумдық (эрлифті) сорап қондырғысының негізгі тораптарының параметрлері.

А.Е. Алдиярова, Е.Т. Кайпбаев, Д.Д. Турсыналы

Казахский национальный аграрный исследовательский университет

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ  
МЕТОДИКИ ОБОСНОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ  
ПНЕВМОВАКУУМНОЙ (ЭРЛИФТНОЙ) НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ**

**Аннотация.** В статье рассмотрено методика обоснования параметров и определения технологических и технических параметров пневмовакуумной (эрлифтной) насосной установки. Обоснована технология подъема воды из скважин с использованием пневмовакуумной (эрлифтной) насосной установки для водоснабжения крестьянских и фермерских хозяйств. По результатам теоретических и экспериментальных исследований даны оптимальные технологические параметры: избыточное давление сжатого воздуха, создаваемое компрессором при оптимальных высотах водоподъема; удельный вес поднимаемой водовоздушной смеси; подача насосной установки  $Q$ ; потребляемая мощность и КПД насосной системы и насосной установки, высота водоподъема  $H$ , диаметральная габарит насосной части  $D_{нч}$ , допустимая минерализация и содержания в ней твердых частиц (песка)  $M_d$ , температура окружающего воздуха для нормальной работы насосной установки  $T_{нр}$ .

**Ключевые слова:** водоснабжение, скважина, подача, водовоздушная смесь, пневмовакуумная (эрлифтная) насосная установка, эжектор, аэрация, водоподъем.

A. E. Aldiyarova, Ye. T. Kaipbayev, D. D. Tursynaly

Kazakh National Agrarian Research University

**RESEARCH RESULTS ON IMPROVEMENT OF THE JUSTIFICATION METHODOLOGY  
OF THE PARAMETERS OF A PNEUMATIC VACUUM (AIRLIFT) PUMP UNIT**

**Abstract.** The article discusses the methodology for substantiating the parameters and determining the technological and technical parameters of a pneumatic vacuum (air-lift) pump unit. The technology of water lifting from wells using a pneumatic vacuum (airlift) pumping unit for water supply of peasant and farm households has been substantiated. According to the results of theoretical and experimental studies, the optimal technological parameters are given: overpressure of compressed air created by the compressor at optimal heights of water lifting; specific gravity of the lifted water-air mixture; pump unit discharge  $Q$ ; power consumption and efficiency of the pumping system and pump unit, water lifting height  $H$ , diametrical dimension of the pump part  $D_{нч}$ , permissible salinity and content of solid particles (sand) in it  $M_d$ , ambient air temperature for normal operation of the pump unit  $T_{нр}$ .

**Key words:** water supply, well, discharge, water-air mixture, pneumatic vacuum (airlift) pump unit, ejector, aeration, water lifting.

**Information about authors:**

Aldiyarova Ainura Esirkepovna – PhD, associate professor of the Department of Water resources and melioration, Kazakh National Agrarian Research University, [ainura.aldiyarova@kaznau.kz](mailto:ainura.aldiyarova@kaznau.kz), <https://orcid.org/0000-0002-6017-5182>;

Kaipbayev Yerbolat Tolganbayevich – PhD, associate professor of the Department of Water resources and melioration, Kazakh National Agrarian Research University, [yerbolat.kaipbayev@yandex.ru](mailto:yerbolat.kaipbayev@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-7931-7881>;

Tursynaly Didar – master student of Kazakh National Agrarian Research University, <https://orcid.org/0000-0002-3516-2048>, [didar\\_tursynaly@mail.ru](mailto:didar_tursynaly@mail.ru)

**ЛИТЕРАТУРА**

[1] Разработка нового типа пневмовакуумной (эрлифтной) насосной установки для подъема воды из подземных водоисточников с использованием ресурсосберегающей технологии и повышающей качество поднимаемой воды: Отчёт о НИР (заключительный)/ КазНАУ. №гос.рег.0112РК00177. Руководитель к.т.н. А.А. Яковлев. - Алматы, 2017. – 87 с.

[2] Усаковский В.М. Водоснабжения и водоотведение в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 2002. – 328 с.

[3] Яковлев А.А. Пневмокамерные водоподъемники для пастбищного водоснабжения: Монография / А.А. Яковлев. – Алматы: Изд. «Айтумар», 2015. – 245 с.

[4] Яковлев А.А. Новые разработки по механизации водоподъема из скважин // Агроинженерная наука – повышение эффективности АПК: материалы международной научно-практической конференции. – Алматы, 2003. - С.178-181.

[5] Яковлев А.А. Механизация пастбищного водоснабжения из скважин с повышенной минерализацией воды и содержанием твердых частиц в воде // Повышение эффективности системы сельскохозяйственного водопользования: материалы республиканской научно-практической конференции. – Алматы, 2003. - С. 181-184.

[6] Яковлев А.А. Теоретические основы использования сжатого воздуха при восстановлении дебита скважин // Материалы межд. научно-практич. конф. Часть 1. КазНАУ, Алматы, 2002. – С. 171-174.

[7] Яковлев А.А., Саркынов Е., Асанбеков Б.А., Биримкулова Б.А. Теоретические основы по эрлифтному и эрлифтно-вакуумному способам подъема воды из подземных водоисточников // Инновационные технологии повышения эффективности мелиоративных систем и безопасности гидротехнических сооружений: материалы научно-практической конференции. – Волгоград, 2010. - С. 76-81.

[8] Кайпбаев Е.Т. Исследование технологии подъема воды из скважин с использованием пневмовакuumной (эрлифтной) насосной установки для обводнения пастбищ/Диссертация на соискание степени доктора философии (PhD). Научный консультант, к.т.н., Саркынов Е.С. Зарубежный консультант Prof. Petras Punys (Lithuania), Алматы, 2018. –111 с.

[9] Есполов Т.И., Яковлев А.А., Саркынов Е.С., Зулпыхаров Б.А., Кайпбаев Е.Т., Ауелбек Е.К., Жакупова Ж.З. Пневмокамерные и эрлифтные насосные установки: Книга. - Алматы: Изд. «Айтумар», 2018.- 313 с.

[10] Е.Т.Кайпбаев, Е.Саркынов, А.А.Яковлев, А.Е.Алдиярова Теоретическое исследование по разработанной схеме пневмовакuumной (эрлифтной) насосной установки. Известия Национальной Академии наук Республики Казахстан ISSN 2224-526X. Выпуск 3, Номер 39 (2017), С.100– 106 .

[11] Кайпбаев Е.Т., Яковлев А.А., Саркынов Е.С., Алдиярова А.Е. Расчет по определению технико - экономической эффективности пневмовакuumной (эрлифтной) насосной установки. Изденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. № 2 (78) 2018 ISSN 2304-334-02. С.256-265.

## REFERENCES

[1] Development of a new type of pneumatic vacuum (air-lift) pumping unit for lifting water from underground water sources using resource-saving technology and increasing the quality of the raised water: Research report (final) / KazNAU. State registration No. 0112RK00177. Supervisor cand.techn.sci. A.A. Yakovlev. Almaty, 2017. 87p. (in Russ.).

[2] Usakovsky V.M. Water supply and sewerage in agriculture. М.: Kolos, 2002. 328 p. (in Russ.).

[3] Yakovlev A.A. Pneumatic chamber water lifts for pasture water supply: Monograph / A.A. Yakovlev. Almaty: Ed. "Aytumar", 2015. - 245 p. (in Russ.).

[4] Yakovlev A.A. New developments in the mechanization of water lifting from wells // Agroengineering science - increasing the efficiency of the agro-industrial complex: materials of the international scientific and practical conference. Almaty, 2003. P.178-181. (in Russ.).

[5] Yakovlev A.A. Mechanization of pasture water supply from wells with increased mineralization of water and the content of solid particles in water // Increasing the efficiency of the agricultural water use system: materials of the republican scientific and practical conference. Almaty, 2003. P.181-184. (in Russ.).

[6] Yakovlev A.A. Theoretical foundations of the use of compressed air when restoring the flow rate of wells // Proceedings of the Int. scientific and practical conf. Part 1. KazNAU, Almaty, 2002. P.171-174. (in Russ.).

[7] Yakovlev A.A., Sarkynov E., Asanbekov B.A., Birimkulova B.A. Theoretical foundations for airlift and airlift-vacuum methods of lifting water from underground water sources // Innovative technologies and improving the efficiency of reclamation systems and the safety of hydraulic structures: materials of a scientific-practical conference. Volgograd, 2010. P.76-81. (in Russ.).

[8] Kaipbayev Ye.T. Investigation of the technology of lifting water from wells using a pneumatic vacuum (airlift) pumping unit for watering pastures / Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy (PhD). Scientific supervisor, cand.techn.sci., Sarkynov E.S., foreign supervisor Prof. Petras Punys (Lithuania), Almaty, 2018. 111p. (in Russ.).

[9] Yespolov T.I., Yakovlev A.A., Sarkynov E.S., Zulpykharov B.A., Kaipbayev Ye.T., Auelbek E.K., Zhakupova Zh.Z. Pneumatic chamber and airlift pumping units: Book.-Almaty: Izd. "Aytumar", 2018. 313 p. (in Russ.).

[10] Ye.T.Kaipbayev, E.Sarkynov, A.A. Yakovlev, A.E. Aldiyarova Theoretical research according to the developed scheme of a pneumatic vacuum (airlift) pumping unit. Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan ISSN 2224-526X. Volume 3, Number 39 (2017), P.100–106. (in Russ.).

[11] Kaipbayev Ye.T., Yakovlev A.A., Sarkynov E.S., Aldiyarova A.E. Calculation to determine the technical and economic efficiency of the pneumatic vacuum (air-lift) pump installation. Izdenіester, нәтижелер. Research, results. No. 2 (78) 2018 ISSN 2304-334-02. P.256-265. (in Russ.).

## **Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Cross Check <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

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

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

Редакторы: *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Р.Ж. Мрзабаева*

Верстка на компьютере *А. М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 13.04.2021.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

8,5 п.л. Тираж 300. Заказ 2.

---

---

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