

А.М. Ахметова¹, А.С. Шаяхметова¹, А.Б. Закирова²

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан
²Астана халықаралық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
E-mail: ¹ardak_66@mail.ru, ¹asemshayakhmetova@mail.ru, ²alma_zakirova@mail.ru

Мұнай айдайтын станцияны басқарудың автоматтандырылған жүйесін жетілдіру

Аңдатпа. Технологиялық процестерді автоматтандыру жұмыс барысын жақсарту мен жақсы нәтиже алудың бірден-бір көзі болып табылады. Кез-келген өнеркәсіп нысандары, соның ішінде пайдаланыстағы, әлі іске қосылмаған белгілі бір деңгейде автоматтандыру құралдарымен жабдықталады. Технологиялық процесті басқарудың тиімді автоматтандырылған жүйесін ұйымдастыру өте күрделі тапсырмалардың бірі екені белгілі. Кәсіпорындардың тиімділігін ілгерілендірудің негізгі тәсілдері өндірісті оптимизациялау мен жетілдіру, өндіріс қалдықтарын және энергия тасушы шығынын технологиялық тұрғыдан азайту, басқару шешімдерін қабылдау үшін ақпаратты алу жылдамдығы мен нақтылықты жоғарылату болып табылады. Мұнай айдау станциясының автоматтандырылған жүйесі нақты уақыт көлемінде жүйешілік жұмысын әртүрлі жұмыс режимінде тоқтату, іске қосу мен мұнай өндірудің технологиялық үдерістерін басқаруға арналған. Жұмыста мұнай өңдейтін станцияны басқарудың автоматтандырылған жүйесін жетілдіру қарастырылған.

Түйін сөздер: басқару жүйесі, Smart жүйе, SCADA, датчик, сигнал.

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2022-138-1-15-22

Кіріспе

Технологиялық үдерістерді автоматтандыру еңбек жағдайларын жақсарту мен өнімділікті арттырудың маңызды себептерінің бірі болып табылады. Барлық қолданыстағы және құрылысы бітпеген нысандар да автоматтанған жабдықтармен қамтылған. Автоматты басқару жүйелерін өнеркәсіпке енгізу күрделі қайта құруды талап етеді. Сол себепті, автоматтандыру экономикалық, ұйымдастырушылық және техникалық мәнге ие болды [1].

Соңғы кезде автоматтандыру құралдары адамзат қызметінің әртүрлі салаларында кеңінен қолданыс тапты. Ондай салалардың бірі- мұнай мен газды өндіру, сақтау, тасымалдау және өңдеуді айтуға болады.

Отандық мұнай өнеркәсібін дамытудың барлық кезеңдерінде жаңа технологиялық нысандар мен құрылыстарды құрумен қатар, кәсіпорын қызметкерлерін ауыр жұмыстан босататын және қолдану үдерісінде нысандарды басқаруды оңай ететін әдістер мен жабдықтар дайындалған және пайдаланысқа ие. Пайдаланудағы мұнай нысандарында технологиялық үдерістерді механикаландырудың, реттеудің және бақылаудың түрлі тәсілдері пайдаланылады [2]. Мұнай өндірісімен шұғылданатын кәсіпорындар технологиялық нысандарды орталықтандырылған бақылау және басқару арқылы жоғары автоматтандырылғандарға жатады.

Қазақстанның мұнай саласы өткен ғасырдан бастап дами бастады. Біздің еліміз мұнайдың үлкен қорына ие және жыл сайын Қазақстанда мұнайдың 70% - дан астамы өндіріледі. Мұнай мен мұнай өнімдерін айдау, сақтау және тасымалдау үшін сорғы станциялары үлкен рөл атқарады. Магистральдық құбырлардың сорғы станциялары мұнай мен мұнай өнімдерін тасымалдауды қамтамасыз етеді [3].

Жұмысқа ұқсас зерттеулер

Бұған дейінгі зерттеулерде мұнай айдау станциясының мониторингі мен басқарудың автоматтандырылған жүйесі ұсынылған [4]. Бұл операторларға сандық тұрғыдан қызықты деректер алуға, төтенше жағдайларды болжауға және сәтсіздікті (сбой) бастайтын жүйенің элементтерін бақылауға мүмкіндік береді. [5] жұмыста мұнай станцияларының апатсыз жұмыс істеуін қамтамасыз ету, сорғы агрегаттарының бос тұрып қалу уақытын қысқарту, айдаудың оңтайлы режимдерін қолдау, сондай-ақ автономды жұмыс істеуін және мұнай өңдеу станцияларының қашықтан мониторингін қамтамасыз ету мақсатында магистральдық сорғылардың жұмыс режимдерін жедел бақылау және басқару құралдарын әзірлеу арқылы мұнай айдау сорғы станцияларын автоматтандыру ұсынылған. [6] мақалада функционалды схема және мұнай айдау станцияларын басқарудың автоматтандырылған жүйелерінің заманауи техникалық құралдары және көмірсутек шикізатын тасымалдаудың негізгі технологиялық қондырғыларын басқару алгоритмдері ұсынылған. Зерттеу [7] технологиялық жабдықтың мониторингін, мұнай айдау станцияларында ағып кетуді (утечка) анықтауды және оқшаулауды қамтамасыз етеді.

[8] жұмысында Қазақстан Республикасының магистральдық мұнай құбырлары жүйесін жобалау жөніндегі жұмыстар кешені шеңберінде мұнай құбырларының технологиялық объектілерін автоматтандырылған диспетчерлік бақылау және басқару жүйесін құру нәтижелері ұсынылған. IT-компоненттердің өзара әрекеттесуінің барлық деңгейлеріндегі ашық халықаралық стандарттар тұжырымдамасы негізінде мұнай тасымалдаудың технологиялық процесін басқарудың автоматтандырылған жүйесінің құрылымдық схемасының жұмыс істеу ерекшеліктері сипатталған.

[9] мақалада мұнай өнеркәсібіне қатысты процестерде кластерлік сорғы станциясының техникалық автоматтандыру құралдарын таңдау әдістемесі, оның ішінде оның технологиялық процесінің сипаттамасы, автоматтандыру жүйелерінің мақсаты мен құрылымы қарастырылады. [10] мақалада зияткерлік желінің архитектурасы және оның қосымшалары негізінен кіреберістен бастап тарату қосалқы станцияларына дейінгі бүкіл мұнай құбырына бағытталған. SCADA иерархиялық архитектурасын қолдана отырып, SMART GRID қосымшасымен байланысты бұлтты есептеу технологиясына енгізілген ақылды сенсорлардың деректерін алу арқылы мұнай құбырлары жүйесін тексеру жүзеге асырылады.

Осы сала бойынша жұмыстарға жүргізілген шолу зерттелетін тақырыптың өзектілігін көрсетеді. Осылайша **тапсырма қойылымы келесідей тұжырымдалады:** мұнай айдау станциясының автоматтандырылған басқару жүйесін құру мысалы негізінде объектілерді басқарудың интеграцияланған жүйелерін жобалау саласындағы білімді жүйелеу және тереңдету.

Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттерді орындау қажет:

- Мұнай өңдеу станцияларында (МӨС) мұнай өңдеудің технологиялық процесін зерттеу;
- МӨС автоматтандырудың құрылымдық және функционалдық сызбасын әзірлеу;
- МӨС автоматтандырылған жүйесін (АС) басқару алгоритмдерін таңдау.

Материалдар мен әдістер

Бастапқы деректерден қажетті нәтиже алғанға дейін орындалатын жүйенің өзара байланысты іс-қимылдарын нақты анықтау үшін мұнайды өңдеу станцияларындағы (МӨС) мұнайды айдаудың технологиялық үдерісін зерттеу қажет (1-сурет).

Басқарудың әртүрлі деңгейлеріндегі автоматтандырылған жүйеде әртүрлі алгоритмдер қолданылады. Бұл зерттеуде өлшеу деректерін жинау және технологиялық параметрмен автоматты реттеу алгоритмдерін құрамыз. Мысал ретінде құбырдағы қысымды өлшеу арнасын қарастырамыз. Құрылған алгоритм негізгі тоғыз қадамнан тұрады:

Қадам 1. Сенсорды (датчик) қосу және инициализациялау;

Қадам 2. Желінің үзілуі салдарынан деректерді тексеру;

Қадам 3. Егер сызықтың үзілуі болған жағдайда, онда ұзу туралы хабарлама шығады;

Қадам 4. Үзіліс болмаған жағдайда, қысқа тұйықталу жағы тексеріледі;

Қадам 5. Егер қысқа тұйықталу (ҚТ) болса, онда сәйкес хабарлама шығарады;

Қадам 6. Егер жоқ болса, онда қондырғыларды баптау жүзеге асады;

Қадам 7. Ең жоғары шекті, рұқсат етілген деңгейлер рет-ретімен тексеріледі;

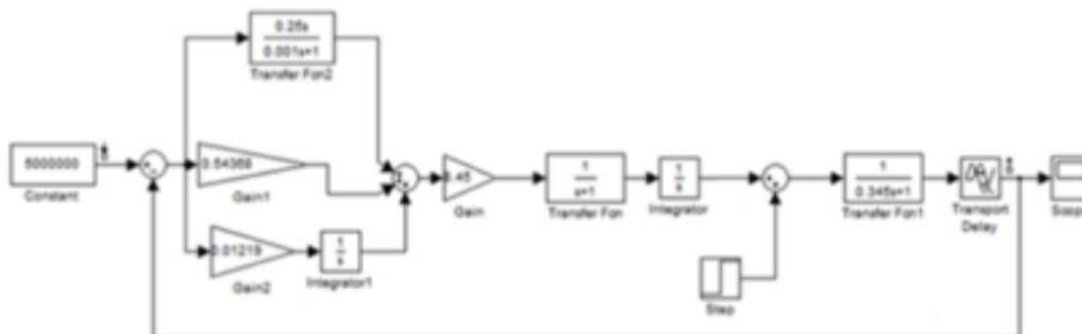
Қадам 8. Егер деңгейлердің кез- келгенін тексергеннен кейін рұқсат етілген немесе шекті деңгейден жоғары болса, онда шекті және максималды қысым туралы хабарлама шығады.

Қадам 9. Егер бәрі қалыпты болса, онда бірліктерді МПа-ға ауыстыру жүзеге асады.

Бұл алгоритм технологиялық жабдықтар мен деректер жинауды басқаруға мүмкіндік береді.

Мұнайды МӨС-на айдау үдерісінде құбыр өткізгіштегі мұнай қысымын құбыр өткізгіштің беріктік шарты негізінде белгіленген деңгейден аспайтындай және төмен түсіп кетпейтіндей жағдайды ұстап тұру қажет. Реттеу алгоритмі ретінде, режимге аз уақытты және сыртқы бұзылуларға (возмущение) сезімталдықты қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін PID реттеудің жақсы сапасын қамтамасыз ететін реттеу алгоритмі қолданылады.

Автоматты қысымды реттеудің құрылымдық сызбасы 3-ші суретте көрсетілген.

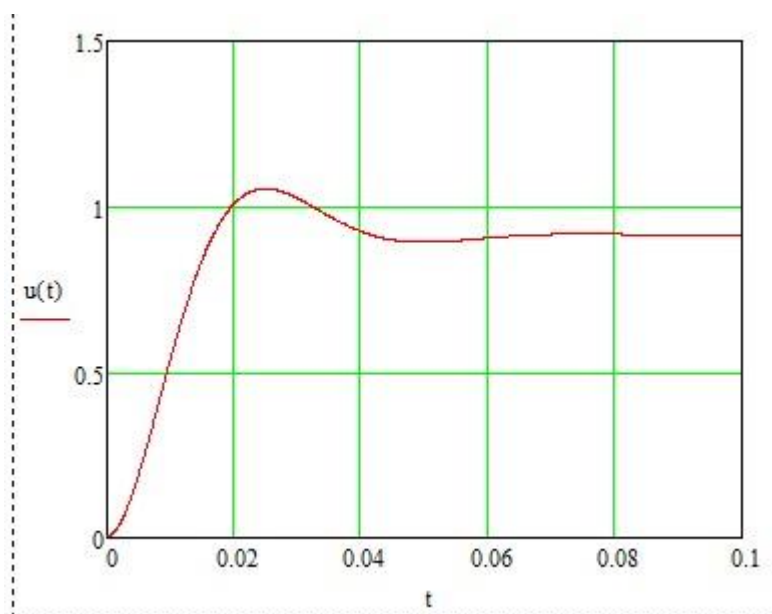


Сурет 3. Құрылымдық сызбасы

Бұл сызба келесі негізгі элементтерден тұрады: тапсырма, тапсырманы баптау, PID реттегіші, ЦАТ, реттеуші орган, басқару объектісі, бұзылыс (возмущение).

Қысымды реттеу үдерісі төмендегідей жүзеге асырылады. Басқару нысанының жұмыс істеу үдерісіне әртүрлі факторлар әсер етеді, сондықтан басқару нысанының шығыны бұзушы әсермен қорытындылануы керек. Басқару нысанының шығысындағы қорытынды қысым шығын өлшегішпен өлшенеді. Алынған сигнал ЦАТ-ге түседі және сандық түрлендіріледі. Әрі қарай, ЦАТ сигналы тапсырмамен салыстырылады. Нәтижесінде реттеу қатесі есептеледі. Қатені есептеу нәтижесі PID контроллеріне түседі, ол қатенің мәніне байланысты басқару нысанына басқару әсерін қалыптастырады. Реттеушінің басқару әсері ОАП арқылы реттеуші органға беріледі, ал реттеуші орган өз кезегінде басқару әсеріне байланысты қатені азайту мақсатында басқару нысанына әсер етеді.

АТС өтпелі үдерісінің графигін 4-суретте байқауға болады.



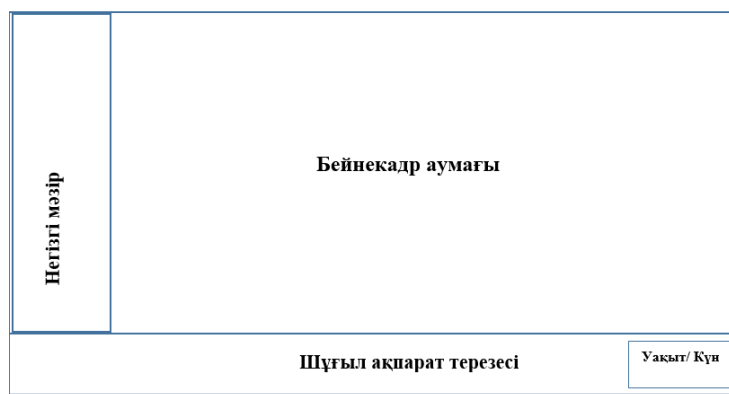
Сурет 4. Өткінші (переходной) процесс графигі

4-суреттен өтпелі уақыттың шамамен 6,97 с болатындығын көруге болады, қайта реттеу салыстырмалы түрде аз, дегенмен реттелетін шаманың күрт өзгеруі атқарушы және реттеуші механизмдерге теріс әсер етеді. Сондықтан олардың тозуын мұқият бақылау қажет.

Жүргізілген зерттеу нәтижесінде мұнай айдау станциясының жұмысын автоматтандыру негізінде басқарудың ақпараттық жүйесі құрылды.

Әрі қарай, осы жүйенің фрагменті ұсынылады. Интерфейс келесі блоктардан тұратын жұмыс терезесін қамтиды (5-сурет):

- негізгі мәзір;
- бейнекадр аумағы;
- жедел хабарлама терезесі.



Сурет 5. Жұмыс терезесі

«Негізгі мәзір» блогы. Негізгі мәзір түрлі функцияларды атқаратын индикаторлар мен түймелерден құралған.

«Бейнекадр аумағы» блогы. Бейнекадр аймағы технологиялық жабдықтың жағдайын бақылауға және осы жабдықты басқаруға арналған. Бұл блок келесі элементтерді қамтиды: негізгі технологиялық ақпаратты көрсететін мнемосхемалар; нысандар мен параметрлер режимдерін басқару және орнатудың Қалқымалы терезелері; мнемосхемалардың құрамына кірмейтін

әртүрлі технологиялық ақпаратты көрсетуге, сондай-ақ ақпаратты қолмен енгізу карталарын (тағайыншамаларды және т. б.) іске асыруға арналған кестелік нысандар.

«Шұғыл ақпарат терезесі» блогы. Бұл блокта шұғыл шешім қабылдау үшін Төтенше жағдайлар туралы хабарламалар шығарылады.

Құрылған жүйе жоғары икемділікке ие, ол үнемі өзгеріп, жаңарып отыруға мүмкіндік береді.

Нәтижелер және талқылау

Жұмыста МӨС-ғы мұнай өңдеудің технологиялық үдерісі ұсынылды және зерттелді. Қажетті жабдықтардың құрамын және деректер мен сигналдарды беру арналарының санын анықтауға мүмкіндік беретін МӨС автоматтандырудың құрылымдық және функционалды схемалары жасалды. Технологиялық жабдықтар мен деректер жинауды басқару үшін технологиялық жабдықтар мен деректер жинауды басқару алгоритмдері жасалды. Қолдау сорғы станциясының шығысындағы құбырдағы мұнай қысымын ұстап тұру үшін қысымды реттеу әдісі таңдалды және қысымды автоматты реттеу алгоритмі жасалды (PID реттегіші жасалды).

Осылайша, құрылған автоматтандырылған жүйе бүкіл пайдалану уақыты аралығында артып келе жатқан талаптарға сәйкес өзгертуге және жаңғыртуға мүмкіндік беретін жоғары икемділікке ие. Сондай-ақ, SCADA-МӨС автоматтандырудың барлық деңгейлерінде пайдаланылатын пакет жүйелерді пайдалануға арналған шығындарды қысқартуға мүмкіндік береді.

Болашақ зерттеулер мұнай айдау станциясы үшін әзірленген бағдарламалық жүйені практикалық қолданумен байланысты.

Пайдаланылған әдебиеттер

1. Еремин Н.А., Столяров В.Е. Применение интеллектуальных технологий на цифровом нефтегазовом месторождении О новой парадигме развития нефтегазовой геологии // Матер. Междунар. научнопракт. конф. – Казань: Изд-во «Ихлас», 2020. – С. 359-363.
2. Петроченков А.Б., Даденков Д.А., Поносова Л.В. К вопросу о классификации автоматизированных систем управления [/Электронный ресурс] <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-klassifikatsii-avtomatizirovannyh-sistem-upravleniya> - С. 243-255 . 22.12.2021
3. Надиров Н.К., Каширский А.И. и др. Новые нефти Казахстана и их использование: техника и технология нефтепроводного транспорта. – Алматы: Наука, 2003
4. Tynchenko V.S., Kukartsev V. V., Tynchenko V.V., Chzhan E. A., Korpacheva L.N. Automation of monitoring and management of conveyor shop oil-pumping station of coal industry enterprise // Earth and Environmental Science. – 2018. - № 194. – P. 1-6.
5. Емекеев А.А., Сагдатуллин А.М. Система автоматизации нефтеперекачивающих насосных станций магистральных нефтепроводов // Ученые записки Альметьевского государственного нефтяного института. – 2015. - Т. 1(13). – С. 317-324.
6. Kryukov O.V. Automation of oil pumping stations transport of oil products // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2017. - С. 144-150. - № 3 (118).
7. Babichev S.A., Zakharov P.A. Automated monitoring system for drive motors of gas-compressor units // Automation and Remote Control. – 2011. – Т. 72. – № 1. – С. 175–180.
8. Воробьев С. В., Ипполитов В. А., Крюков О. В. Системы автоматизации электрооборудования объектов с магистральными нефтепроводами // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. – 2021. - №9. -С. 1-5.
9. Ling V., Lisienkova L., Deryabin I., Baranova E., Deryabina A. Automation of the production process of the cluster pumping station: justification for controller selection // ESPACIOS. –2019. - № 40. – С. 2-13.

10. Priyanka E.B., Thangave S, Xiao-Zhi Gao. Review analysis on cloud computing based smart grid technology in the oil pipeline sensor network system // Petroleum Research. – 2021. - №6. – P. 77-90.

А.М. Ахметова¹, А.С. Шаяхметова¹, А.Б. Закирова²

¹ *Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан*

² *Международный университет Астана, Нур-Султан, Казахстан*

Совершенствование автоматизированной системы управления нефтеперекачивающей станцией

Аннотация. Автоматизация технологических процессов является одним из главных факторов повышения производительности и улучшения условий труда. Все существующие и строящиеся промышленные объекты в той или иной степени оснащены средствами автоматизации. Создание эффективной автоматизированной системы управления технологическим процессом является достаточно сложной задачей. Основными способами повышения эффективности предприятий являются оптимизация и модернизация производства, снижение производственных и технологических потерь энергоносителей, повышение достоверности и скорости получения информации, необходимой для принятия управленческих решений. Автоматизированная система нефтеперекачивающей станции предназначена для автоматизации работы подсистем в реальном масштабе времени на различных режимах работы, включая управление технологическими процессами перекачки нефти, пуск и остановку. В работе предусмотрено совершенствование автоматизированной системы управления нефтеперекачивающей станцией.

Ключевые слова: автоматизация управления, Smart система, SCADA, датчик, сигнал.

A.M. Akhmetova¹, A.S. Shayakhmetova¹, A.B. Zakirova²

¹ *Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

² *Astana International University, Nur-Sultan, Kazakhstan*

Improvement of the automated control system of the oil pumping station

Abstract. Automation of technological processes is one of the main factors in increasing productivity and improving working conditions. All existing and under construction industrial facilities are equipped with automation tools to one degree or another. Creating an effective automated process control system is quite a difficult task. The main ways to increase the efficiency of enterprises are optimization and modernization of production, reduction of production and technological losses of energy carriers, increasing the reliability and speed of obtaining information necessary for making managerial decisions. The automated system of the oil pumping station is designed to automate the operation of subsystems in real time at various operating modes, including control of technological processes of oil pumping and start and stop. The work provides for the improvement of the automated control system of the oil pumping station.

Keywords: Control automation, Smart system, SCADA, Sensor, Signal.

References

1. Yeremin N.A., Stolyarov V.Ye. Primeneniye intellektual'nykh tekhnologiy na tsifrovom neftegazovom mestorozhdenii O novoy paradigme razvitiya neftegazovoy geologii // Mater. Mezhdunar. nauchnoprakt. konf. – Kazan': Izd-vo «Ikhlas», 2020. – S. 359-363.
2. Petrochenkov A.B., Dadenkov D.A., Ponosova L.V. K voprosu o klassifikatsii avtomatizirovannykh sistem upravleniya [Elektronnyy resurs] <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-klassifikatsii-avtomatizirovannyh-sistem-upravleniya> - S. 243-255 . 22.12.2021.
3. Nadirov N.K., Kashirskiy A.I. i dr. Novyye nefti Kazakhstana i ikh ispol'zovaniye: tekhnika i tekhnologiya nefteprovodnogo transporta. – Almaty: Nauka, 2003.
4. Tynchenko V.S., Kukartsev V. V., Tynchenko V.V., Chzhan E. A., Korpacheva L.N. Automation of monitoring and management of conveyor shop oil-pumping station of coal industry enterprise // Earth and Environmental Science. – 2018. - № 194. – P. 1-6.
5. Yemekeyev A.A., Sagdatullin A.M. Sistema avtomatizatsii nefteperekachivayushchikh nasosnykh stantsiy magistral'nykh nefteprovodov // Uchenyye zapiski Al'met'yevskogo gosudarstvennogo neftyanogo instituta. – 2015. - T. 1(13). – S. 317-324.
6. Kryukov O.V. Automation of oil pumping stations transport of oil products // Труды НГТУ им. П.Е. Алексеева. – 2017. - С. 144-150. - № 3 (118).
7. Babichev S.A., Zakharov P.A. Automated monitoring system for drive motors of gas-compressor units // Automation and Remote Control. – 2011. – Т. 72. – № 1. – С. 175–180.
8. Vorob'yev S. V., Ippolitov V. A., Kryukov O. V. Sistemy avtomatizatsii elektrooborudovaniya ob'yektov s magistral'nymi nefteprovodami // Elektrooborudovaniye: ekspluatatsiya i remont. – 2021. - №9. -S. 1-5.
9. Ling V., Lisienkova L., Deryabin I., Baranova E., Deryabina A. Automation of the production process of the cluster pumping station: justification for controller selection // ESPACIOS. – 2019. - № 40. – С. 2-13.
10. Priyanka E.B., Thangave S, Xiao-Zhi Gao. Review analysis on cloud computing based smart grid technology inthe oil pipeline sensor network system // Petroleum Research. – 2021. - №6. – P. 77-90.

Сведения об авторах:

Ахметова А.М. - PhD, Жасанды интеллект және Big Data кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а., әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.

Шаяхметова А.С. - PhD, Жасанды интеллект және Big Data кафедрасының қауымдастырылған профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.

Закирова А.Б. - педагогика ғылымдарының кандидаты, Астана халықаралық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Akhmetova A.M. - PhD, acting Associate Professor of the Department of Artificial Intelligence and Big Data, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

Shayakhmetova A.S. - PhD, Associate Professor of the Department of Artificial Intelligence and Big Data, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

Zakirova A.B. - Candidate of Pedagogical Sciences, Astana International University, Nur-Sultan, Kazakhstan.