

УДК 004.581.5.681.003

DOI 10.52167/1609-1817-2023-125-2-274-282

С.С. Абдуллаев¹, А. Абдыкадыров¹, К.К.Сарсанбеков¹
С. Марксұлы¹, Ә.С. Абдуллаева²

¹Satbayev University, Алматы, Қазақстан

²Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы, Қазақстан

E-mail: Seidulla@mail.ru

ОЗОНАТОР ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ ЭЛЕКТР ЖЕТЕКТЕРІНІҢ КҮЙІН ҚАШЫҚТАН БАҚЫЛАУ ҮРДІСІН ЗЕРТТЕУ

Андатпа. Бұл ғылыми мақалада озонатор қондырғысының жабдық күйін қашықтан бақылау жүйесінің дамуы сипатталған. Яғни үрдісті басқарудың автоматтандырылған жүйесіне негізделген. Жұмыстың тенденциялары озон технологиясы саласында цифрландыруды дамытуға бағыттталып жасалған. Жүйенің құрылымдық сұлбасы ЭТРО - 03 озонатор қондырғысына әзірленді. Ондағы басты мақсат электр жабдығының күйін қашықтан басқару мен жұмыс орнында отырып пульт көмегімен бақылау. Жүйенің бағдарламалық құрамдас бөліктері таңдалды және олардың арасындағы байланыс архитектурасы күшейтілді. Осы архитектураға сүйене отырып, физикалық қажетті жабдықтар мен бағдарламалық жүйені енгізу жүзеге асырылды. Ұсынылған жұмыс нәтижелерін басқа технологиялық объектілерге қолдануға болады, өйткені бұл жүйенің маңызды артықшылығы оның бейімделгіштігі болып табылады. Бұл жүйенің басқа жүйелерге интеграциялану мүмкіндігі бар екені зерттеу жұмысы барысында анықталды.

Түйінді сөздер. Бақылау және басқару жүйесі, озонатор қондырғысы, электр жетегі, сандық басқару.

Кіріспе.

Бүгінгі таңдағы ғылыми зерттеу жұмыстарында жоғары технологиялық өндірісті құру үшін алдымен цифрлық трансформация үрдісіне ерекше мән беру қажет [1,2,3]. Электр механикалық жүйелерді цифрландыру және физикалық сандық жүйені пайдалануға негізделген объектілерді, олардың арасындағы тұрақты өзара әрекеттесуді ұйымдастыру, сенімді технологиялық деректердің үлкен массивін алу және интеллектуалды аналитиканы қолдану басты мәселе екені атап өткен жөн [4,5].

Шетелде ірі кәсіпорындар мен өндірістерде Manufacturing Executing System (MES) және енгізуде мүмкіндік беретін Enterprise Resource Planning (ERP) жүйелері [6] жабдықтың жағдайын болжау және ұсыныстарды қалыптастыру технологиялық үрдістерді және қызмет көрсету уақытын жақсарту үшін, есептеу алгоритмдеріне және үлкен деректерді өңдеуге негізделген [7]. Кешеннің жағдайын уақтылы бақылау мәселесі технологиялық жабдықтар, соның ішінде электр жетектеріне қатысты [8].

Технологиялық бақылау персоналы тек қызмет көрсету арқылы жүзеге асырылса, онда электр жетегінің диагностикасының тиімділігі маманның тәжірибесіне байланысты [8].

Материалдар мен тәсілдер.

Автоматтандырылған өндіріс саласындағы жетекші өндіруші компаниялар мысалы, Siemens, Emerson, IBM, Terra Ferma және басқалары технологияларды дамытуда, «Ақылды фабриканы» құруға мүмкіндік беретін жабдықтарды сол сияқты автоматты диагностикалық жүйелер бағдарлама мен қамтамасыз етілген [9,10]. Мұндай өлшеу құралдарының жиынтығына мыналар кіреді: физикалық объектілер туралы сенімді

ақпарат, математикалық модельдер немесе сандық басқару және интеллектуалды аналитикалық алгоритмдер болып табылады [4]. Интеллектуалды диагностиканы жүзеге асыру жүйесінде автоматтандырудың орташа деңгейі және ондағы мәліметтерді жинау мүмкін емес [7]. Озонды өңдеу саласында жекелеген компаниялар үрдісті бақылау және болжау үшін автоматтандырылған жүйелерді пайдалануда белсенді жұмыс істейді. Онда бағдарламалық басқару деректері, жұмысшылардың өндірістен тыс уақытын қысқартады да технологиялық операциялар геофизикалық зерттеулер негізінде іске асырылады [11]. Аталған технологияларды қолдану озон технологиясы және газ кен орындарында артық газды және жабдықтарды диагностикалық бақылау бағытында ғылыми зерттеу жұмыстары жүргізілуде. Алайда кең таралған енгізу және әмбебап жүйелер әлі қолданыста жоқ [11]. Озонатор қондырғыларын бақылау мен автоматтандырудың қазіргі деңгейі орташа деңгейде.

Нәтижелер.

Мониторинг жүйесін дамыту бір жағынан нақты технологиялық аспектілерді ескереді. Озонатор түтігі ішіндегі тәжіленуші электродтар санын анықтау мақсатында, ЭТРО - 03 зерттеу құрылғысы ретінде стационарлық озонатор қондырғысы таңдалды, суды немесе ауаны озондау үшін құрылғының өнімділігі 100 г/сағ озон өндіреді [13].

А. Озонатор қондырғысының негізгі механизмдеріне мыналар жатады.

a) озонды өңдеу операцияларын орындауға арналған сызбалар;
b) озонатордағы жоғарғы кернеулі электродтар;
c) қорек көзі және компрессорлар мен сорғылар;
d) электр жетегінің құрылымдық сұлбасы;
e) жиілік түрлендіргіш жүйесі - индукциялық қозғалтқыш (FC-IM);
f) басқарылатын тікелей айналу моменті АВВ (DTC) [14], ол барлық жылдамдық диапазонында қажетті момент;

g) компрессор және сорғы жүйесіндегі жоғарғы жетек жүйесі (TDS). Сондай-ақ FC-IM болып табылатын ACS880 түрлендіргіші бар жүйе [15];

h) берілген уақытта озондалған суды айдау үшін қолданылатын сорғылары мен резервуар түбіндегі қысым. Бастапқы су сорғыларының DTC ACS800 жетегі жиілік арқылы басқарылады АВВ;

i) суды тазалауға және дайындауға арналған циркуляциялық жүйе, газсыздандыру жүйесі, суды дайындауға және сақтауға арналған су резервуарлары. Тазалау жүйесі басқарылатын әртүрлі қуаттылықтағы сорғылардан және компрессорлардан тұрады. Ол басқару панелінен және электр желісінен тікелей қосу арқылы жүзеге асырылады.

Б. Озонатор қондырғысын басқарудың автоматтандырылған жүйесі.

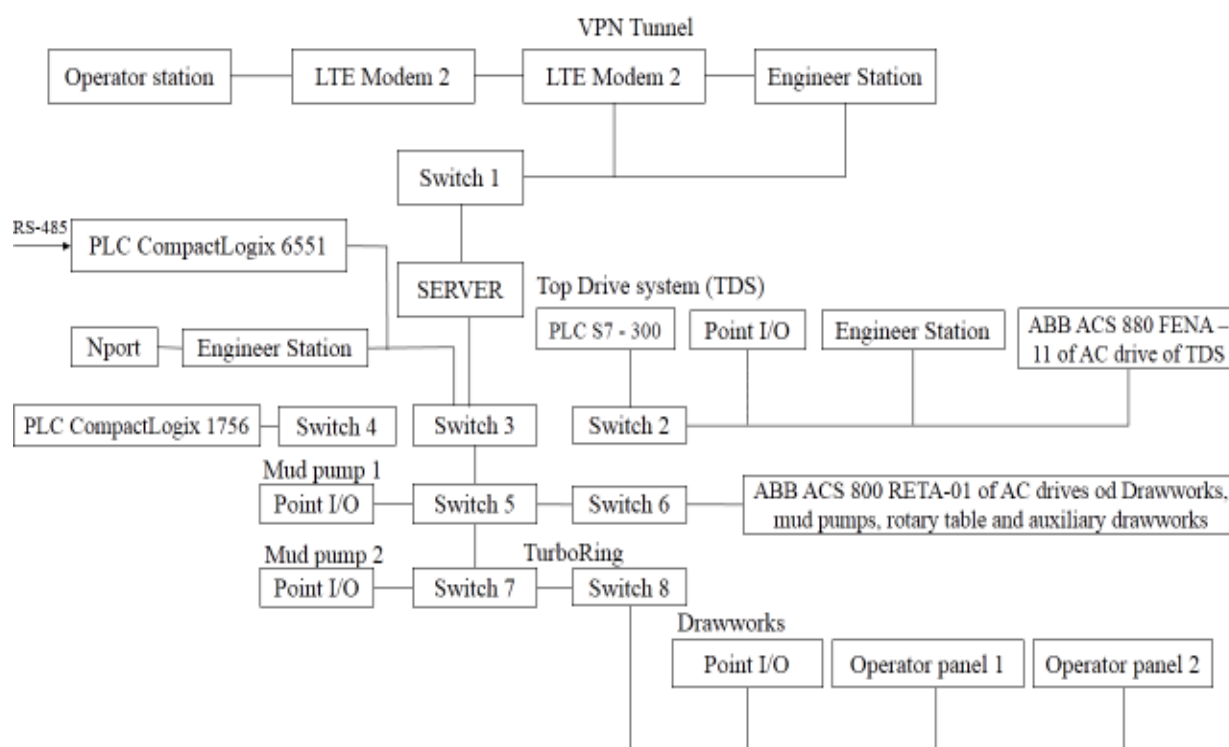
Озонатор қондырғысы орта деңгейдегі автоматтандырылған технологиялық басқару жүйесімен қамтылған. Бағдарламаланатын логикалық контроллер берілген бағдарламаны орындайды және негізгі және қосалқы механизмдерді қолмен немесе жартылай автоматты режимде басқарады. Басқару үшін озонатордағы оператор тақтасының кабинасы, озондалу консолі және басқаруға арналған екі сорғы консолі сол сияқты компрессор қолданылады. Ол диспетчерлендіру көмегімен жүзеге асырылды. Қадағалауды бақылау және деректерді жинау жүйесі (SCADA), ішінде сенсорлық монитор түріндегі инженерлік панель толық тиристорлық құрылғының (CTU) контейнері арқылы іске асады. ЭТРО - 03 озонатор қондырғысында Compact Logix 1756 және ControlLogix 6551 бағдарламаланатын логикалық контроллерлер (PLC) пайдаланылады.

APCS жүйесінде суды озондау деректері алынады. Ондағы параметрлерді бақылау жүйесі (DMSS). APCS және DMSS бір сервер арқылы қосылмаған. Деректер олардың станцияларында бөлек сақталады, озондау жүйесіндегі деректерді APCS көре алмайды.

С. Мониторингтің құрылымдық диаграммасын құру жүйесі.

Деректерге қашықтан қол жеткізу және ағымдағы күйін басқару үшін озонатор қондырғысындағы үрдістерді жүзеге асыру қажет. Оған қызмет көрсетуге мүмкіндік беретін толыққанды инженерлік станция ретінде қосылған компьютері бар ортақ сервер. Ал ақауларды тез табу және басқаруға өзгертулерді енгізу бағдарлама жобасы. Ол сонымен қатар деректерді шығару үшін қажет. Көру мүмкіндігі бар суды озондау/технологтың жұмыс орны, жұмыс уақыты, графиктер, жұмыс және ақаулар туралы есептер. Суды озондау жүйесін қашықтан көру үшін қосымша кіру нүктесін орнату керек. Осының негізінде ЭТРО - 03 озонатор қондырғысының жабдықтарын бақылау жүйесінің блок – схемасы әзірленді (1 – сурет). Схемада жоғарғы деңгейдегі мониторлар жабдықтың жай - күйін болжайды, бірақ бақыламайды. Барлық жабдық арасындағы байланысатын Ethernet қосқыштары және TurboRing деректерін пайдаланып сақина топологиясын құрайды (МОХА компаниясының резервтік технологиясы) [16]. Сервер және озондау қондырғысының орталық PLC APCS қосылған коммутатор 3, және Top Drive System PLC және оған сәйкесінше PLC қосалқы механизмдері 2 және 4 қосқышы арқылы қосылған.

Сервер озонатор қондырғысының жетек контроллері мен жоғарғы жағынан деректерді жинайды (1756 CompactLogix контроллері). ControlLogix 6551 контроллеріне бағынады және байланысады. Қосалқы озондау механизмдерін іске қосу үшін екеуінің арасында технологиялық деректерге арналған жергілікті инженерлік станция қосылған. Коммутатор арқылы сервер 1. LTE арқылы қашықтан бақылау станциясының модемдері серверге коммутатор 1 арқылы қосылады.



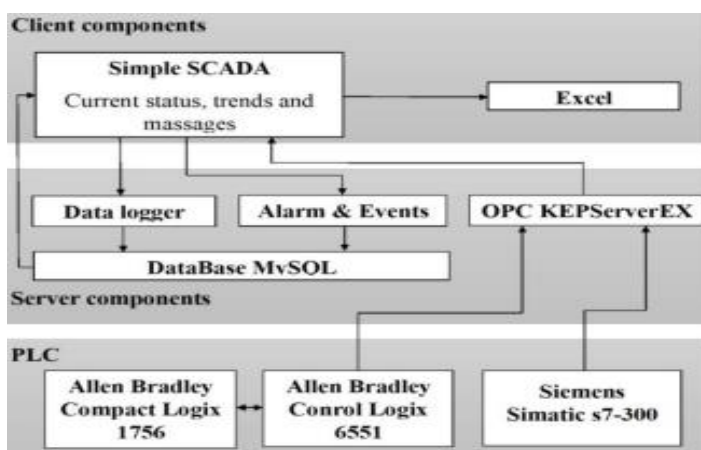
1 сурет - Мониторинг жүйесі желісінің құрылымдық сұлбасы

Мониторинг жүйесінде әзірленген құрылымдық диаграмма ұқсас шешімдерден және ондағы бейімделу қабілетімен ерекшеленеді. Диаграмманы жалпы басқа технологиялық объектілерге қолдануға болады. Бұл құрылымдық сұлба жұмысы туралы мәліметтерді алуға мүмкіндік береді. Мысалы әртүрлі өндірушілердің контроллерлерінің механизмдері - Bradley ControlLogix 6551, CompactLogix 1756 және Siemens Simatic S7

300, сондай-ақ NPort арқылы SKPB сигнал түрлендіргіші RS485 - Industrial Ethernet. Бұл жағдайда, егер сервер мен APCS арасындағы байланыс үзілген жағдайда технологиялық объектінің жұмысы тоқтатылмайды және қалыпты режимде жалғасады.

Д. Бағдарламалық құрал.

PLC деректер алмасуды қамтамасыз ету сондай - ақ дабыл, визуализация және есеп беру үшін арнайы бағдарламалық құрал таңдалып бағдарламалық компоненттері арасындағы байланыс архитектурасы әзірленді. Әртүрлі жұмыстарды бірлесіп жұмыс істеу қабілеті өнеркәсіптік желілердегі аппараттық платформаларға OPC UA (OPC Unified Architecture) пайдалану арқылы қол жеткізілді [17], атап айтқанда KEPServerEX [18]. OPC UA стандарты әртүрлі қызметтерді ұсынады қауіпсіз арна қызметтері сияқты көптеген функцияларды ашады. OPC UA клиенті мен сервер арасындағы интерфейс қызметтердің жиынтығы ретінде анықталады. Олардың арқасында OPC UA мүмкіндік береді ақпаратты және комбинацияларды қауіпсіз және сенімді жеткізу үшін OPC DA, OPC HDA және OPC A&E функциялары [19]. Қызметке қоңырау шалуға ұқсас объектіге бағытталған бағдарламалау тілдеріндегі әдіс. Коммуникацияның дамыған архитектурасы мен жүйенің бағдарламалық құрамдас бөліктері 2 - суретте көрсетілген.



2 сурет - Бағдарламалық қамтамасыз ету компоненттері арасындағы байланыс архитектура жүйесі

KEPserverEX платформасы барлық заманауи талаптарға жауап береді OPC серверлері үшін және сейфтің шарттарын орындайды. Онда технологиялық үрдіс деректерін жинау және талдау кірістірілген Data Logger [20] және Alarm & Events [21] қызметтері. KEPServerEX қызметтері бар OPC, Simple сервер пакеті – Scada [22] және MySQL дерекқоры [23] серверде орнатылған. Яғни бақылау станциясы, қарапайым Scada клиенттік пакеті орнатылған, клиент жүктеп алу мүмкіндігіне ие. SCADA арқылы мәліметтер базасынан Excel бағдарламасына есеп беруге болады. Жабдықтардың күйін бақылаудың визуализациясы және технологиялық үрдіс бағдарламалық пакеттер көмегімен орындалады. Қарапайым – Scada осылайша, бағдарламалық жасақтаманың архитектурасын жылдам қамтамасыз етеді.

Е. Таңдалған жабдық.

Желінің функционалдық диаграммасын жүзеге асыру үшін электр жабдықтарының жағдайын бақылау және қамтамасыз ету, қашықтан қол жеткізу үшін коммутациялық жабдық таңдалды. Ол сигнал түрлендіргіштің және GPRS модульдерін қамтиды. Диспетчерлік серверді жасау үшін компьютер таңдалды, EMV ретінде инженерлік станцияның автоматтандырылған жұмыс орны және бригадирдің немесе технологтың автоматтандырылған жұмыс орны анықталды. Таңдалған жабдықтың сипаттамалары 1 - кестеде көрсетілген.

1 кесте - Таңдалған жабдық

№	Таңдалған жабдық			
1	элемент	сатушы	үлгісі	ерекшелігі
2	Сервер	Dell	PowerEdge R240	Intel Core i3–8100, 4x3.6 GHz, 16 Gb DDR4, 1 TB
3	UPS	APC	Smart–UPS SRT SRT1000RMXLI –NC	230 VAC, 1000 VA, on-line
4	ES	Dell	APM Vostro 3671 MT	Intel Core i5–9400, 4.1 GHz, 8 GB DDR4, 1 TB
5	Ауыстыру	MOXA	Moxa EDS– 508/505	STP, RSTP, MSTP, Turbo Ring v1/v2, Turbo Chain,
6	Түрлендіргіш		NPort IA–5250	RS – 485 2 wire and RS – 485 4 wire
7	LTE модем		ONECELL G3150A–LTE	10/100 Мбит/с, auto MDI/MDIX

Таңдалған бағдарламалық құрал мен жабдық негізінде ЭТРО - 04 қондырғысы қашықтан бақылау үшін қосылу сұлбасы әзірленді [24]. Бағдарламалық қамтамасыз ету компоненттерінің жүйелік талаптары озонатордың өнімділігіне сәйкес келеді [18, 22]. Сол сияқты жұмыс күйін қашықтан бақылаудың визуализациясы мен озонатор қондырғысының жабдықтары әзірленді [24].

Ғ. Сандық басқаруға арналған бағдарламалық құралды таңдау және қосу.

Сандық басқаруды жүзеге асыруға арналған бағдарламалық қамтамасыз ету ретінде, [27], бұл ANSYS Twin әмбебап бағдарламалық жүйесін пайдалануды ұсынды. Жоспарлауға, әзірлеуге, тексеруге және мониторингі физикалық аналогтың бүкіл циклі бойынша мүмкіндік береді [25].

Осы зерттеу аясында төмендегі ғылыми нәтижелер үлкен қызығушылық тудырады:

a) негізделген интеллектуалды электржетегінің алгоритмдері;
b) нейрондық желіні пайдаланатын FC - IM жүйесі, ол электр жетегінің сенімділігі мен оның тиімділігін жақсартады, бұл күрделі өндірістік технология үшін өте маңызды [8];

c) сандық басқарудың нейродиагностика жүйесі электр жетек қозғалтқышындағы токтардың авариялық мәндерін жоғары дәлдікпен болжауға мүмкіндік береді [25];

d) асинхронды қозғалтқыштың нейродиагностика жүйесі температуралық датчиктерді қолданбай, жабдықты минималды түрде нақты уақытта термиялық қорғауға мүмкіндік береді [26].

Сандық басқаруды физикалық жүйеге қосу сенсорлар мен сенсорлардан ақпаратты алу үшін қажет.

Ол Industrial Internet of Things (IIoT) платформасы сілтеме болып табылады. Сол сияқты ThingsBoard жүйелер де платформалық негіз болып табылады [28]. Бұл платформаның артықшылықтары ашық бастапқы кодты, салалық стандартты IIoT қолдауын қамтиды (хаттамалар: MQTT, CoAP, HTTP) [28]. ThingsBoard жергілікті деректерді орналастыру, бақылау мүмкіндігі бар және физикалық нысандарды басқару, деректерді жинау және сақтау, визуализация және мониторинг бақылауға мүмкіндік береді [4]. Таңдалған бағдарламалық құрал IIoT платформасын ANSYS Twin Builder бағдарламасымен біріктірген жағдайда қолайлы [4].

Талқылау.

Ол жартылай автоматты режимдегі механизмдер үшін электр жабдығының күйін қашықтықтан бақылауға мүмкіндік бермейді [3, 11]. Технологиялық үрдіс кезінде

озонатор қондырғысының электр жетек күйін қашықтан басқару мен бақылау жүйесі шешілмегендіктен осы ғылыми зерттеу жұмысында өзекті мәселе болып табылады. Озонатор және газ өңдеуге арналған компаниялардың көбінде бұл мәселе шешілмегендіктен экономикалық шығынды арттырады [11]. Сондықтан үрдіс мезетінде озонаторды бақылау жүйесін жасай отырып, цифрлық технологияға жаппай көшу қажет [12]. Жүйеге сандық басқаруды енгізу қазіргі заманғы деректермен алмасуға арналған электр жабдықтарының нақты уақытымен өндірістік үрдістерді оңтайландырады.

Қорытынды.

Ғылыми зерттеу жұмысын қорытындылай келе Smart Factory атап айтқанда ЭТРО – 03 озонаторды қашықтан басқару жүйесін енгізу мен бірге электр жетектердің жабдығының жағдайын бақылау әзірленді. Сол сияқты оңтайлы уақытты жоспарлау арқылы технологиялық үрдістерді оңтайландыру және техникалық қызмет көрсету, жөндеу сонымен қатар өндірістен тыс жағдайларды азайту мәселесі қарастырылды.

Әзірленген жүйе жағдайын бақылауға мүмкіндік беретін күштік электр жабдықтары, өлшеу құралдары және технологиялық үрдістерді басқарудың автоматтандырылған жүйесінің құрамдас бөліктері - озонатор, олардан мәліметтерді қабылдау, оларды өңдеу және электр жабдығының жағдайын қашықтан бақылау жұмыстары жүргізілді. Басқару жүйесінде деректерді сервер дискісінде сақталады. Деректер Excel кестелері түрінде алынған болуы мүмкін. Қосымша ретінде деректер, жүйе ескертулер туралы хабарламалар, апаттар мен жабдықтың ақаулары, бұл хабарлар сервер дискісінде автоматты түрде сақталады да кез келген уақытта қаралады.

Зерттеу жұмысының желілік құрылымы жағынан жаңалығы бағдарламалық өнімдердің оңтайлы орналасуы жүйенің келесі артықшылықтары мен сипатталады:

1)Қазіргі АPCS-ті қайта жабдықтаудың қажеті жоқ - сенсорлар, жетектер, PLC біртұтас біріктірілген мониторинг жүйесі;

2)Орта деңгей архитектурасының жұмысына өзгерістер енгізілмейді, бақылау жүйесі әсер етпейді, АPCS жұмысы осылайша әзірленген жүйе істен шыққан немесе байланыс жоғалған жағдайда ЭТРО - 03 озонатор қондырғысының жұмысы әдеттегідей жалғасады;

3)Жүйенің бейімделуі басқа озонатор қондырғыларында және технологиялық объектілерде қолданылады;

4)Алынған деректер жергілікті серверде сақталады, яғни тікелей технологиялық нысанда орналасқан және қашықтан қол жеткізу қауіпсіз LTE модемдері арқылы жүзеге асырылады;

5)Таңдалған OPC UA арқылы цифрлық басқаруды қосуға болады;

6)Әзірленген құрылымның толыққанды негізі бар (кәсіпорынға MES жүйесіне енгізуге), ол үшін деректерді талдауды жүзеге асыру алгоритмдері қажет;

7)Таңдалған жабдықтың қуаты және қауіпсіздігі болашақта автоматтандырылған басқару жүйесінде интеллектуалды байланыстарды құруға мүмкіндік береді

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Digital Transformation. “Digital Transformation in Oil and Gas industry”. [Online]. Available: <https://digitalization.neftgaz.ru/>

[2] N. A. Erjomin, V. E. Stoljarov, A. I. Arhipov, and A. D. Chernikov, “Digital technologies for well construction. Creation of a highperformance automated system for preventing complications and emergencies during the construction of oil and gas wells,” Neftgaz.ru, no. 4(100), 2020.

[3] S. S. Kondratenko and V. I. Sidel'nikov, “Reasons for creating and implementing a MES system at the enterprise,” Innovative science, no. 6, pp. 49–50, 2020.

- [4] P. Bruk, Digital twins based on multiphysical process modeling. [Online]. Available: <https://sapr.ru/article/25888>
- [5] F. Almada-Lobo, “The Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems (MES),” *Journal of Innovation Management*, no. 3, pp. 16–21, 2016.
- [6] E. A. Zotova “Integration of ERP and MES-systems,” *Young Scientist*, no. 4(242), pp. 1–3, 2019.
- [7] E. B. Frolov, A. S. Klimov, and Zin Min Htun, “Digital twin of production system based on software of MES category,” *Bulletin of the Bryansk state technical University*, no. 12(73), pp. 63–71, 2018. DOI: 10.30987/article_5c0f808e9b29f7.40393956
- [8] I. M. Jabbaro and A. Khokhlov, “Adaptive intelligent electric drive for industrial facilities,” *Bulletin of the Rybinsk State Aviation Technological Academy Named after A. Solovyov*, no. 2(33), pp. 115–119, 2015.
- [9] I. V. Lopuhov, “Intelligent systems in oil fields: examples,” *Control Engineering Russia*, no. 2(68), pp. 75–78, 2017.
- [10] M. Ju. Ginijatov, “Integrated solutions for oil and gas production. Intellectual oilfield,” *Automation in industry*, no. 3, pp. 43–46, 2016.
- [11] S. M. Akselrod, “A complete automation of drilling is on the agenda (based on foreign publications),” *Logger*, no. 4(262), pp. 94–125, 2016.
- [12] K. S. Ponamarev, M. A. Shutikov, and A. N. Feofanov, “Digital twin as an instrument of enterprise digital transformation,” *Bulletin MSTU Stankin*, no. 4(51), pp. 19–23, 2019.
- [13] Stationary drilling rigs for rn-drilling. [Online]. Available: <http://www.uralmashngo.com/index.php/2011-07-21-12-51-59/2012-08-13-09-40-30>
- [14] ABB Oy., Firmware guide ACS800, 2012. [Online]. Available: https://library.e.abb.com/public/6f96ed70e1b467a9c12578f80034ed25/E_N_ACS800_Standard_FW_L.pdf
- [15] ABB Oy., Firmware guide ACS880, 2015. [Online]. Available: https://library.e.abb.com/public/ddcd68611fc24b649fe30c547d4a0d45/AINF230x_ru.pdf
- [16] A. Mifdaoui and A. Amari, “Real-time ethernet solutions supporting ring topology from an avionics perspective: A short survey,” *Emerging Technologies and Factory Automation*, pp. 1–8, 2017.
- [17] W. Mahnke, S. Leitner, and M. Damm, *OPC Unified Architecture*. Berlin: Springer-Verlag, 2009.
- [18] Kepware KEPServerEX Manual, 2015.
- [19] V. M. Denisenko, *OPC UA specification. Encyclopedia of ACS TP*, 2018.
- [20] PTC Inc., *Kepware Alarms & Events Plug-In Manual*, 2019. [Online]. Available: <https://www.kepware.com/getattachment/d1cbbca1-a68e46c0-b3b5-e30b271c1ce1/alarms-events-manual.pdf>
- [21] PTC Inc., *Kepware DataLogger Manual*, 2020. [Online]. Available: [https://www.kepware.com/getattachment/0d03ebb2-e017-417b-b9c5-5d5e7fb9165c/datalogger-manual-\(1\).pdf](https://www.kepware.com/getattachment/0d03ebb2-e017-417b-b9c5-5d5e7fb9165c/datalogger-manual-(1).pdf)
- [22] Simple-Scada Inc., *Manual Simple-Scada 2*, 2016. [Online]. Available: <https://simple-scada.com/help/manual/index.html>
- [23] MySQL AB, *MySQL Manual*, 2020. [Online]. Available: <http://www.mysql.ru/docs/man/Introduction.html>
- [24] D. Yu. Khriukin, “Rig Automated Control System,” M’s Thehis, 2020.
- [25] V. M. Buyniak, “Neurodiagnostic, neuroprogenitor emergency currents in the windings of the motor digital servo drive,” *Current issues of modern science and education*, no. 3, pp. 59–71, 2020.
- [26] F. R. Ismagilov, “Indirect determination of the temperature of induction motor windings,” *Russian Electrical Engineering*, no. 10, pp. 23–27, 2016.

[27] E. A. Masliev, “Implementation of the observer on the basis of the digital kalman filter for the lateral deflection control system of the automatic warehouse platform,” *Mathematical methods in engineering and technology*, no. 1, pp. 105–112, 2018.

[28] Thingsboard, Documentation for using ThingsBoard IoT Platform. [Online]. Available: <https://thingsboard.io/docs/>

Сейдулла Абдуллаев, т.ғ.д., профессор, Satbayev University, Алматы, Қазақстан, Seidulla@mail.ru

Асель Абдуллаева, магистр, Международный университет информационных технологий, Алматы, Казахстан, a.abdullayeva@iitu.edu.kz

Аскар Абдыкадыров, к.т.н., ассоциированный профессор, Satbayev University, Алматы, Казахстан, a.abdykadyrov@satbayev.university

Курмангазы Сарсанбеков, старший преподаватель, Satbayev University, Алматы, Казахстан, kurman.1964@mail.ru

Сунгат Марксұлы, магистр, старший преподаватель, Satbayev University, Алматы, Казахстан, sungat50@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ОЗОНАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Аннотация. В этой научной статье описывается разработка системы удаленного мониторинга состояния оборудования озонаторной установки. Т. е. основан на автоматизированной системе управления процессом. Тенденции работы направлены на развитие цифровизации в области озонных технологий. Структурная схема системы разработана для озонаторной установки ЭТРО-03. Основная цель-контролировать состояние электрооборудования с помощью пульта дистанционного управления и пульта дистанционного управления на рабочем месте. Были выбраны программные компоненты системы и усилена архитектура связи между ними. На основе этой архитектуры было осуществлено внедрение физически необходимого оборудования и программной системы. Представленные результаты работы могут быть применены к другим технологическим объектам, так как важным преимуществом данной системы является ее адаптивность. В ходе исследовательской работы было обнаружено, что эта система может интегрироваться в другие системы.

Ключевые слова. Система контроля и управления, озонаторная установка, электропривод, цифровое управление.

Seydulla Abdullaev, doctor of technical sciences, professor, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, Seidulla@mail.ru

Asel Abdullaeva, master's degree, International University of Information Technology, Almaty, Kazakhstan, a.abdullayeva@iitu.edu.kz

Askar Abdikadyrov, candidate of technical sciences, associate professor, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, a.abdykadyrov@satbayev.university

Kurmangazy Sarsanbekov, senior lecturer, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, kurman.1964@mail.ru

Sungat Marxuly, master, Satbayev University, senior lecturer, Almaty, Kazakhstan, sungat50@gmail.com

INVESTIGATION OF THE PROCESS OF REMOTE MONITORING OF THE STATE OF ELECTRIC DRIVES OF THE OZONATOR INSTALLATION

Annotation. This scientific article describes the development of a system for remote monitoring of the state of the equipment of an ozonator installation. I.e. it is based on an automated process control system. The trends of the work are aimed at the development of digitalization in the field of ozone technologies. The block diagram of the system is designed for the ozonator installation ETO-03. The main purpose is to monitor the condition of electrical equipment using a remote control and a remote control at the workplace. The software components of the system were selected and the communication architecture between them was strengthened. On the basis of this architecture, the implementation of physically necessary equipment and software system was carried out. The presented results of the work can be applied to other technological objects, since an important advantage of this system is its adaptability. During the research work, it was discovered that this system can be integrated into other systems.

Keywords. Monitoring and control system, ozonator installation, electric drive, digital control.
