

№11 дәріс. АВТОМАТТАНДЫРУ ЖӘНЕ БАСҚАРУ ЖҮЙЕЛЕРІ

Жоспары:

1. Автоматтандыру және басқару жүйелеріне кіріспе
2. Автоматтандыру және басқару жүйелерінің компоненттері
3. Өнеркәсіптік автоматтандыру және SCADA жүйелерінің рөлі
4. Сау-ны интернет заттарымен біріктіру (IoT)
5. Сау енгізудің артықшылықтары мен қиындықтары
6. Автоматтандыру құралдары
7. Қорытынды

Автоматтандыру және басқару жүйелеріне кіріспе

Автоматтандыру және басқару жүйелері (ау) заманауи өнеркәсіп пен қызмет көрсету саласында шешуші рөл атқарады, бұл компанияларға процестерді оңтайландыруға, қателерді азайтуға және өнімділікті арттыруға мүмкіндік береді. Сау ресурстарды басқаруды жақсартуға және шығындарды азайтуға көмектесетін әртүрлі өндірістік және бизнес процестерді автоматтандыруға бағытталған технологиялардың кең ауқымын қамтиды. Бұл жүйелер өнеркәсіптік кәсіпорындар мен көліктен бастап денсаулық сақтау мен білім беруге дейін әртүрлі салаларда қолданылады.

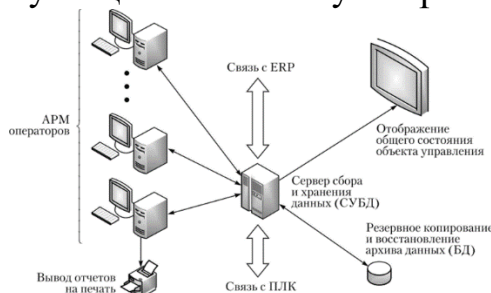
Сау-ның негізгі мақсаты - бұрын қолмен орындалған күнделікті операцияларды Автоматтандыру және процестерді үнемі бақылау мен бақылауды қамтамасыз ету. Автоматтандыру жүйелеріне бағдарламаланатын логикалық контроллерлер (PLC), деректерді жинауды және өңдеуді қамтамасыз ететін SCADA жүйелері және бүкіл кәсіпорын деңгейінде жұмысты үйлестіру үшін ERP деңгейіндегі басқару жүйелері кіруі мүмкін. Сау адам факторына тәуелділікті азайтуға көмектеседі және жұмыс тиімділігін арттырады, бұл әсіресе үлкен өндіріс көлемі немесе күрделі бизнес құрылымы бар ірі компаниялар үшін өте маңызды.

Қазіргі заманғы сау IoT (IoT), бұлтты есептеу және жасанды интеллект (AI) сияқты технологияларға сүйенеді, бұл жүйелердің икемді және бейімделуіне мүмкіндік береді. Сау енгізу компанияларға өзгерістерге тезірек жауап беруге және бәсекеге қабілеттілікті арттыруға мүмкіндік береді. Автоматтандыру ұсынатын мүмкіндіктердің арқасында кәсіпорындар ресурстарды басқаруды айтарлықтай жақсарты алады, шығындарды азайтады және жалпы өнімділікті арттырады.

Автоматтандыру және басқару жүйелерінің компоненттері

Автоматтандыру және басқару жүйелері бірнеше негізгі компоненттерден тұрады, олардың әрқайсысы жалпы автоматтандыру процесінде маңызды функцияны орындайды. Бағдарламаланатын логикалық контроллерлер (PLC) ау-да маңызды рөл атқарады, өйткені олар нақты уақыттағы процестерді басқаруға және басқаруға жауап береді. PLC өндіріс және деректерді өңдеу сияқты өндірістік процестерді автоматтандыру және бақылау үшін қолданылады. Бұл

құрылғылар жабдықтың жұмысын бақылауға және процестердің минималды ақаулармен сенімді орындалуын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.



Сурет 1. SCADA жүйесінің техникалық қамтамасыз ету құрылымы

SCADA (Сурет 1) жүйелері (Supervisory Control and Data Acquisition) сонымен қатар сау-да орталық болып табылады. Бұл жүйелер барлық компоненттердің жұмысын бақылауды және жинауды қамтамасыз етеді, бұл операторларға жүйенің күйін нақты уақыт режимінде бақылауға және ақаулар мен ауытқуларды анықтаған кезде шаралар қабылдауға мүмкіндік береді. SCADA жүйелері көбінесе өндіріс орындарында және энергетикада жабдықтар мен ресурстарды үнемі бақылау және әртүрлі бөлімшелердің жұмысын үйлестіру үшін қолданылады.

Кәсіпорын деңгейіндегі басқару жүйелері (ERP, Сурет 2)-бұл кәсіпорын деңгейіндегі барлық бизнес-процестерді үйлестіруге мүмкіндік беретін бағдарламалық шешімдер. ERP жүйелері қаржы, логистика және өндіріс сияқты әртүрлі бөлімдердің ақпаратын біріктіреді, бұл компания менеджментіне істердің ағымдағы жай-күйі туралы толық түсінік алуға және негізделген шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді. ERP енгізу сонымен қатар ресурстарды жоспарлауды жақсартуға және шығындарды оңтайландыруға ықпал етеді.



Сурет 2. ERP диаграммасы

Өнеркәсіптік автоматтандыру және SCADA жүйелерінің рөлі

Өнеркәсіптік автоматтандыру компанияларға шығындарды азайтуға және өнімділікті арттыруға мүмкіндік беретін сау қолданудың маңызды бағыттарының бірі болып табылады. SCADA жүйелері мұнда шешуші рөл атқарады, өйткені олар өндіріс процестерін нақты уақыт режимінде басқаруға және бақылауға мүмкіндік береді. SCADA жүйелері өндірістік нысандардың жұмысын оңтайландыруға және қол еңбегіне деген қажеттілікті азайтуға мүмкіндік беретін жабдықты қашықтан басқару үшін қолданылады. Бұл жүйелер өндірісте, энергетикада, мұнай-газда және процестерді жоғары дәлдікпен бақылау қажет басқа салаларда кеңінен қолданылады.

SCADA жүйелері сенсорлар мен контроллерлер сияқты әртүрлі құрылғылардан деректерді жинайды, оларды өңдейді және операторларға объектілердің күйі мен ықтимал ауытқулар туралы ақпарат береді. Бұл операторларға ақаулардың алдын алу және жабдықтың тоқтап қалуын азайту үшін уақтылы шаралар қабылдауға мүмкіндік береді. SCADA жүйелерінің маңызды элементі-инженерлер мен операторларға кез келген жерден объектілердің жұмысын бақылауға мүмкіндік беретін қашықтан қол жеткізу мүмкіндігі.

Сонымен қатар, SCADA жүйелерін PLC және ERP жүйелері сияқты басқа ау компоненттерімен біріктіруге болады, бұл үйлестіру деңгейін жақсартуға және бүкіл инфрақұрылымды жақсартуға көмектеседі. SCADA жүйелерін пайдалану компанияларға жабдықтың істен шығуына байланысты тәуекелдерді азайтуға және өндіріс процестерінің қауіпсіздігі мен сенімділігін айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді. Осылайша, SCADA жүйелері өнеркәсіптік аулардың ажырамас бөлігі болып табылады және олардың жоғары тиімділігін сақтауда шешуші рөл атқарады.

Өнеркәсіптік автоматтандыру қазіргі заманғы кәсіпорындардың тиімділігін, қауіпсіздігін және бәсекеге қабілеттілігін арттыру үшін негіз болды. Бұл процесте SCADA жүйелері (Supervisory Control and Data Acquisition) шешуші рөл атқарады, өйткені олар өндіріс процестерін нақты уақытта бақылауға және басқаруға мүмкіндік береді. Бұл жүйелер әсіресе дәлдік пен сенімділіктің жоғары деңгейі маңызды энергетика, мұнай-газ өнеркәсібі, химиялық өңдеу және өндіріс сияқты салаларда пайдалы.

SCADA жүйелері нысандағы әртүрлі құрылғылар мен Сенсорлардан деректерді жинауды, талдауды және визуализацияны қамтамасыз етеді. Деректер температура, қысым, сұйықтық деңгейі, ағын жылдамдығы көрсеткіштерін, сондай-ақ машиналар мен жабдықтардың жұмысы туралы ақпаратты қамтуы мүмкін. Бұл деректер операторларға орталық басқару жүйесі арқылы беріледі, бұл ағымдағы параметрлерді бақылауға және кез келген ауытқуларға жедел жауап беруге мүмкіндік береді. SCADA бағдарламалық құралы төтенше жағдайлардың алдын алуға және шығындарды азайтуға көмектесетін ықтимал ақаулар туралы ескертулер мен хабарландыруларды орнату арқылы ақпаратты өңдейді.

Қашықтан қол жеткізу-SCADA жүйелерінің маңызды артықшылықтарының бірі. Заманауи SCADA жүйелері операторлар мен инженерлерге жүйеге кез келген жерден қорғалған арналар арқылы қосылуға мүмкіндік береді. Бұл қашықтағы нысандарды басқару мүмкіндіктерін айтарлықтай кеңейтеді және әсіресе жабдыққа қол жеткізу қиын немесе қауіпті жағдайларда пайдалы. Атап айтқанда, энергетикалық компаниялар шалғай аудандарда орналасқан тарату станцияларын әр объектіге мамандарды жібермей-ақ басқара алады, бұл уақыт пен ресурстарды үнемдейді.

SCADA жүйелері оқшауланбайды: олар көбінесе Автоматтандыру және басқару жүйесінің (au) басқа компоненттерімен, мысалы, бағдарламаланатын логикалық контроллерлермен (PLC) және кәсіпорын ресурстарын басқару жүйелерімен (ERP) біріктіріледі. PLC жергілікті жабдықты басқару және автоматтандыру функцияларын орындауға жауапты, ал SCADA жүйелері барлық процестерді орталықтандырылған басқаруды қамтамасыз ету арқылы олардың жұмысын үйлестіреді. Мысалы, егер кәсіпорында түйіндердің бірінің жұмысында ауытқу болса, SCADA жүйесі бұл деректерді PLC-ден тез алады және қалыпты жұмысты қалпына келтіру үшін шаралар қабылдай алатын операторларға жібереді.

SCADA жүйелерін ERP-мен біріктіру ресурстарды басқаруды жақсартады, өйткені бұл компания басшылығына өндірістің қазіргі жағдайы, материалдар мен энергия ресурстарын тұтыну және жабдықтың тиімділігі туралы нақты мәліметтер алуға мүмкіндік береді. Бұл негізделген шешімдер қабылдауға, жоспарлауға және болжауға көмектеседі. Мысал ретінде өнімділік деректерін жоспарлау жүйесімен біріктіру болып табылады, бұл ағымдағы жағдайға байланысты Өндіріс жоспарларын жедел реттеуге мүмкіндік береді.

Қауіпсіздік пен сенімділікті арттыру SCADA жүйелерін қолданудың тағы бір маңызды аспектісі болып табылады. Олар жабдықтың істен шығуы мен апаттарға байланысты тәуекелдерді азайтуға ықпал етеді, өйткені олар операторларға нақты уақыттағы ықтимал ауытқулар туралы ескертеді. Төтенше жағдай туындаған жағдайда, SCADA жүйесі жабдықты автоматты түрде өшіре алады немесе апаттық механизмдерді іске қоса алады, бұл зиянды азайтуға және қызметкерлердің қауіпсіздігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Бұл мүмкіндіктер әсіресе мұнай-химия зауыттары сияқты денсаулық пен қауіпсіздікке қауіп төндіретін нысандарда сұранысқа ие, мұнда басқарудағы қателіктер ауыр зардаптарға әкелуі мүмкін.

SCADA жүйелерінің тағы бір маңызды артықшылығы-кейінірек пайдалану үшін деректерді талдау және сақтау мүмкіндігі. SCADA негізіндегі деректерді автоматты түрде жинау жүйелері инженерлерге жасырын тенденцияларды анықтауға және ықтимал жақсартуларды анықтауға мүмкіндік беретін жабдық параметрлері мен процестеріндегі әрбір өзгерісті түсіреді. Тарихи деректерді талдау жұмысты оңтайландыру және шығындарды азайту Стратегияларын

жасауға көмектеседі, бұл ұзақ мерзімді перспективада кәсіпорынның тиімділігіне оң әсер етеді.

Жалпы, SCADA жүйелері өнеркәсіптік автоматтандырудың ажырамас бөлігі болып табылады және компанияларға тиімділікті арттыру, операциялық шығындарды азайту және өндіріс процестерін басқаруды жақсарту құралдарын ұсынады.

Sau-ны интернет заттарымен біріктіру (IoT)

Қазіргі заманғы автоматтандыру және басқару жүйелері заттар интернетімен (IoT) белсенді түрде интеграцияланады, Бұл Бизнеске нақты уақыт режимінде деректерді өңдеуге және қоршаған ортадағы өзгерістерге автоматты түрде жауап беруге қабілетті "ақылды" жүйелерді құруға мүмкіндік береді. IoT сенсорлар мен контроллерлер сияқты көптеген құрылғыларды желіге қосуға мүмкіндік береді, бұл деректерді жинау мен процесті басқаруды жақсартады. Бұл құрылғылар ақпаратты sau-ға жібереді, онда ол өңделеді және талданады, бұл жүйеге ауытқуларға бірден жауап беруге және процестерді автоматты түрде оңтайландыруға мүмкіндік береді.

ИОТ-ті sau-мен біріктіру өнімділікті жақсарту және шығындарды азайту үшін жаңа мүмкіндіктер ашады. Мысалы, IoT сенсорларын пайдалану жабдықтың күйін бақылауға және оның тозуын болжауға мүмкіндік береді, бұл жөндеуді уақтылы жоспарлауға және тоқтап қалудың алдын алуға көмектеседі. Нәтижесінде компаниялар жабдыққа техникалық қызмет көрсету шығындарын азайтып, оның тиімділігін арттыра алады.

Сонымен қатар, ИОТ арқасында sau икемді және бейімделгіш болады, бұл бизнеске өзгерістерге тезірек жауап беруге және бәсекеге қабілеттілігін жақсартуға мүмкіндік береді. ИОТ-ті sau-ға енгізу әсіресе сенімділік пен жылдамдықтың жоғары деңгейі қажет болатын өндірістік салалар мен энергетикада сұранысқа ие. ИОТ-ті sau-мен біріктіру қызметкерлер үшін қауіпсіз жұмыс жағдайларын жасауға мүмкіндік береді, өйткені автоматтандырылған жүйелер ықтимал қауіптерге тез жауап бере алады және төтенше жағдайлар туралы ескертеді.

Sau енгізудің артықшылықтары мен қиындықтары

Ұйымға Автоматтандыру және басқару жүйелерін енгізу өнімділікті арттыру, процесті бақылауды жақсарту және шығындарды азайту сияқты көптеген артықшылықтарды ұсынады. Sau-ның басты артықшылығы-адамның қатысуын азайтуға және қателіктер ықтималдығын азайтуға мүмкіндік беретін күнделікті тапсырмаларды автоматтандыру мүмкіндігі. Бұл процестердің тиімділігі мен өнімділігінің артуына, сондай-ақ өнімдер мен қызметтердің сапасының артуына әкеледі.

Бақылау мен бақылауды жақсарту да sau үшін маңызды артықшылық болып табылады. Автоматтандырылған жүйелердің арқасында компаниялар ауытқуларға тез жауап беру және ықтимал ақауларды жою арқылы жабдықтар

мен процестердің күйін тұрақты бақылауды жүзеге асыра алады. Бұл тоқтап қалуды азайтуға және инфрақұрылымның сенімділігін арттыруға көмектеседі.

Sau енгізуге байланысты қиындықтар да бар. Мысалы, бастапқы іске асырудың жоғары шығындары және инфрақұрылымды жаңарту қажеттілігі компаниялар үшін кедергі болуы мүмкін. Сонымен қатар, sau-мен жұмыс істеу үшін қызметкерлерді оқыту, сондай-ақ жүйеге техникалық қызмет көрсету қажет, бұл қосымша шығындарды талап етеді. Сонымен қатар, технологияға тәуелділіктің артуы киберқауіпсіздікке және жабдықтың дұрыс жұмыс істемеуіне байланысты тәуекелдерді тудырады.

Дегенмен, ау артықшылықтары кемшіліктерден айтарлықтай асып түседі және осы жүйелерді сәтті біріктірген компаниялар операциялық тиімділік пен бәсекеге қабілеттілікті айтарлықтай арттырады.

Автоматтандыру құралдары

Жүйелерді басқару және конфигурациялау процестерін автоматтандыру Қазіргі ат инфрақұрылымында шешуші рөл атқарады. Ansible, Puppet және Chef сияқты автоматтандыру құралдары ұйымдарға конфигурацияларды тиімді басқаруға, қолданбаларды кеңейтуге және жүйелердің жоғары қолжетімділігін сақтауға мүмкіндік береді. Бұл құралдар өнімділікті арттырып қана қоймайды, сонымен қатар қолмен жүретін процестерге қатысты қателіктердің ықтималдығын азайтады.

1. Ansible

Ansible-бұл Ansible Playbooks деп аталатын қарапайым YAML негізіндегі сипаттама тілін қолданатын автоматтандыру құралы. Ол қолданбаларды конфигурациялау мен орналастыруды басқаруды жеңілдетуге бағытталған.

Пайдаланудың қарапайымдылығы: Ansible басқарылатын жүйелерде агентті орнатуды қажет етпейді, бұл орнату процесін айтарлықтай жеңілдетеді. Басқару SSH арқылы жүзеге асырылады, бұл оны әкімшілер үшін ерекше тартымды етеді.

Модульдік архитектура: Ansible әртүрлі бұлттық провайдерлермен, нұсқаларды басқару жүйелерімен және желілік құрылғылармен жұмыс істеуге арналған көптеген модульдерді ұсынады. Бұл Ansible-ді қолданыстағы жұмыс процестеріне оңай біріктіруге мүмкіндік береді.

Idempotency: Ansible бір сценарийді қайта орындау, егер ол қажетті күйде болса, жүйені өзгертпеуін қамтамасыз етеді. Бұл автоматтандырылған процестердің сенімділігі мен болжамдылығын қамтамасыз етеді.

2. Puppet

Қуыршақ-бұл декларативті тәсілді қолданатын конфигурацияны басқарудың тағы бір қуатты құралы. Қуыршақ жүйенің қажетті күйін сипаттауға және оны автоматты түрде сақтауға мүмкіндік береді.

Декларативті тіл: қуыршақ мақсатты жүйелерде қандай ресурстарды орнату және конфигурациялау керектігін сипаттауға мүмкіндік беретін өз тілін

қолданады. Бұл басқару процесін жеңілдетеді, өйткені әкімшілер нақты командаларға емес, қажетті күйге назар аудара алады.

Кең функционалдылық: Puppet пакеттер, қызметтер, конфигурация файлдары және т.б. сияқты әртүрлі ресурстарды басқаруға мүмкіндік беретін модульдердің кең кітапханасын ұсынады.

Инфрақұрылымды код ретінде қолдау (IaC): Puppet конфигурацияларды код ретінде сақтауға мүмкіндік береді, бұл нұсқаларды басқаруды және командалардың бірлесіп жұмыс істеуін жақсартады.

3. Chef

Chef-бұл декларативті тәсілді қолданатын тағы бір автоматтандыру құралы. Chef әзірлеушілер мен әкімшілерге қолданбалар мен қызметтерді Орнату және конфигурациялау жолын сипаттайтын "рецепттер" арқылы конфигурацияларды басқаруға мүмкіндік береді.

Икемділік: Chef пайдаланушыларға Ruby-ді "рецепттерін" жазу үшін пайдалануға мүмкіндік береді, бұл теңшеуге көбірек мүмкіндік береді. Бұл аспазды икемді етеді, бірақ сонымен бірге терең техникалық білімді қажет етеді.

Түйінді басқару жүйесі: Chef клиент-сервер архитектурасын пайдаланады, мұнда Chef сервері түйін конфигурациясының күйін басқарады. Клиенттер (немесе агенттер) мезгіл-мезгіл серверден қандай өзгерістер енгізу керектігін сұрайды.

Экожүйе: Chef-те көптеген қол жетімді "рецепттер" мен "аспаздық кітаптар" бар дамыған экожүйе бар, оларды жалпы қолданбалар мен қызметтерді жылдам орналастыру үшін пайдалануға болады.

DevOps процестері және автоматтандыру құралдарын пайдалану

Ansible, Puppet және Chef сияқты автоматтандыру құралдары DevOps тәжірибесінің ажырамас бөлігі болып табылады. DevOps-бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу, тестілеу және орналастыру процестерін жеделдету мақсатында әзірлеуді (Dev) және операциялық (Ops) командаларын біріктіретін мәдени тәсіл.

1. Орналастыруды жеделдету

DevOps-тің негізгі қағидаларының бірі-қосымшаларды орналастыруға кететін уақытты қысқарту. Автоматтандыру құралдары командаларға бағдарламалық жасақтаманың жаңа нұсқаларын тез және дәйекті түрде орналастыруға мүмкіндік береді, бұл ұйымның икемділігі мен бейімделуіне ықпал етеді.

2. Инфрақұрылым код ретінде (IaC)

Инфрақұрылым код ретінде (IaC) DevOps-тің негізгі компоненті болып табылады, ол инфрақұрылымды код арқылы басқаруды білдіреді. Ansible, Puppet және Chef командаларға конфигурациялардың дәйектілігі мен қайталануын жақсартатын бағдарламалау әдістерін қолдана отырып инфрақұрылымды жобалауға, сынауға және орналастыруға мүмкіндік береді.

3. Мониторинг және кері байланыс

Автоматтандыру құралдары орналастыруға көмектесіп қана қоймайды, сонымен қатар кері байланысты қамтамасыз ету үшін бақылау жүйелерімен біріктіріледі. Бұл командаларға мәселелерге жылдам жауап беруге, қателерді жоюға және нақты уақыт режимінде қолданба өнімділігін оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Қорытынды

Автоматтандыру және басқару жүйелері Заманауи компанияларда шешуші рөл атқарады, процестерді оңтайландыруға және ресурстарды басқаруды жақсартуға көмектеседі. Сау енгізу кәсіпорындарға өнімділікті арттыруға, шығындарды азайтуға және өндіріс процесінің барлық кезеңдерін бақылауды жақсартуға мүмкіндік береді. Бұл жүйелер дәлдікті жақсартуға және адам факторына тәуелділікті азайтуға көмектесетін күнделікті операцияларды автоматтандыруды қамтамасыз етеді.

IoT және жасанды интеллектпен біріктірілген заманауи сау компанияларға өзгеретін нарық жағдайларына бейімделуге және қиындықтарға тезірек жауап беруге мүмкіндік береді. Нәтижесінде компаниялар нақты уақыттағы деректерге қол жеткізе алады және оларды шешім қабылдау үшін қолдана алады, бұл олардың бәсекеге қабілеттілігін арттырады. Шығындар мен оқу қажеттілігі сияқты ау-ны енгізуге байланысты қиындықтарға қарамастан, бұл жүйелер ұзақ мерзімді артықшылықтар береді.

Болашақта сау одан да икемді және тиімді бола отырып, дамуын жалғастырады деп күтуге болады. Жасанды интеллект, IoT және бұлтты қызметтер сияқты технологиялардың дамуы автоматтандыру жүйелерін одан әрі жетілдіруді болжауға мүмкіндік береді, бұл қазіргі заманғы кәсіпорындардың тиімділігі мен сенімділігінің артуына ықпал етеді.

Бақылау сұрақтары:

1. Автоматтандыру мен басқару жүйелерінің айырмашылықтары қандай?
2. Өндірістік автоматтандыру жүйелерінің негізгі түрлерін атаңыз және олардың қолдану салаларына түсіндіріңіз.
3. SCADA-жүйе дегеніміз не, және өндірістік процестерді басқаруда қалай жұмыс істейді?
4. Автоматтық жүйелерінің құрылымында датчиктер мен орындаушы механизмдердің рөлі қандай?
5. Өндірістік автоматтандыруда қауіпсіздік шаралары мен протоколдарының маңызы қандай?
6. Бұлттық технологиялар мен жасанды интеллекттің автоматтандыру және басқару жүйелерінде қолданылуының артықшылықтары мен кемшіліктері қандай?

Ұсынылған әдебиеттер:

Негізгі әдебиеттер:

1. Горбунов, А. Н. Системы автоматизации и управления: теоретические и практические аспекты. М.: Издательство МГТУ, 2021.
2. Иванов, В. А. Автоматизация производственных процессов. СПб.: Питер, 2020.
3. Романенко, Л. И. SCADA-системы: принципы работы и внедрение. Минск: Белорусский государственный университет, 2019.
4. Groover, M. Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing. Boston: Pearson, 2016.
5. Heizer, J., & Render, B. Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management. New York: Pearson, 2017.
6. ISO/IEC. Industrial Automation Standards and SCADA Guidelines. Geneva: ISO, 2020.

Қосымша әдебиеттер:

7. Gartner. Trends in Industrial Automation for 2023. Available online: <https://www.gartner.com/>.
8. Siemens. SCADA and Industrial Automation Overview. Available online: <https://new.siemens.com/>.
9. Rockwell Automation. IoT Integration in Industrial Automation. Available online: <https://www.rockwellautomation.com/>.
10. Forrester. Analysis of Automation and Control Systems Market. Available online: <https://www.forrester.com/>.