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

ӘОЖ 621.396

А.А. Мусабеков¹, Н.С. Алмас², Д.Н. Тургенбаев^{3*}, С.Д. Нурмагамбет⁴

т.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
магистрант, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
аға оқытушы, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
оқытушы, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

* **Корреспондент авторы:** turgenbaev-63@mail.ru

**АВТОМАТТАНДЫРУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ СЫМСЫЗ ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫН ЖАСАУ
ШЕШІМДЕРІ**

Түйін

Мақалада өнеркәсіптік кешендерді тиімді басқару мақсатында сымсыз технологияны пайдалануда айрықша орын алатын инфрақұрылым шешімдеріне шолу жасалып, қолайлы нұсқаларына зерттеу жасалған. Келешегі бар сымсыз технологияларды енгізудің арқасында жергілікті жабдықтар мен кабельдік желілерге кететін шығындары азайып, едәуір экономикалық үнемдеуге әкелетіндігі негіздеме берілген. Сымсыз технологияға арналған стандарттар негізінде физикалық және арналық деңгейлерді сипаттайтын сымсыз сенсорлық желілер үшін жасалған технологияларға шолу жалаған, атап айтқанда кез-келген өндірістік желіге бейімделу мүмкіндігі бар пакеттің инкапсуляциясы және сервер арқылы адам-машиналық интерфейс жүйелерінде әр түрлі пакеттерді қолдану шешімдері қарастырылған. Технологиялық үрдістер мен хабарламалардың санаттық қағидаты негізінде сенімді сымсыз тұғырнаманы пайдалану қажеттілігі, жиілік диапазондарды таңдау ерекшеліктері, ақпарат қауіпсіздігі мен шуылға төзімділігі және өңделген хабарламалардың маңыздылығы айқындалған. Сымсыз автоматтандырудың деңгейлік құрылымын негіздеу арқылы жергілікті деңгейге арналған құрылғылар үшін арнайы физикалық интерфейсті, бірегей сымсыз инфрақұрылымның өзара әрекеттесуін, сымсыз желілердің әр түрлі сегменттерін, соның ішінде шлюздерді тиімді пайдалану мақсаттарын, сымсыз архитектура көмегімен таратылған хабарламаларының пішімін, мультимедиялық қызметтерді енгізуді және ақпарат алмасу жылдамдығын қамтамасыз ететін желінің сымсыз өнеркәсіптік инфрақұрылымының нұсқасы ұсынылған.

Кілттік сөздер: автоматтандыру, басқару, желі, технология, инфрақұрылым, шешім, шлюз, деңгей, арна, хабарлама.

Кіріспе

Бүгінгі таңда өндірісті автоматтандыруға арналған әртүрлі өндірістік желілер бар, олар өздерінің параметрлері мен қолдану салаларында айтарлықтай ерекшеленетін толық бағдарламалық және аппараттық шешімдер болып табылады, олардың құрылысының негізі сымды жергілікті шиналар, әр түрлі сенсорлар мен өндірістік автоматтандырудың атқарушы механизмдерін қосатын кабельдер болып табылады. Ақпараттық технологиялардың қарқынды даму өндіріс жағдайында, технологиялық үрдістерді басқарудың автоматтандырылған жүйелерінің өндірістік желілерін ұйымдастыру үшін кабельдік арналар, терминалдар, шкафтармен қатар бағасы қымбат кабельдердің көп көлемін қажет етеді.

Сондықтан, технологиялық басқару жүйелерінің автоматтандырылған жүйелерінің бұрыннан жасалған желілік сымды инфрақұрылымын одан әрі жетілдіруге, өндірістік желілердің жергілікті деңгейіне келешегі бар сымсыз технологиялар енгізудің арқасында

жетуі мүмкін, бұл жергілікті жабдықтар мен кабельдік желілерге кететін шығындарды азайтып, едәуір экономикалық үнемдеу алуға мүмкіндік береді.

Қазіргі таңда салыстырмалы түрде арзан, сонымен қатар қымбат та сымсыз технологиялар бар, олар өнеркәсіптік кәсіпорындарда пайдалануға ие, кәсіпорын ішінде және оның шекараларынан тыс жерде де сымсыз жүйелер құру үшін қолдануға болады.

Кәсіпорынның технологиялық үрдістерін басқарудың автоматтандырылған жүйелері үшін сымсыз технологияларды таңдау маңызды мәселе болып саналады, мұнда жергілікті жабдықтарға жоғары талаптар қойылған кезде, әсіресе сенсорлар мен атқарушы механизмдер қатаң өнеркәсіптік талаптар жағдайларында сенімді жұмыс істеуі керек, осыған байланысты өнеркәсіптік автоматтандыру үшін жалпыға бірдей сымсыз стандарттар отбасын құру, автоматика үшін сымсыз жабдықтардың жіктелу шешімдері ұсынылады.

Теориялық талдау

Технологиялық үрдістерді басқарудың автоматтандырылған жүйелерінде, атап айтқанда, адамдардың өндіріс саласындағы қауіпсіздігін бақылау, басқару немесе қамтамасыз ету үшін сымсыз технологияны қандай мақсаттарда қолдануға болатынын шешіп алу керек, мұнда автоматтандыру жүйелеріне арналған сымсыз шешімдермен қатар, кез-келген басқа мақсаттағы сымсыз жүйелерді орналастыру және олармен үйлесім мүмкіндігін қамтамасыз ету қажет [1].

Кәсіпорынның автоматтандырылған технологиялық басқару жүйелері үшін сымсыз технологияны таңдауға жауапкершілікпен қарау керек, өйткені бұл өте сенімді және оны кәсіпорында да жүзеге асырылуы мүмкін басқа сымсыз шешімдермен үйлесімі болуы керек, сондықтан технологиялық үрдістерді басқарудың автоматтандырылған жүйелері үшін ең қолайлы, ең аз энергияны тұтынумен, жоғары жылдамдықты жеке желілерге арналған, секундына 250 Мбит жылдамдық өрбітетін, «жұлдызша», «нүкте-нүкте», «ұяшықты» желі құру топология шешімдерін қарастырамыз.



Сурет 1. Технологиялық үрдістер мен хабарламалардың санаттық қағидаты

Айта кететін болсақ, сымсыз технологияға арналған IEEE 802.15 стандарты негізінде физикалық және арналық деңгейлерді сипаттайтын ZigBee технологиясы, бұл сымсыз сенсорлық желілер үшін жасалған, олар коммерциялық салаларда және күнделікті өмірде бірқатар келесі себептер бойынша жасалған [2]:

- басқа өнеркәсіптік хаттамалардан технологиясы бойынша айтарлықтай ерекшеленетін өзіне тән сипаттағы хаттамалары бар;

- арна деңгейіндегі сымсыз ортаға қол жеткізу әдісімен өндірістік автоматика желілері үшін деректерді беру сенімділігін әрдайым қанағаттандырады;

- үрдістерді басқару үшін автоматтандырылған басқару жүйелерінің өндірістік үрдістерінің жіктелу қағидатына байланысты және өндірістік желілерге қойылатын талаптарға сәйкес, үрдістерді басқару үшін пайдаланылатын мәліметтерді өндеуде тиімді қолдануға болады;

- әр түрлі өндірушілермен сымсыз құрылғылардың үйлесімділігі мәселесі толығымен шешілмеген жағдайда өзін-өзі ұйымдастыратын радиожилікті желілеріне арналған дайын шешімдер ұсынады және сымсыз сенсорларды байланыстыру тұрғысынан кейіннен өзгертулер жиынтығын ұсынады, ол жиындарға радиожилікті чипі бар қашықтағы кешендер мен модульдер жиынтығын үйлестіреді;

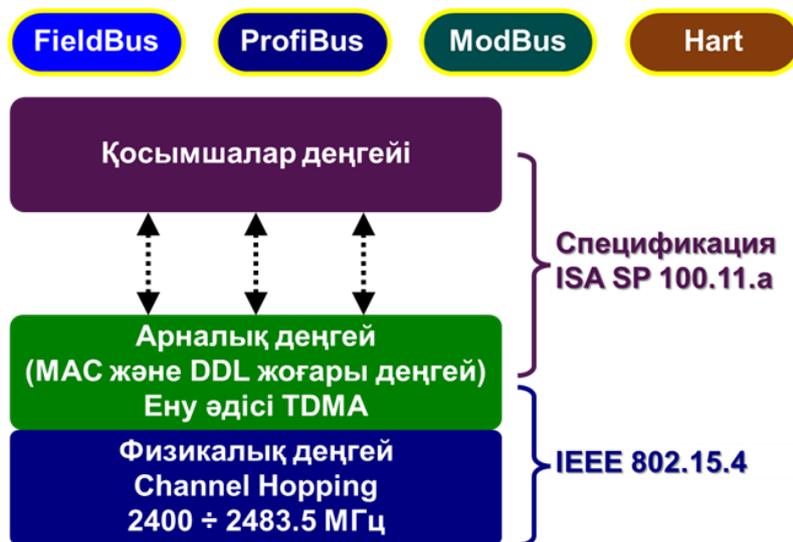
- дайын кешенді сымсыз сенсорлар және технологиялық үрдісті басқарудың автоматтандырылған жүйелерінің жергілікті деңгейі үшін қажет ететін басқарушы механизмдерді пайдалану мүмкіндігі жетілген.

Аталған мүмкіндіктерімен қатар ZigBee технологиясы көптеген салада пайдалы болуы мүмкін және ол сымсыз өндірістік автоматтандыру шешімдерінің арасында жетекші рөлге ие, сондықтан технологиялық басқарудың автоматтандырылған жүйелерінің өндірістік сипатына және өнеркәсіптік кәсіпорындардың энергия үнемдеу жобаларына қарамастан тиімді пайдалануға болады.

Тәжірибелік бөлім

Zigbee технологиясының жабдығы бөлек бағдарламалық және аппараттық шешімдерді қолдана отырып, технологиялық үрдістерді басқарудың автоматтандырылған жүйелерінің кез-келген өндірістік желісіне бейімделуі мүмкін, мысалы, пакеттің инкапсуляциясы, содан кейін сервер арқылы SCADA және адам-машиналық интерфейс жүйелерінің әр түрлі пакеттерімен бірге қолдану мүмкіндігі қалыптасқан, мұнда барлық технологиялық үрдісті басқару жүйелеріне арналған кез-келген шешімдерде, ең алдымен, қолданыстағы желілер мен өнеркәсіптік стандарттар шегінде жұмыс істей алатын сенімді сымсыз тұғырнаманы пайдалану қажет екенін ескерген жөн [3].

Стандартты сымсыз сенсорларды қосу технологиясының техникалық сипаттамаларының ZigBee-ден айырмашылығы – өндірістік сымсыз желінің алғашқы стандарттарының бірі болып саналады, ол өндірістік сымсыз желіні автоматтандырылған технологиялық үрдістерді басқару жүйелерінің өндірістік желілері арасында кең таралған.



Сурет 2. Сымсыз автоматтандырудың деңгейлік құрылымы

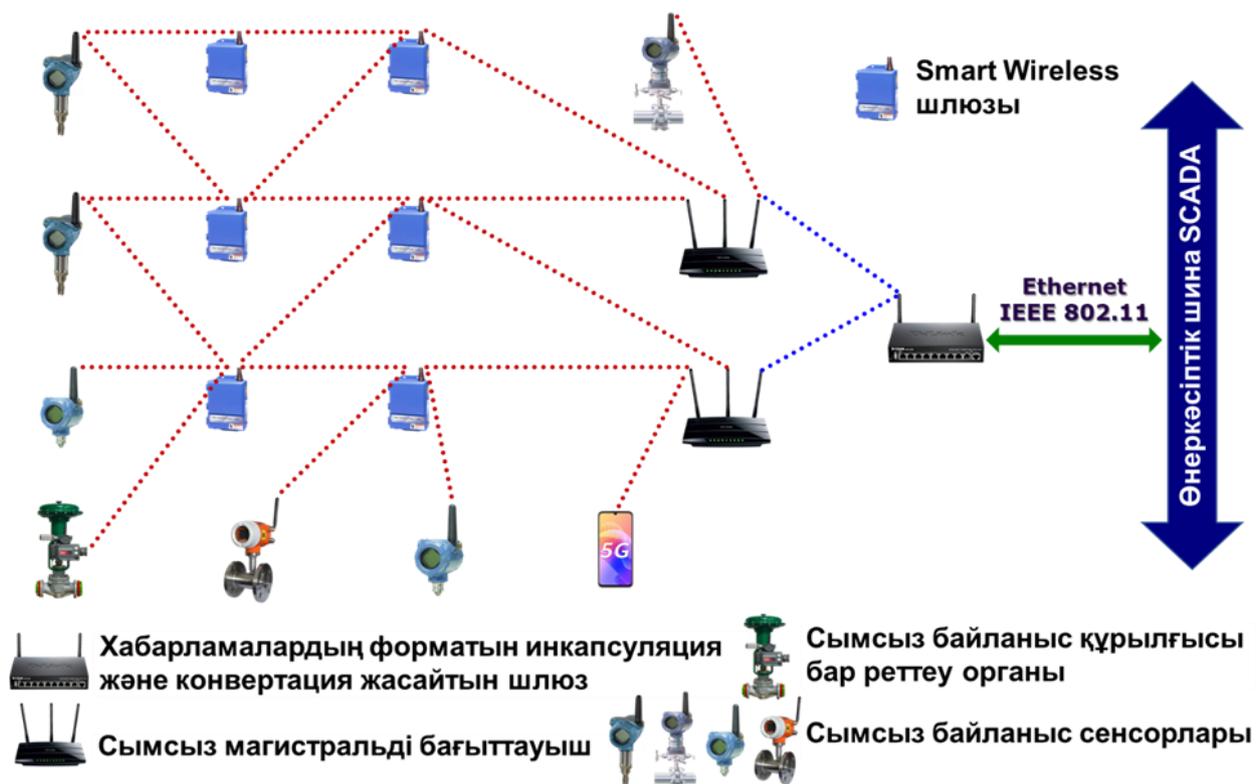
Сымсыз сенсорларды қосу IEEE 802.15 стандартының негізінде құрылды, оның жетінші сипаттамасы жоғары деңгейдегі хаттамалар жиынтығының ерекшеліктерін және сымсыз желіні сымсыз шиналар арқылы өнеркәсіптік жергілікті шиналарына қосу механизмін сипаттайды және маңызды артықшылығы, бұл 2400-ден 2483,5 МГц аралығындағы жиілік диапазонында жұмыс істейді және бірқатар ерекшеліктер реті бар [4]:

– тасушы сигналды бақылау арқылы және модельдің арна деңгейінде қақтығыстардың алдын алумен бірнеше қол жетімділік механизмімен қатар, уақытша бөлумен бірнеше қол жетімділікті пайдалануға болады;

– физикалық деңгейде 16 жиіліктегі арна арасындағы жылдам қайта қосу механизмі қолданылады, оны жиіліктік секіру арқылы спектрді кеңейту технологиясының аналогы ретінде қарастыруға болады.

Мұның бәрі сымсыз сенсорларды қосу жабдықтарының қауіпсіздігі мен шуылға төзімділігін едәуір арттырады және өңделген хабарламалардың маңыздылығына байланысты оны қабылдауға мүмкіндік береді, осылайша, мұнда технологиялық басқару жүйелерінің автоматтандырылған жүйелерінің технологиялық үрдістерімен тікелей байланысты ақпарат алмасуының сенімділігіне кепілдік беріледі [5].

Сымсыз сенсорларды қосу технологиясының негізгі жетіспеушілігіне келетін болсақ, бұл тек өндірістік хаттамаларды ғана қолдайды және жергілікті деңгейде де, арна деңгейінде де басқа өндірістік автоматтандыру желілерімен үйлесімділігі көзделмеген, сондай-ақ, осы стандарттың пайда болуы басқа нұсқалардың пайда болуына әкелуі мүмкін, бұл өз кезегінде, үрдістерді басқарудың автоматтандырылған жүйелерінің сымдық нұсқаларында белгілі құбылыс болып тұр, сондықтан, өндірістік автоматтандырудың бірегей стандартын құру маңызды міндет болып саналады.



Сурет 3. Желінің сымсыз өнеркәсіптік инфрақұрылымының ұсынылған нұсқасы

Мұндай стандарт әр түрлі өндірушілердің жергілікті өлшеу құралдары мен басқарушы механизмдерін жеңілдетеді, сымсыз шешімдерді жергілікті деңгейіндегі сымсыз шешімдерімен ауыстырады, желінің тұтастығын қамтамасыз ету үшін қуатты қорғаныс құралдарын енгізеді, сонымен қатар жергілікті деңгейде де, арналық деңгейде де, әртекті өнеркәсіптік автоматтандыру желілерінің үйлесімділігі мәселесін шешеді [6].

Кәсіпорындардың автоматтандырылған жүйелеріне кеңінен таралған өндірістік желілерге арналған бірегей сымсыз инфрақұрылымды құрудың барлық мүмкіндіктері бар, өндірістік талаптарды қанағаттандыру үшін стандарт сымсыз желілік жабдықтың жұмыс істеуінің және шуылды басу жұмысының жоғары сенімділігін қамтамасыз етеді, басқа құрылғылармен және басқа да стандарттардың жұмыс істеу мәселесі шешіледі, сонымен қатар, өндірісте және басқа мақсаттарда кеңейтілуі мүмкін басқа да стандарттармен жұмыс істеу мүмкіндігі артады, осы тұрғыдан алып қарағанда, стандарттың физикалық және арналық деңгейдегі негізі физикалық деңгейде қоршаған ортаға қол жеткізу, сондай-ақ жоғарғы арна деңгейіндегі сымсыз инфрақұрылым элементтері арасындағы ұяшықты топологияны ұйымдастыру әдісі болып табылады.

Өнеркәсіптік автоматиканың сымсыз жабдықтары сымсыз технологияның талаптарына сәйкес келуі керек, ол үшін технологиялық үрдістердегі хабарламалардың кешіктіріп жіберу уақыты 100 миллисекундтан аспауы керек, бұл деректерді жинау, статистика және бақылау функцияларын ғана емес, сонымен қатар басқару функцияларын орындау үшін қолайлы жағдай туғызады, осы тұрғыда болашақта кідіру уақытын азайту мәселелері шешілуде [7].

Стандарт ең алдымен сымсыз желілерге арналған жабдықты өндірушілерге арналған, бұл сенсорлар, клапандар және өнеркәсіптік автоматтандырудың басқарушы механизмдері сияқты жергілікті деңгейде пайдасын тигізеді, ал стандарттың негізгі міндеті болып, жергілікті құрылғыларының пішімдерін енгізу емес, сипаттамасы қолданылған деңгейде, жетінші

деңгейде атқарылуы мүмкін, бұл тұжырымдаманы пайдаланушының қолданбалы үрдісі түрінде енгізу қамтамасыз етіледі.

Нәтижелер мен талқылау

Сымсыз автоматтандыру желілерінің инфрақұрылымына лайықты стандарт әртүрлі өндірушілердің үйлесімділігін қамтамасыз ету үшін жергілікті деңгейге арналған құрылғылар үшін арнайы физикалық интерфейсті сипаттайды, осылайша, осындай көп функциялы сымсыз өндірістік желіні әзірлеу үшін, сымсыз технологиялар хаттамаларының ерекшелігі болып табылатын модельге сәйкес оның жоғарғы деңгейлерінің толық сипаттамасы қажет. Бірегей сымсыз инфрақұрылымның өзара әрекеттесуін және технологиялық үрдістерді басқарудың автоматтандырылған жүйелеріндегі өзара әрекеттесуін қамтамасыз етумен ұштастырады, стандартты жоба жергілікті сымсыз жүйенің басқарумен, сымсыз желілердің әр түрлі сегменттерін, сондай-ақ шлюздерді тиімді пайдалану мақсаттарын егжей-тегжейлі сипаттайды, ал шлюздер өз кезегінде, сымсыз архитектураның таратылған хабарламаларының пішімін кез-келген сымсыз архитектураның кез-келген сымды хаттамасында түрлендіруді қамтамасыз етуі керек. Айта кету керек, сымсыз технологиялар стандартының эскиздік нұсқасының дамуы болашаққа арналған үлкен жоспарларға ие болып тұр, бұл мәселенің келешекте үлкен жоспарлары бар, индустрия үшін сымсыз стандарттардың бүкіл отбасын, оның ішінде дискретті көп ағымды өндірістерді де қамтуы мүмкін.

Қорытынды

Зерттеудің негізгі мақсаты автоматтандыру желілеріне сымсыз технология инфрақұрылымын енгізу, сондықтан бір кәсіпорын аясында да, жоғарыда қарастырылған стандарттар шегінде де кешенді автоматтандыру проблемаларын шешу жеткіліксіз, сондықтан мультимедиалық қызметтерді енгізу одан да көп ақпарат алмасу жылдамдығын талап етеді, ал IEEE 802.15 сияқты стандарттар біртіндеп өзектілігінен айырылады, осы тұста, бірқатар міндеттерде, мысалы, сымды және сымсыз өнеркәсіптік автоматтандыру желілерінің әртекті сегменттерін біріктіру үшін, ақпараттардың көп ауқымын қамтамасыз ететін технологиялар қажет. Мұндай шешімдердің бірі болып сымсыз желінің ұяшықты топологиясын қолдануға мүмкіндік беретін стандарт болады, бірақ сонымен бірге, деректерді берудің үлкен мөлшері де, мультимедиалық хабарламаларды таратуды қолдайтын ұқсас желілерді құру үстінде озық ақпараттық технологияларға негізделген ауқымды әрекет шешімдері қарастырылды. Автоматтандырылған технологиялық үрдістерді басқару жүйелері үшін сымсыз шешімдерді стандарттау бойынша пікірлер мен зерттеулерді қорытындылай келе отырып, сымсыз технологияларды өнеркәсіптік автоматтандыруға енгізу қазіргі таңдағы өзекті мәселе болып саналады, бұл бағыттағы жұмыс өнеркәсіптік автоматтандыру үшін әмбебап технологиясын құру және енгізу, сонымен қатар әр түрлі басқа салаларды кешенді автоматтандыру үшін қолайлы жағдайын туғызады.

Әдебиеттер тізімі

1. Б.В. Костров, В.Н. Ручкин. Сети и системы передачи информации. Учебник.-СПб.:Academia. 2021.-288 с.
2. Н.Н.Буснюк, Г. И. Мельянец. Системы мобильной связи. Учебное пособие для вузов. 2-е издание, стереотипное.-СПб.:Лань. 2023.-128 с.
3. Xuemin (Sherman) Shen, Xiaodong Lin, Kuan Zhang. Encyclopedia of Wireless Networks. Springer; 1st ed., 2020.-1573 p.
4. Кутузов О.И., Татарникова Т.М., Цехановский В.В. Инфокоммуникационные системы и сети.-СПб.: Лань, 2020.-244 с.

5. Беспроводные системы на промышленных объектах. (2025). Қолжетімді: <https://www.secuteck.ru/articles/besprovodnye-sistemy-na-promyshlennyh-obektah>
6. Новые возможности автоматизации с беспроводным управлением. (2025). Қолжетімді: <https://wireless-e.ru/wlan/wifi/nwiport>
7. Технологии и стандарты, применяемые в современных промышленных беспроводных сетях. (2025). Қолжетімді: <https://controlengrussia.com/besprovodny-e-tehnologii/tehnologii-i-standarty-wireless>

References

1. B.V. Kostrov, V.N. Ruchkin. Seti i sistemy peredachi informacii. Uchebnik.-SPb.:Academia. 2021.-288 s.
2. N.N.Busnjuk, G. I. Mel'janec. Sistemy mobil'noj svjazi. Uchebnoe posobie dlja vuzov. 2-e izdanie, stereotipnoe.-SPb.:Lan'. 2023.-128 s.
3. Xuemin (Sherman) Shen, Xiaodong Lin, Kuan Zhang. Encyclopedia of Wireless Networks. Springer; 1st ed., 2020.-1573 p.
4. Kutuzov O.I., Tatarnikova T.M., Cehanovskij V.V. Infokommunikacionnye sistemy i seti.-SPb.: Lan', 2020.-244 s.
5. Besprovodnye sistemy na promyshlennyh ob#ektah. (2025). Қолзhetimdi: <https://www.secuteck.ru/articles/besprovodnye-sistemy-na-promyshlennyh-obektah>
6. Novye vozmozhnosti avtomatizacii s besprovodnym upravleniem. (2025). Қолzhetimdi: <https://wireless-e.ru/wlan/wifi/nwiport>
7. Tehnologii i standarty, primenjaemye v sovremennyh promyshlennyh besprovodnyh setjah. (2025). Қолzhetimdi: <https://controlengrussia.com/besprovodny-e-tehnologii/tehnologii-i-standarty-wireless>

А.А. Мусабеков, Н.С. Алмас, Д.Н. Тургенбаев*, С.Д. Нурмагамбет

к.т.н., доцент, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
магистрант, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
старший преподаватель, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
преподаватель, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан

*Автор для корреспонденции: turgenbaev-63@mail.ru

РЕШЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ БЕСПРОВОДНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы принятия оптимальных вариантов решений по инфраструктуре, которые возникают при использовании беспроводных технологий для эффективного автоматического управления промышленными объектами. Внедрение перспективных беспроводных технологий оправдывается тем, что затраты на оборудование, приборы и средства автоматизации и кабельные сети будут уменьшаться и приведут к значительной экономии. Обзор технологий, разработанных для беспроводных сенсорных сетей, описывающих физические и каналные уровни на основе стандартов беспроводной технологии, обосновываются решениями по использованию различных пакетов посредством инкапсуляции и с возможностью адаптации к любой производственной среде с помощью оптимального человеко-машинного интерфейса. Необходимость использовать надежную беспроводную платформу на основе категории технологических процессов и сообщений обосновываются выбором функций беспроводных устройств, их частотных диапазонов, важностью информационной безопасности, шумоподавления и цифровой обработкой данных. Учитывая уровень беспроводной автоматизации, специального физического интерфейса, уникальной сети беспроводной инфраструктуры, включая различные сегменты, формирование формата и выбор ячеистой топологии беспроводных сетей, использование мультимедийных данных и системы

беспроводных услуг предлагается вариант беспроводной промышленной инфраструктуры сети автоматизации производственных объектов.

Ключевые слова: автоматизация, управление, сеть, технология, инфраструктура, решение, шлюз, уровень, канал, сообщение.

A.A. Musabekov, N.S. Almas, D.N. Turgenbaev^{*}, S.D. Nurmagambet

Cand.Tech.Sci., Associate Professor, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

Master's student, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

Senior Lecturer, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

Teacher, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

***Corresponding author's email:** turgenbaev-63@mail.ru

SOLUTIONS FOR CREATING WIRELESS INFRASTRUCTURE OF AUTOMATION SYSTEMS

Abstract

The article discusses the adoption of optimal options for infrastructure decisions that arise when using wireless technologies for effective automatic management of industrial facilities. The introduction of promising wireless technologies is justified by the fact that the costs of equipment, devices and automation tools and cable networks will decrease and lead to significant savings. A review of technologies designed for wireless sensory networks describing physical and channel levels based on wireless technology standards are justified by solutions for the use of various packages through encapsulation and with the possibility of adaptation to any production environment using the optimal man-machine interface. The need to use a reliable wireless platform based on the category of technological processes and messages is justified by choosing the functions of wireless devices, their frequency ranges, the importance of information security, noise reduction and digital data processing. Given the level of wireless automation, a special physical interface, a unique wireless infrastructure network, including various segments, format formation and selection of cellular topology of wireless networks, the use of multimedia data and wireless systems, a wireless industrial infrastructure of automation of production facilities is proposed.

Keywords: automation, management, network, technology, infrastructure, solution, gateway, level, channel, message.