

УДК 004.7

С.М. БАБЧУК

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ВИЗНАЧЕННЯ БЕЗПРОВІДНИХ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

В результаті проведених досліджень визначено, що системи автоматизації технологічних процесів можна створювати на базі безпроводних спеціалізованих комп'ютерних мереж WirelessHART, ISA-100.11a та induraNET p. Також встановлено області використання безпроводних мереж WirelessHART, ISA-100.11a та induraNET p.

Отримані під час дослідження результати сприятимуть підвищенню ефективності прийняття рішень при створенні нових систем автоматизації технологічних процесів.

Ключові слова: спеціалізовані комп'ютерні мережі, промислові мережі, fieldbus, WirelessHART, ISA-100.11a, induraNET p, автоматизація технологічних процесів.

S. BABCHUK

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

IDENTIFICATION OF WIRELESS SPECIALIZED COMPUTER NETWORKS FOR SYSTEMS PROCESS AUTOMATION

As a result of the studies determined that the process automation system can be created on the basis of specialized wireless networks WirelessHART, ISA-100.11a and induraNET p. Also set the scope of the wireless networks WirelessHART, ISA-100.11a and induraNET p.

The obtained during research results to improve the efficiency of decision-making in the construction of new system automation control technological processes.

Keywords: specialized computer networks, industrial networks, fieldbus, WirelessHART, ISA-100.11a, induraNET p, automation of technological processes.

Постановка проблеми

Народне господарство України розвивається шляхом підвищення ефективності виробничих процесів. Головний приріст продукції відбувається за рахунок підвищення продуктивності праці шляхом автоматизації процесів керування технологічними процесами. Важливим напрямком у роботі щодо підвищення ефективності виробництва є впровадження інтелектуальних технологій управління, більш раціональне використання трудових ресурсів і зниження трудових витрат при скороченні ручної і важкої фізичної праці [1].

Основу автоматизації виробництва складають автоматизовані і автоматичні системи керування складними технологічними процесами, агрегатами та виробництвами з використанням сучасних технічних засобів автоматизації і комп'ютерної техніки. Застосування автоматизованих систем керування підвищує рівень організації виробництва і оперативність керування технологічним процесом, скорочує цикл виробництва, збільшує фондівіддачу. При цьому з'являється можливість для переходу до оптимізованих технологічних процесів, що збільшує продуктивність установок і агрегатів, підвищує ефективність використання сировини та матеріалів, запобігає аварійним ситуаціям. Одночасно якість готового продукту покращується, а його характеристики стабілізуються [1].

Сучасні системи управління технологічними процесами створюються, як правило, на базі кабельних мереж (вита пара, оптоволоконний кабель, коаксіальний кабель). Прокладання таких кабельних мереж у виробничих цехах є складним і дороговартісним завданням. Використання кабелів, як середовища передавання даних в умовах деяких виробництв є ускладненим або взагалі неприйнятним технологічно. Тому актуальним завданням для таких підприємств, які проводять модернізацію своїх виробничих потужностей, є створення систем автоматизації технологічних процесів на базі безпроводних технологій. Системи автоматизації на базі безпроводних технологій значно простіше розгортаються. Крім того, вони значно гнучкіші при подальшій модернізації чи зміні конфігурації. А саме головне, вони не створюють незручностей і не заважають здійсненню технологічних операцій та інших дій на відміну від систем, які базуються на кабельних системах передавання даних

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Альтернативою традиційним аналоговим технологіям в автоматизованих системах управління стали рішення на базі спеціалізованих комп'ютерних мереж, що складаються з багатьох вузлів, обмін між якими здійснюється цифровим способом. В даний час в світі використовується більше сотні різних спеціалізованих комп'ютерних мереж, протоколів і інтерфейсів, застосовуваних у системах автоматизації [2-5].

В даний час в світі виробляються та експлуатуються десятки бездротових спеціалізованих цифрових мереж для різних сфер народного господарства. Крім того, в останні десятиріччя простежується тенденція до вдосконалення існуючих і розробки нових бездротових спеціалізованих комп'ютерних мереж з огляду на

те, що вони значно зручніші в розгортанні та експлуатації.

Проте, інформація про бездротові спеціалізовані комп'ютерні мережі для управління технологічними процесами в засобах інформації України практично відсутня.

Формулювання завдання дослідження

В зв'язку з вищевказаним, метою досліджень є аналіз існуючих безпроводних спеціалізованих комп'ютерних мереж та визначення безпроводних мереж, які можна впровадити в сучасних системах автоматизації технологічних процесів.

Визначення безпроводних спеціалізованих комп'ютерних мереж для систем автоматизації технологічних процесів

В першу чергу зазначимо вимоги до спеціалізованих комп'ютерних мереж та їх вузлів, які можуть експлуатуватися на промислових підприємствах.

Промислові мережі повинні відповідати специфічному набору вимог:

- жорстка детермінованість поведінки;
- забезпечення функцій реального часу;
- простота фізичного каналу передачі даних;
- надійність фізичного й каналного рівнів передачі даних (завадозахищеність);
- наявність спеціальних високонадійних механічних сполучних компонентів;
- сервіс для додатків верхнього рівня;
- самовідновлюваність при позаштатних ситуаціях;
- відкритість.

Кожен вузол промислової мережі повинен виконувати функції:

- прийом команд і даних від інших вузлів промислової мережі;
- зчитування даних з підключених датчиків;
- перетворення отриманих даних у цифрову форму;
- відпрацювання запрограмованого технологічного алгоритму;
- надсилання керуючих сигналів на підключені виконавчі механізми по команді іншого вузла або, відповідно, до технологічного алгоритму;
- передача накопиченої інформації на інші вузли мережі.

З метою, визначення безпроводних спеціалізованих комп'ютерних мереж (СКМ) для автоматизації технологічних процесів було проведено аналіз існуючих СКМ.

Більшість існуючих безпроводних СКМ призначені для використання в будинковій автоматизації, створення розумної міської інфраструктури, віддаленого зчитування даних з лічильників.

Для деяких завдань в промисловості можуть також використовуватися безпроводні мережі [6-14]:

- ENCOM;
- Weightless-W;
- DASH7;
- LTE-M;
- PROFINET (версія на базі стандарту 802.11ac).

В результаті проведеного аналізу встановлено, що в промисловості в даний час використовуються наступні СКМ [6, 15-20]:

- WirelessHART;
- ISA-100.11a;
- induraNET p.

В зв'язку з вищевказаним був проведений порівняльний аналіз мереж WirelessHART, ISA-100.11a та induraNET p. В таблиці 1 наведено результати даного порівняння мереж.

З таблиці 1 видно, що всі три мережі розроблені в другій половині 2000-х років і передають дані на частоті 2,4 ГГц.

Мережі WirelessHART та ISA-100.11a створені на базі стандарту IEEE 802.15.4. Виробник мережі induraNET p не надає інформації про те яку технологію було використано як базову або що це самостійна розробка. Оскільки дані в мережі induraNET p передаються на частоті 2,4 ГГц як в мереж WirelessHART та ISA-100.11a, то не виключено, що мережа induraNET p створена теж на базі стандарту IEEE 802.15.4.

Згідно наявної інформації мережі WirelessHART та ISA-100.11a можуть мати максимальну довжину сегменту мережі до 200 м, а в мережі induraNET p даний показник становить 100 м (до 1000 м на відкритій місцевості). Необхідно відмітити, що наявність великої кількості перешкод (стін з різних матеріалів та різної товщини, міжповерхового перекриття) негативно впливає на максимальну дистанцію безпроводної передачі даних. Розробники всіх трьох мереж зазначають, що в такому випадку довжина бездротової передачі може зменшуватись до 10-15 м. Проте, завдяки мережевим засобам та правильному проектуванню мережі всі три мережі можуть забезпечити необхідне покриття в межах виробничого майданчика. Тому можна вважати, що даний показник у всіх трьох мереж може задовільнити потреби потенційного споживача.

Безпроводні спеціалізовані комп'ютерні мережі WirelessHART, ISA-100.11a та induraNET p

| | Назва спеціалізованої комп'ютерної мережі | | |
|--|--|--|---------------------------------|
| | WirelessHART | ISA-100.11a | induraNET p |
| Повна назва мережі | Wireless Highway Addressable Remote Transducer | ANSI/ISA-100.11a | Industrial Radio Network |
| На базі якої технології відбувається бездротова передача даних | стандарт IEEE 802.15.4 | стандарт IEEE 802.15.4 | |
| Частота, ГГц | 2,4 | 2,4 | 2,4 |
| Розробник / виробник | Rosemount (США) | розроблено International Society of Automation (ISA) / виробляється Yokogawa (Японія) та Honeywell Process Solutions (США) | Pilz GmbH & Co. KG (Німеччина) |
| Рік створення | друга половина 2000-х | 2009 | 2007 |
| Максимальна довжина сегменту в приміщенні, м | 200 | 200 | 100 |
| Максимальна швидкість передавання даних, кбіт/с | 250 | 250 | |
| Максимальна кількість підключень на сегмент | 15 | 16 | 64 |
| Теоретично можлива максимальна кількість підключень на мережу | 30000 | не має теоретичного адресного обмеження | 256 |
| Затверджена стандартом | IEC 62591-1 | IEC 62734 | - |
| Виробник виробляє промислову мережу на базі кабельних систем передавання даних | так (мережа HART) | - | так (мережа SafetyNET p) |

Максимальна швидкість передавання даних в мережі WirelessHART та ISA-100.11a становить 250 кбіт/с. Розробники мережі induraNET p інформації про швидкість передавання даних в ній не надають. Але враховуючи той факт, що мережа induraNET p використовує ту саму несучу частоту корисного сигналу 2,4 ГГц, що і мережі WirelessHART та ISA-100.11a, то можна припустити, що швидкість передавання даних співставима з 250 кбіт/с або не на багато від неї відрізняється.

Максимальна кількість підключень на сегмент найбільша у мережі induraNET p і становить 64 вузла, що в 4 рази більше ніж у мережі WirelessHART та ISA-100.11a в яких цей показник майже однаковий і становить відповідно 15 і 16 вузлів. Проте якщо проаналізувати теоретично можливу максимальну кількість підключень на мережу, то тут ми бачимо цілком протилежну ситуацію: максимальна кількість вузлів в мережі induraNET p становить 256 і це в багато разів менше ніж в мережі WirelessHART та незлічено менше ніж в мережі ISA-100.11a, де цей показник не має теоретичного обмеження, а характеризується тільки фізично встановленим мережевим обладнанням в конкретній мережі. Необхідно відмітити, що у відомих на даний час реалізованих рішеннях WirelessHART та ISA-100.11a кількість вузлів значно менша можливої теоретичної. Наприклад, відома реалізація мережі ISA-100.11a на 500 вузлів. Це значно менше теоретично можливої кількості, але в майже два рази більше теоретично можливої максимальної кількості вузлів в мережі induraNET p.

Мережа WirelessHART затверджена міжнародним стандартом IEC 62591-1 а мережа ISA-100.11a затверджена міжнародним стандартом IEC 62734. Історія розвитку спеціалізованих комп'ютерних мереж свідчить, що СКМ, які затверджені стандартами (міжнародними, європейськими, міждержавними, національними, галузевими великих розвинених країн) є більш перспективними для використання ніж ті, які такими стандартами не затверджені. Це зумовлено тим, що факт визнання стандартизуючою організацією, як експертом в певній галузі, тієї чи іншої спеціалізованої комп'ютерної мережі як стандарту свідчить про її певні переваги над конкурентами. Розробка технічних засобів та програмного забезпечення для СКМ, які затверджені стандартами стає більш привабливою для "третіх" виробників, які не являються безпосередніми розробниками даної СКМ. Надалі, це забезпечує більш широку пропозицію сучасних програмних і технічних засобів з кращими характеристиками від більш широкого кола виробників. Також за рахунок конкуренції покращується не тільки якість елементної бази та ПЗ, але й зменшуються ціни на таку продукцію. Все вищевказане дозволить в подальшому підтримувати, модернізувати, розвивати наявну

систему автоматизації та контролю на високому технологічному рівні та, при цьому, витратити більш ефективно кошти на придбання ПЗ та обладнання у виробника за найкращим показником ціна/якість. Таким чином, вибираючи сьогодні СКМ, яка затверджена стандартом, підприємством створюється хороший фундамент для подальшого розвитку [3].

Важливо якщо виробник крім промислової бездротової спеціалізованої комп'ютерної мережі пропонує також рішення на базі кабельних систем. Це може сприяти легшій інтеграції з вже існуючими системами та розбудові багаторівневих систем автоматизації.

Компанія "Rosemount" (США) крім безпроводної промислової мережі WirelessHART виробляє ще з 1985 року промислову мережу HART на базі кабельних систем передавання даних. Мережа HART була призначена для роботи з аналоговими датчиками, які використовували уніфікований сигнал 4-20 мА для передачі аналогових сигналів, що до того використовувався кілька десятиків років при створенні АСУ ТП у різних галузях промисловості. Перевагою даної мережі є простота її реалізації, використання великої кількості нових і старих аналогових приладів, можливість завадостійкої передачі сигналу на відносно велику відстань. Мережа HART забезпечує передачу аналогової інформації і цифрових даних по одному кабельному каналу передачі даних, при цьому цифровий сигнал накладається на аналоговий струмовий сигнал.

Компанія "Pilz GmbH & Co. KG" (Німеччина) з 1999 року пропонує на світовому ринку свою промислову спеціалізовану комп'ютерну мережу SafetyBUS p. Типові області застосування мережі SafetyBUS p: автоматизація виробництва (наприклад, автомобільна промисловість, преси), транспорт (наприклад, канатні дороги, атракціони). Як правило, всі мережі SafetyBUS p відповідають вимогам безпеки відповідно до SIL 3 за міжнародним стандартом IEC 61508 або Cat 4 за європейським стандартом EN 954-1.

Висновки

В результаті проведених досліджень визначено що сучасні системи автоматизації технологічних процесів можна створювати на базі безпроводних спеціалізованих комп'ютерних мереж: WirelessHART, ISA-100.11a та induraNET p.

В хімічній промисловості, теплоенергетиці, в харчовій і багатьох інших галузях промисловості для вимірювання різних фізичних величин (тиску, обсягу, температури і т.д.) можна використовувати WirelessHART. Виробничі лінії (в т.ч. роботизовані), системи для зберігання матеріально-технічного забезпечення, роботизовані укладальники піддонів можна створювати на базі мережі induraNET p. Забезпечення надійного і безпечного бездротового дистанційного керування для некритичного моніторингу, оповіщення, засобів контролю, управління з розімкненим контуром, і в закритих системах управління зі зворотним зв'язком можна реалізувати на базі мережі ISA-100.11a.

Література

1. Семенцов Г. Н. Автоматизація технологічних процесів у нафтовій та газовій промисловості [Текст] / Г. Н. Семенцов, Я. Р. Когуч, Я. В. Куровець, М. М. Дранчук // Івано-Франківськ : ІФНТУНГ Факел, 2009. - 300 с.
2. Babchuk, S. Classification of Specialized Computer Networks [Text] / S. M. Babchuk // Journal of Automation and Information Sciences. – 2016. – Vol. 48. – P. 57-64.
3. Бабчук С. М. Визначення спеціалізованої комп'ютерної мережі для підвищення енергоефективності експлуатації будівель підприємств нафтогазового комплексу [Текст] / С. М. Бабчук // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2016. – №3. – С. 96-99.
4. Бабчук С. М. Впровадження енергозберігаючих технологій на базі спеціалізованої комп'ютерної мережі LON [Текст] / С. М. Бабчук // Научные труды SWorld. – 2016. – Т. 2. – №3. – С. 14-17.
5. Бабчук С. М. Классификация специализированных компьютерных сетей [Текст] / С. М. Бабчук // Проблемы управления и информатики. – 2016. – №5. – С. 97-103
6. Internet of Things. - Keysight Technologies, 2016. – 10 p.
7. ENCOM Wireless. Calgary. –2015. – 2 p.
8. Istepanian R. S. H., Woodward B. M-Health: Fundamentals and Applications. John Wiley & Sons. – 2016. – 424 p.
9. Geng H. Internet of Things and Data Analytics Handbook. John Wiley & Sons. - 2016. - 816 p.
10. Andre M. DASH7 Transforms Things into a distributed Database. - 2015. - 23 p.
11. IEEE 802.15.4g Standard. - Keysight Technologies, 2015. – 35 p.
12. LTE-M – Optimizing LTE for the Internet of Things. - Nokia. - 2015. - 16 p.
13. PROFINET Design Guideline Version 1.04. - PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. – 2010. – 190 p.
14. Zurawski R. Industrial Communication Technology Handbook, Second Edition. - CRC Press. - 2014. - 1756 p.
15. Nixon M. A Comparison of WirelessHART and ISA100.11a. - Emerson Process Management. – 2012 – 39 p.
16. What do we expect from Wireless in the Factory? - Cambridge Consultants Ltd. – 2008. – 19 p.
17. Phillip Ng. Implementing Wireless around the Plant. – Honeywell. – 25 p.

18. Zand P., Mathews E., Das K., Dilo A., Havinga P. ISA100.11a*: The ISA100.11a extension for supporting energy-harvested I/O devices. - Pervasive Systems Group, Faculty of EEMCS University of Twente. – 8 p.
19. Yamamoto S., Maeda N., Takeuchi M., Yonezawa M. World's First Wireless Field Instruments Based on ISA100.11a. Yokogawa Technical Report English Edition Vol.53 No.2. – 2010. – p. 75-78.
20. InduraNET – industrial wireless communication. - Pilz. – 2007. - 31 p.

References

1. Semenczov G. N. Avtomatyzaciya texnologichnyx procesiv u naftovij ta gazovij promyslovosti [Tekst] / G. N. Semenczov, Y. R. Koguch, Y. V. Kurovecz, M. M. Dranchuk // Ivano-Frankivsk : IFNTUNG, Fasel, 2009. - 300 s.
2. Babchuk, S. Classification of Specialized Computer Networks [Text] / S. M. Babchuk // Journal of Automation and Information Sciences. – 2016. – Vol. 48. – P. 57-64.
3. Babchuk S. M. Vyznachennya spetsializovanoyi kompyuternoyi merezhi dlya pidvyshchennya enerhoefektyvnosti ekspluatatsiyi budivel pidpryyemstv naftohazovoho kompleksu [Determination of specialized computer network to improve the energy efficiency of buildings oil and gas companies]. Vymiryvalna ta obchyslyvalna tekhnika v tekhnolohichnykh protsesakh [Measuring and computing in technological processes]. – 2016. no. 3, pp. 96-99.
4. Babchuk S.M. Vprovadzheniya enerhozberihayuchykh tekhnolohiy na bazi spetsializovanoyi kompyuternoyi merezhi LON [Implementation of energy saving technologies based on specialized computer network LON], Naukovi trudy SWorld [Scientific labors SWorld]. – 2016. no. 3, pp. 14-17.
5. Babchuk S.M. Klyasyfikatsiya spetsializovannykh kompyuternykh merezh [Classification of this specialist networks]. Problemy upravlinnya i informatyky [Problems of control and informatics]. – 2016. no. 5, pp. 97-103.
6. Internet of Things. - Keysight Technologies, 2016. – 10 p.
7. ENCOM Wireless. Calgary. –2015. – 2 p.
8. Istepanian R. S. H., Woodward B. M-Health: Fundamentals and Applications. John Wiley & Sons. – 2016. – 424 p.
9. Geng H. Internet of Things and Data Analytics Handbook. John Wiley & Sons. - 2016. - 816 p.
10. Andre M. DASH7 Transforms Things into a distributed Database. - 2015. - 23 p.
11. IEEE 802.15.4g Standard. - Keysight Technologies, 2015. – 35 p.
12. LTE-M – Optimizing LTE for the Internet of Things. - Nokia. - 2015. - 16 p.
13. PROFINET Design Guideline Version 1.04. - PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. – 2010. – 190 p.
14. Zurawski R. Industrial Communication Technology Handbook, Second Edition. - CRC Press. - 2014. - 1756 p.
15. Nixon M. A Comparison of WirelessHART and ISA100.11a. - Emerson Process Management. – 2012 – 39 p.
16. What do we expect from Wireless in the Factory? - Cambridge Consultants Ltd. – 2008. – 19 p.
17. Phillip Ng. Implementing Wireless around the Plant. – Honeywell. – 25 p.
18. Zand P., Mathews E., Das K., Dilo A., Havinga P. ISA100.11a*: The ISA100.11a extension for supporting energy-harvested I/O devices. - Pervasive Systems Group, Faculty of EEMCS University of Twente. – 8 p.
19. Yamamoto S., Maeda N., Takeuchi M., Yonezawa M. World's First Wireless Field Instruments Based on ISA100.11a. Yokogawa Technical Report English Edition Vol.53 No.2. – 2010. – p. 75-78.
20. InduraNET – industrial wireless communication. - Pilz. – 2007. - 31 p.

Рецензія/Peer review : 7.5.2017 р. Надрукована/Printed :18.6.2017 р.
Стаття рецензована редакційною колегією