

7. Юрьева, Л. Н. Компьютерная система DX-NT – новое слово в топографическом картировании мозговой биоритмики [Текст] / Л. Н. Юрьева, С. Г. Носов // Сборник научных работ Украинского НИИ клинической и экспериментальной неврологии и психиатрии и Харьковской городской клинической психиатрической больницы № 15 (Сабуровой дачи). – 2006. – Т. 3. – С. 467–469.
8. Кулик, С. Д. Методы и средства повышения эффективности информационных систем [Текст] / С. Д. Кулик, Д. А. Никонец, К. И. Ткаченко, И. А. Лукьянов // Журн. Радиотехника. – 2011. – Т. 1. – С. 56–62.
9. Мосалов, О. П. Нейрокомпьютеры в психологии и медицине [Текст] / О. П. Мосалов, О. Ю. Реброва, В. Г. Редько // Журн. «Нейрокомпьютеры»: разработка, применение. – 2008. – № 1-2. – С. 46–52.
10. Марценюк, В. П. Медицинская информатика. Проектирование и использование баз данных [Текст] / В. П. Марценюк. – Т.: Укрмедкнига, 2004. – 222 с.
11. Домарев, В. В. Защита информации в медицинских информационных системах: врачебная тайна и современные информационные технологии [Текст] / В. В. Домарев // Журн. Клиническая информатика и телемедицина. – 2004. – Т. 1, № 2. – С. 147–154.
12. Булах, И. Е. Медицинская информатика [Текст] / И. Е. Булах, Ю. Е. Лях, В. П. Марценюк, И. И. Хаимзон. – К.: ВСИ «Медицина», 2012. – 424 с.
13. Добрін, Б. Ю. Основи медичної інформатики [Текст] / Б. Ю. Добрін, В. Г. Каширін. – Л.: ЛДМУ, 2003. – 512 с.

*Розроблено структуру бази знань “спеціалізовані комп’ютерні мережі” та її математичну модель, що сприятиме структурованому формуванню інформації про спеціалізовані комп’ютерні мережі та дозволить спеціалістам з автоматизації підприємств здійснити вибір оптимальної спеціалізованої комп’ютерної мережі для конкретного об’єкту управління. Представлено основні характеристики та особливості мереж INTERBUS, CAN, CAN Kingdom, PROFIBUS-PA, Foundation Fieldbus H1*

*Ключові слова: спеціалізовані комп’ютерні мережі, промислові мережі, INTERBUS, CAN, PROFIBUS, Foundation Fieldbus*

*Разработана структура базы знаний “специализированные компьютерные сети” и ее математическая модель, что способствует структурированному формированию информации о специализированных компьютерных сетях и позволяет специалистам по автоматизации предприятий осуществить выбор оптимальной специализированной компьютерной сети для конкретного объекта управления. Представлены основные характеристики и особенности сетей INTERBUS, CAN, CAN Kingdom, PROFIBUS-PA, Foundation Fieldbus H1*

*Ключевые слова: специализированные компьютерные сети, промышленные сети, INTERBUS, CAN, PROFIBUS, Foundation Fieldbus*

УДК 004.7

## СИНТЕЗ БАЗИ ЗНАНЬ “СПЕЦІАЛІЗОВАНІ КОМП’ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ” ДЛЯ ОБ’ЄКТІВ НАФТОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ

С. М. Бабчук

Кандидат технічних наук, доцент  
Кафедра комп’ютерних систем і мереж  
Івано-Франківський національний технічний  
університет нафти і газу  
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ,  
Україна, 76019  
E-mail: plumbumm@meta.ua

### 1. Вступ

Автоматизовані системи управління технологічними процесами та виробництвами тривалий час будувалися на основі аналогових технологій. Передача даних в таких системах автоматизації забезпечувалась неперервними аналоговими сигналами від 0 до 5 мА, від 0 до 20 мА, від 4 мА до 20 мА, від 0 до 10 В [1]. Проте, такі системи мали ряд недоліків: великі

витрати на кабельну мережу й допоміжне устаткування, складний монтаж, низька надійність і складна реконфігурація.

Бурхливе зростання виробництва мікропроцесорних пристроїв, зменшення їх розмірів, собівартості, підвищення продуктивності та надійності створили умови для їх ефективного використання в автоматизованих системах управління технологічними процесами та виробництвами. Значно вища надійність

передавання даних цифровими каналами в порівнянні з передачею даних аналоговими каналами не викликає сьогодні жодних сумнівів, зокрема, завдяки завадостійкому кодуванню.

Наявність на ринку різноманітних наборів спеціалізованих програмно-апаратних рішень дозволяє вирішити технологічні проблеми практично будь-якого підприємства.

Тому для підприємств практично повністю втрачено зміст власні розробки в цій області. Спроба заощадити засоби за рахунок внутрішніх ресурсів у більшості випадків обертається створенням громіздких, ненадійних, несумісних і дорогих в обслуговуванні систем [2].

Сьогодні детальна інформація про існуючі спеціалізовані комп'ютерні мережі в засобах інформації практично відсутня. На даний час не узагальнена та не структурована інформація про спеціалізовані комп'ютерні мережі. Під час модернізації підприємствам необхідно вибирати оптимальні рішення для конкретних технологічних ділянок. Проте, відсутня методична база для ефективного вирішення вказаного завдання.

## 2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Альтернативою традиційним аналоговим технологіям в автоматизованих системах управління технологічними процесами та виробництвами стали рішення на базі спеціалізованих комп'ютерних мереж, що складаються з багатьох вузлів, обмін між якими здійснюється цифровим способом. В даний час підприємствами світу використовується більше сотні різних спеціалізованих комп'ютерних мереж, протоколів і інтерфейсів, застосовуваних у системах автоматизації, серед яких Foundation Fieldbus [3], CAN [4], LONWorks [5], Modbus [6], Modbus-TCP [7], Industrial Ethernet [8], Interbus, PROFIBUS і ін.

В зв'язку з вищевказаним фахівцям служб АСУ ТП підприємств необхідно виконати структурування АСУ ТП (АСУВ) і проводити вибір оптимальних рішень для конкретних технологічних (виробничих) ділянок [9], які можуть забезпечити прорив підприємства на новий рівень якості й ефективності виробництва [10]. Не зважаючи на те, що на світовому ринку представлено більше сотні різних типів промислових мереж, протоколів і інтерфейсів, інформація про них в українських засобах інформації майже відсутня. Необхідно відмітити, що узагальненню та структуруванню інформації про спеціалізовані комп'ютерні мережі не приділялось належної уваги ні вітчизняними, ні закордонними вченими. Тому, у випадку необхідності розробки нових АСУ ТП (АСУВ), керівництво підприємств та служб КВП і А обмежені в інформації, яка необхідна для прийняття зважених і обґрунтованих рішень.

Сьогодні рішення щодо вибору тієї чи іншої спеціалізованої комп'ютерної мережі приймаються керівництвом підприємства-споживача на обмеженій інформаційній базі або на основі інформації отриманої від одного зацікавленого джерела (продавця обладнання одного виробника), що не дозволяє зробити оптимальний вибір.

В [11] запропонований метод ідентифікації спеціалізованих комп'ютерних мереж для об'єктів нафтогазового комплексу через визначений алгоритм.

Проте без наявної бази знань "спеціалізовані комп'ютерні мережі" фахівцям АСУ ТП необхідно буде самостійно здійснювати пошук інформації про такі мережі, опрацьовувати та структурувати знайдену інформацію для прийняття рішення, що може зайняти багато часу або буде причиною здійснення вибору не оптимальної спеціалізованої комп'ютерної мережі.

Зважаючи на той факт що розроблювані АСУ ТП (АСУВ) є високоартісними і визначатимуть не тільки сьогоднішній економічний стан підприємства, а й перспективи гнучкості та можливості модернізації підприємства в майбутньому, рішення щодо вибору спеціалізованої комп'ютерної мережі, на базі якої мають бути створені нові АСУ ТП (АСУВ) підприємства, необхідно приймати тільки на базі аналізу інформації щодо всього спектру існуючих спеціалізованих комп'ютерних мереж, а для цього необхідно створити базу знань "спеціалізовані комп'ютерні мережі".

## 3. Мета і завдання дослідження

Метою даного дослідження є створення бази знань "спеціалізовані комп'ютерні мережі", яка б допомагала фахівцям служб АСУ ТП підприємств здійснити вибір оптимальних рішень для конкретних технологічних ділянок.

Для цього необхідно здійснити узагальнення та структурування інформації про спеціалізовані комп'ютерні мережі, зокрема розробити структуру бази знань "спеціалізовані комп'ютерні мережі", яка б могла відобразити повну інформацію про спеціалізовану мережу та забезпечила оперативне визначення оптимального рішення для новостворюваних та модернізованих систем автоматизації.

## 4. Розробка структури та математичної моделі бази знань "спеціалізовані комп'ютерні мережі"

З метою формування структури бази знань "спеціалізовані комп'ютерні мережі" проведено аналіз існуючих спеціалізованих комп'ютерних мереж.

В першу чергу пошукова робота була зосереджена на встановленні характеристик мереж, які забезпечуються в них виробниками в визначених межах.

Встановлено, що виробники різних спеціалізованих комп'ютерних мереж нормують різні показники роботи мережі.

При цьому в різних мережах може бути різна кількість та структура показників, які визначаються виробником.

Тому необхідно створити базу знань в структурі, якої зможуть бути внесені дані про будь-яку спеціалізовану комп'ютерну мережу.

Серед показників спеціалізованих комп'ютерних мереж, які можуть встановлюватись їх виробниками та які повинні ввійти в структуру бази знань "спеціалізовані комп'ютерні мережі", є:

- режим обміну даними (ведучий-ведені, клієнт-сервер, підписка);
- кількість активних вузлів (ведучих) при режимі обміну даними “ведучий-ведені”;
- довжина мережі;
- довжина відгалуження від основної магістралі;
- швидкість передачі даних;
- кількість вузлів в мережі;
- довжина сегмента;
- кількість вузлів в одному сегменті;
- відповідність міжнародному стандарту роботи у вибухонебезпечній зоні IEC 61158 або чи можлива робота у вибухонебезпечній зоні після доопрацювання;
- наявність рівнів моделі ISO/OSI (зокрема прикладного рівня);
- швидкість передавання даних при різній довжині сегмента, якщо вона змінюється при зміні довжини сегмента мережі;
- середовище передавання даних;
- топологія мережі;
- детермінована передача даних чи з колізіями;
- максимальна величина інформаційного повідомлення;
- час циклу опитування всіх вузлів сегменту мережі;
- час реакції вузла;
- відстань між блоком живлення та пристроєм мережі;
- відстань між двома пристроями мережі;
- відстань між двома пристроями живлення;
- можливість передавання даних по тому самому кабелю, що і живлення.

Під час проведених досліджень встановлено, що в структуру бази знань “спеціалізованих комп’ютерних мереж” необхідно включити також наступну додаткову інформацію, яка допоможе фахівцям АСУ ТП здійснити пошук необхідної додаткової інформації та прийняти в подальшому правильні рішення:

- повна та скорочена назва мережі;

- наявність різних типів виконання;
- на базі якої мережі створена, або яку мережу використовує як фізичний рівень (якщо це не унікальна мережа);
- рекомендована виробником сфера застосування;
- з якими спеціалізованими комп’ютерними мережами може взаємодіяти дана мережа;
- відкрита чи закрита мережа;
- платно чи безплатно надається вся інформація про мережу;
- яким стандартом затверджена (міжнародним, європейським, державним, іншим, жодним);
- назви стандартів якими затверджена;
- рік створення;
- розробник;
- організація, яка підтримує розвиток мережі;
- інтернет посилання на виробника або організацію, яка підтримує мережу, на інформацію про мережу;
- додаткова інформація про особливості мережі.

В табл. 1 наведені основні характеристики спеціалізованих комп’ютерних мереж INTERBUS (особливість: найбільша максимальна довжина мережі без повторювачів – 13 км), CAN (особливість: максимальна кількість активних вузлів (ведучих) необмежена), CAN Kingdom (особливість: регламентована тільки максимальна швидкість передачі даних, мережу можна формувати з модулів як з конструктора), PROFIBUS-PA та Foundation Fieldbus H1 відповідають вимогам міжнародного стандарту роботи у вибухонебезпечній зоні IEC 61158.

Як видно з табл. 1, в спеціалізованих комп’ютерних мережах виробники визначають різні показники роботи мережі. Даний факт значно ускладнює роботу фахівців з АСУ ТП під час вибору необхідних рішень. Проте, треба відмітити, що майже завжди виробники специфікують швидкість передавання даних. Також, переважно, виробниками визначаються рівні моделі ISO/OSI, які реалізовані в мережі.

Таблиця 1

Основні характеристики спеціалізованих комп’ютерних мереж

Характеристики мережі	Назва спеціалізованої комп’ютерної мережі				
	INTERBUS	CAN	CAN Kingdom	PROFI-BUS-PA	Founda tion Fieldbus H1
Режим обміну даними	ведучий-ведені	ведучий-ведені	ведучий-ведені	ведучий-ведені	клієнт-сервер, підписка
Максимальна кількість активних вузлів (ведучих)	1	не обмежена	1	1	-
Максимальна довжина мережі, м	13000	5000	-	1900	1900
Максимальна довжина відгалуження, м	400	-	-	-	120
Максимальна швидкість передачі даних, кбіт/с	500	1000	125	31,25	31,25
Максимальна кількість вузлів в мережі	256	не обмежена	-	-	-
Максимальна довжина сегмента, м	200	-	-	30	-
Максимальна кількість вузлів в одному сегменті	64	-	-	32	32
Відповідає міжнародному стандарту роботи у вибухонебезпечній зоні IEC 61158	ні	ні	ні	так	так
Реалізовані рівні моделі ISO/OSI	прикладний, каналний, фізичний	каналний, фізичний	каналний, фізичний	каналний, фізичний	прикладний, каналний, фізичний

Узагальнена структура бази знань “спеціалізовані комп’ютерні мережі” зображена на рис. 1

$m$  – кількість спеціалізованих комп’ютерних мереж, які входять в базу знань.



Рис. 1. Узагальнена структура бази знань “спеціалізовані комп’ютерні мережі”

Проведений аналіз характеристик спеціалізованих комп’ютерних мереж та додаткової інформації про них дозволив сформувати математичну модель узагальненої структури бази знань “спеціалізовані комп’ютерні мережі”:

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & & X_{mn} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

де  $X$  – база знань;

$X_{11}, X_{12}, \dots, X_{in}$  – характеристики і додаткова інформація, які використовуються для опису спеціалізованої комп’ютерної мережі;

$n$  – кількість характеристик і додаткових інформацій, які використовуються для опису спеціалізованої комп’ютерної мережі;

На рис.1 показано, що є основні та допоміжні характеристики спеціалізованої комп’ютерної мережі.

Під час визначення спеціалізованої комп’ютерної мережі за допомогою бази знань може виникнути необхідність альтернативного вибору, який може бути зумовлений тим, що в одній мережі одні показники можуть бути кращі а інші гірші, та навпаки.

В зв’язку з вищевказаним, в модель (1) доцільно ввести вагові коефіцієнти для кожного показника спеціалізованої комп’ютерної мережі. Після цього, математичну модель узагальненої структури бази знань “спеціалізовані комп’ютерні мережі” можна описати наступним чином:

$$X = \begin{bmatrix} a_1x_{11} & a_2x_{12} & \dots & a_nx_{1n} \\ a_1x_{21} & a_2x_{22} & \dots & a_nx_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_1x_{m1} & a_2x_{m2} & & a_nx_{mn} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

де  $a_1, a_2, \dots, a_n$  – вагові коефіцієнти для кожного показника спеціалізованої комп’ютерної мережі.

Вагові коефіцієнти кожного показника спеціалізованої комп’ютерної мережі (2) однакові для всіх мереж і визначають їх пріоритетність в процесі вибору необхідної спеціалізованої комп’ютерної мережі за визначеним завданням.

Таким чином, показник з найбільшим ваговим коефіцієнтом буде порівнюватись в процесі вибору найпершим, потім буде порівнюватись показник з наступним за величиною ваговим коефіцієнтом і т. д.

## 5. Висновки

За результатами дослідження існуючих спеціалізованих комп’ютерних мереж вперше розроблена структура бази знань “спеціалізовані комп’ютерні мережі” в яку можна внести дані про будь-яку спеціалізовану комп’ютерну мережу не зважаючи на те, що різні виробники визначають різні показники роботи своїх мереж.

В статті в порівняльному вигляді представлені основні характеристики спеціалізованих цифрових мереж INTERBUS, CAN, CAN Kingdom, PROFIBUS-PA, Foundation Fieldbus H1, а також вказано їх особливості.

В результаті проведеної роботи для кожного показника спеціалізованої комп'ютерної мережі, розробленої структури бази знань "спеціалізовані комп'ютерні мережі", встановлені значення вагових коефіцієнтів  $a_1, a_2, \dots, a_n$ , які є невід'ємною частиною розробленої математичної моделі бази знань (2).

Розроблена математична модель бази знань та визначені вагові коефіцієнти є підґрунтям для розробки математичної моделі вибору спеціалізованої комп'ютерної мережі.

Крім того, розроблена математична модель (2) та встановлені під час дослідження вагові коефіцієнти створюють умови для розробки програмно-інформаційного комплексу, який забезпечить автоматизований вибір необхідної спеціалізованої комп'ютерної мережі за критеріями визначеними спеціалістами служб КВП і А та керівництвом підприємств, які в даний час обмежені в інформації, яка необхідна для прийняття ефективних рішень щодо подальшої модернізації підприємства.

---

#### Література

1. Кругляк, К. В. Промышленные сети: цели и средства [Текст] / К. В. Кругляк // Современные технологии автоматизации. – 2002. – № 4. – С. 6–17.
2. Сахнюк, А. А. Промышленные сети [Текст] / А. А. Сахнюк, А. М. Литвин // Передовые технологии и технические решения. – 2004. – № 2. – С. 6–8.
3. Satynarayana, S. Performance of H1 Network in Wind Turbine Generator with Foundation Fieldbus [Text] / S. Satynarayana, M. Sailaja // International Journal of Engineering Science and Technology. – 2012. – № 4 (7). – P. 27–32.
4. Shu, Z. Study of Practical DNC System Based on CAN Fieldbus [Text] / Z. Shu // Journal of Dalian Jiaotong University. – 2009. – № 30 (1). – P. 9–12.
5. Muresan, N. Communication Between Intelligent Devices in LONWorks Control Networks [Text] / N. Muresan, B. Orza, A. Vlacu // Acta Technica Napocensis- Electronica-Telecomunicatii. – 2010. – № 51 (4). – P. 57–63.
6. Chauhan, A. A. Designing of MODBUS for Continues Process Control [Text] / A. A. Chauhan, A. R. Mahajan // International Journal of Advanced Engineering Science and Technology. – 2011. – № 3 (1). – P. 24–28.
7. Vaijapurkar, S. S. Implementation Strategy for Optical Fiber Modbus-TCP Based Nuclear Radiation Detection Instrument for Nuclear Emergency [Text] / S. S. Vaijapurkar, S. M. Kate // International Journal of Engineering Trends and Technology. – 2012. – № 3 (3). – P. 462–465.
8. Peng, J. Application of IEEE 802.1P in Industrial Ethernet [Text] / J. Peng, Z. Shu, Q. Ying // Journal of Nanchang University Engineering & Technology. – 2009. – № 31 (1). – P. 49–52.
9. Сахнюк, А. А. Межсетевое взаимодействие в промышленных сетях [Текст] / А. А. Сахнюк // Передовые технологии и технические решения. – 2004. – № 3. – С. 6–11.
10. Семенов, Г. Н. Автоматизация процессу буріння свердловин [Текст]: навч. пос. / Г. Н. Семенов. – Івано-Франківськ: ІФДТУНГ, 1999. – 300 с.
11. Бабчук, С. М. Метод ідентифікації спеціалізованих комп'ютерних мереж для об'єктів нафтогазового комплексу [Текст] / С. М. Бабчук // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – Т. 3, № 4 (63). – С. 48–51.