

УДК 004.891.2:004.7

С.М. БАБЧУК

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

**АЛГОРИТМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ
СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З ВИБОРУ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ
КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПРОЦЕСІВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ**

Визначено, що ефективним засобом вибору спеціалізованих комп'ютерних мереж може бути відповідна комп'ютерна система підтримки прийняття рішень.

В результаті проведеної роботи розроблено два алгоритми роботи спеціалізованої комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень з вибору спеціалізованих комп'ютерних мереж для систем автоматизації технологічних процесів промислових підприємств.

Отримані під час дослідження результати сприятимуть подальшому створенню спеціалізованої комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень з вибору спеціалізованих комп'ютерних мереж, яка забезпечить прийняття ефективних рішень щодо подальшої модернізації АСУ ТП підприємства.

Ключові слова: спеціалізовані комп'ютерні мережі, промислові мережі, HART-протокол, Interbus, CAN, WorldFIP, EtherNet/IP, автоматизовані системи управління технологічними процесами.

S. BABCHUK

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

**DECISION SUPPORT SYSTEM ALGORITHMIC SOFTWARE ON SPECIALIZED
COMPUTER NETWORK (FIELD BUS) SELECTION FOR TECHNOLOGICAL
PROCESSES AUTOMATION SYSTEMS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES**

There has been determined that the respective decision support system can be an effective way of selection of specialized computer networks.

As a result of carried out work there were developed two algorithms of work of decision support system on specialized computer network selection for technological processes automation systems of industrial enterprises.

The received results will contribute to further creation of the specialized decision support system on specialized computer network selection that will provide effective decision making in terms of further modernization of automation management systems of industrial enterprises.

Keywords: fieldbus, specialized computer networks, industrial networks, HART-protocol, Interbus, CAN, WorldFIP, EtherNet / IP, automated process control systems.

Постановка проблеми

Промисловість є найважливішим структурним сектором господарського комплексу України. На промисловість України припадає третина основних фондів. На промислових підприємствах працює понад 35 % населення, зайнятого в народному господарстві України. Провідна роль промисловості в економіці України визначається, перш за все, тим, що вона забезпечує всі галузі народного господарства знаряддями праці, матеріалами та сировиною.

За офіційними даними Держкомстату України більше 70 % основних засобів усіх підприємств країни є застарілими. Так, рівень спрацювання техніки, обладнання, транспортних засобів і інших активів становить 80-90 % [1]. Вони вже не забезпечують ефективного та інтенсивного виробництва, а це відповідно призводить до великих виробничих витрат.

На багатьох вітчизняних підприємствах оновлення активної частини виробничих основних засобів не проводилося впродовж багатьох років, а технології виробництва залишаються на рівні другої половини минулого століття і не відповідають сучасним вимогам.

В глобалізаційних та інтеграційних умовах основною вимогою для ефективного функціонування українських підприємств та конкурентоспроможності їхньої продукції на світовому ринку є вимога оновлення основних виробничих фондів та застосування новітніх технологій у процесі виробництва. Оскільки якісний склад виробничих основних засобів прямо визначає технічний рівень продукції, що виготовляється, а ефективність використання безпосередньо впливає на кінцеві результати господарської діяльності підприємства.

Використання нової техніки і технології у виробничому процесі є запорукою ефективного і рентабельного функціонування підприємства. Досвід більшості розвинених країн свідчить, що понад 80% зростання ВВП забезпечується технологічними нововведеннями, які здійснюються через технічне переозброєння виробництва.

Важливою складовою частиною сучасних підприємств є системи автоматизації керування технологічними процесами та виробництвами. Тому одним з основних напрямків модернізації виробничих

потужностей підприємства є модернізація систем автоматизації [2,3].

В умовах бурхливо зростаючого виробництва мікропроцесорних пристроїв ефективним рішенням стали системи автоматизації на базі спеціалізованих комп'ютерних мереж (fieldbus), що складаються з багатьох вузлів, обмін між якими здійснюється цифровим способом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В даний час підприємствами світу використовується більше сотні різних спеціалізованих комп'ютерних мереж, протоколів і інтерфейсів, застосовуваних у системах автоматизації [4-10]. Проте, інформація про них в українських засобах інформації майже відсутня. Тому, 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.

На сьогоднішній день в умовах складного динамічного середовища, що характеризується постійною невизначеністю та мінливістю політичних, економічних і соціальних факторів, основою успішного функціонування господарюючих суб'єктів є ухвалення ефективних управлінських рішень. Сучасні системи підтримки прийняття рішень є системами, максимально пристосованими до вирішення задач повсякденної управлінської діяльності, і є інструментом, покликаним надати допомогу особам, що приймають рішення [11].

Системи підтримки прийняття рішень (СППР) – це інтерактивні комп'ютерні системи, які призначені для підтримки різних видів діяльності та прийняття рішень із слабоструктурованих або неструктурованих проблем.

Інтерес до СППР як до перспективного напрямку використання обчислювальної техніки і як до інструментарію підвищення ефективності праці у сфері управління постійно зростає. За допомогою систем підтримки прийняття рішень, в яких сконцентровані потужні методи математичного моделювання, теорії управління, інформаційних технологій, може здійснюватися вибір рішень деяких неструктурованих і слабоструктурованих задач, у тому числі й багатокритеріальних. Тому системи підтримки прийняття рішень, як правило, є результатом ґрунтовних досліджень та включають елементи теорії баз даних, штучного інтелекту, інтерактивних комп'ютерних систем.

В [12] описано дослідження в результаті яких було створено базу знань “Спеціалізовані комп'ютерні мережі”. Дана база знань може стати складовою частиною спеціалізованої комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень з вибору спеціалізованих комп'ютерних мереж для систем автоматизації технологічних процесів промислових підприємств.

В даний час необхідно розробити алгоритм роботи спеціалізованої комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень з вибору спеціалізованих комп'ютерних мереж з вже наявної бази знань “Спеціалізовані комп'ютерні мережі”.

Формулювання завдання дослідження

В зв'язку з вищевказаним, метою досліджень було розробити алгоритм роботи спеціалізованої комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень з вибору спеціалізованих комп'ютерних мереж для систем автоматизації технологічних процесів промислових підприємств.

Розробка алгоритмічного забезпечення спеціалізованої комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень з вибору спеціалізованих комп'ютерних мереж для систем автоматизації технологічних процесів промислових підприємств

З метою, вироблення стратегії створення алгоритму спеціалізованої комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень з вибору спеціалізованих комп'ютерних мереж для систем автоматизації технологічних процесів промислових підприємств було проведено аналіз існуючих спеціалізованих комп'ютерних мереж.

Встановлено, що в спеціалізованих комп'ютерних мережах виробниками нормована неоднакова кількість та перелік показників роботи мережі. Даний факт ускладнює процеси порівняння та вибору необхідної мережі. Крім того, в одній мережі може бути вищий один показник роботи, а в іншій даний показник нижчий, і навпаки для іншого показника роботи:

- в мережі SDS (Smart Distributed Systems) максимальна допустима довжина одного сегменту 457 метрів (1500 футів) при максимальній швидкості передавання даних 125 кбіт/с;
- в мережі BITBUS максимальна допустима довжина одного сегменту 1200 метрів при максимальній швидкості передавання даних 62,5 кбіт/с.

Таким чином максимальна довжина одного сегменту в мережі BITBUS довша від максимальної довжини одного сегменту мережі Smart Distributed Systems в 2,6 рази. Проте, максимальна швидкість передавання даних в мережі BITBUS (при довжині сегменту 457 метрів) менша від максимальної швидкості передавання даних мережі Smart Distributed Systems в 2 рази.

Складність у порівнянні мереж також створює той факт, що в деяких мережах швидкість передавання даних при будь-якій довжині сегмента залишається сталою (наприклад, мережі CC-Link IE, FL-

net, INTERBUS-S), а у великої кількості промислових мереж максимальна швидкість передавання даних змінюється в залежності від довжини сегменту. Крім того, різними виробниками ці довжини сегментів можуть встановлюватись різними, як за кількістю варіантів довжини сегменту, так і за довжиною можливих сегментів. Для прикладу розглянемо дві вищезгадані мережі BITBUS та SDS:

- в мережі BITBUS передбачено два варіанти довжини сегменту: 300 м (швидкість передавання даних – 375 кбіт/с) і 1200 м (швидкість передавання даних – 62,5 кбіт/с).
- в мережі SDS передбачено чотири варіанти довжини сегменту: 22,8 м (швидкість передавання даних – 1 Мбіт/с), 91 м (швидкість передавання даних – 500 кбіт/с), 183 м (швидкість передавання даних – 250 кбіт/с), 457 м (швидкість передавання даних – 125 кбіт/с).

Необхідно відмітити, що при виборі спеціалізованої комп'ютерної мережі замовник може первинно поставити ряд високих вимог до показників роботи мережі, які на практиці взаємовиключають один одного. Наприклад, що б спеціалізована комп'ютерна мережа забезпечувала високу швидкість передавання даних 10 Мбіт/с і була сертифікована у відповідності до міжнародного стандарту IEC 61158-2, як така яка може працювати у вибухонебезпечній зоні. Проте, мережі які відповідають міжнародному стандарту IEC 61158-2 працюють із швидкістю передавання даних тільки 31,25 Кбіт/с.

Також, можна спрогнозувати, що при певних заданих критеріях пошуку необхідної мережі їм може відповідати велика кількість спеціалізованих мереж, а при інших заданих критеріях пошуку може скластись ситуація, коли жодна з мереж не буде відповідати заданим критеріям.

В зв'язку з вищевказаним та враховуючи проведений аналіз існуючих спеціалізованих комп'ютерних мереж прийнято рішення, що доцільно передбачити два режими роботи системи підтримки прийняття рішень:

- “ручний” режим;
- автоматизований режим.

В “ручному” режимі спочатку в спеціалізовану комп'ютерну систему вводиться значення показника роботи мережі, який замовником (користувачем) вибраний як найважливіший. По даному введеному показнику вибираються спеціалізовані комп'ютерні мережі, які йому відповідають. Потім в спеціалізовану комп'ютерну систему вводиться значення другого показника роботи мережі, який замовником (користувачем) вибраний як другий за важливістю. По другому введеному показнику вибираються спеціалізовані комп'ютерні мережі, які йому відповідають. І так процес вибору повторюється до того часу, поки не відбудеться одна з подій:

- будуть введені всі показники, які є визначені замовником (користувачем) до шуканої спеціалізованої комп'ютерної мережі. В такому випадку замовнику (користувачу) необхідно вибрати одну з мереж, яка задовольняє всім його вимогам з наявного переліку. В даному випадку може бути врахований, наприклад, географічний фактор (географічна близькість виробника до споживача, знання мови країни виробника) або інші фактори які мають мережі і які роблять їх використання більш привабливим (наприклад, легка і зручна процедура об'єднання з вже існуючими на підприємстві системами автоматизації);

- після введення чергового показника роботи мережі виявляється, що жодна мережа не відповідає йому на даний момент (наприклад, якщо на попередньому етапі пошуку замовником (користувачем) було вибрано мережі, які забезпечують швидкість передавання даних 10 Мбіт/с, а після цього робиться пошук в мережах, що залишились такої мережі, яка сертифікована у відповідності до міжнародного стандарту IEC 61158-2, як така яка може працювати у вибухонебезпечній зоні. Проте, необхідні мережі були виключені з пошуку на попередньому етапі, адже вони працюють із швидкістю передавання даних тільки 31,25 Кбіт/с, яка менша 10 Мбіт/с.

Якщо процес пошуку завершується першим варіантом і ми отримуємо рекомендацію з вибору необхідної нам спеціалізованої комп'ютерної мережі, то на цьому процес пошуку завершується. Якщо процес пошуку завершується

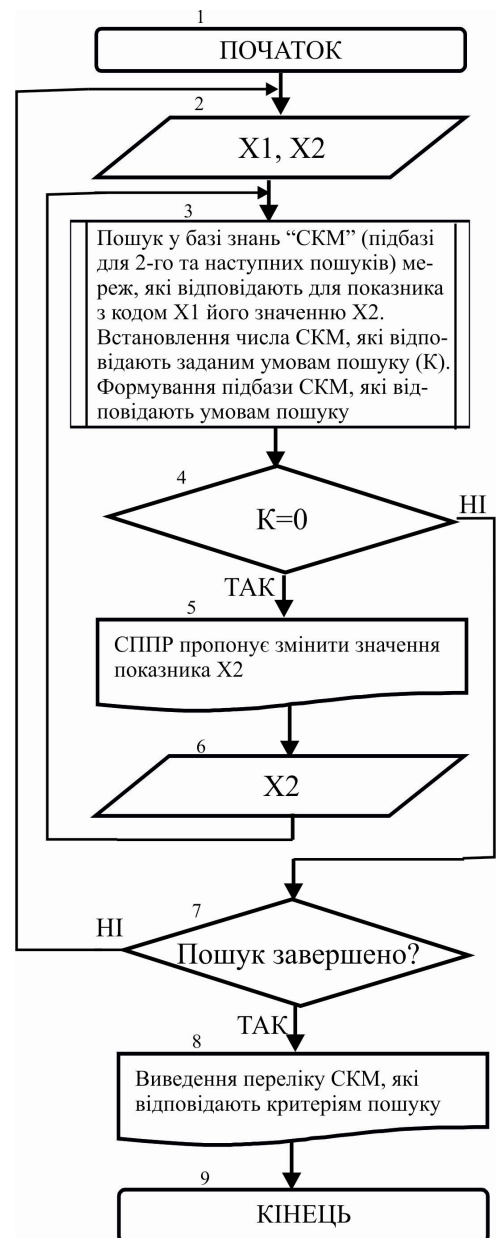


Рис. 1. X1 – код показника СКМ, який є критерієм пошуку; X2 – значення показника СКМ, який є критерієм пошуку; K – кількість СКМ, яка відповідає заданим умовам пошуку

Рис. 1. Алгоритм роботи спеціалізованої комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень (в “ручному” режимі) з вибору спеціалізованих комп'ютерних мереж для систем автоматизації технологічних процесів промислових підприємств

другим варіантом, то ми отримуємо рекомендацію переглянути попередній критерій пошуку і повертаємось на крок назад.

Алгоритм роботи спеціалізованої комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень (в "ручному" режимі) з вибору спеціалізованих комп'ютерних мереж для систем автоматизації технологічних процесів промислових підприємств зображений на рис. 1.

Для роботи спеціалізованої комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень з вибору спеціалізованих комп'ютерних мереж для систем автоматизації технологічних процесів промислових підприємств в автоматизованому режимі замовник (користувач) вводить в систему (в порядку від найбільш пріоритетного до найменш пріоритетного):

- коди показників СКМ, які виступатимуть критеріями пошуку (наприклад, довжина сегменту);
- значення показника СКМ (наприклад, максимальна довжина сегменту – 1200 м).

Якщо процес пошуку в автоматизованому режимі завершується результативним варіантом, то ми отримуємо рекомендацію з вибору необхідної нам спеціалізованої комп'ютерної мережі, та на цьому процес пошуку завершується. Якщо процес пошуку завершується варіантом, коли відсутня мережа, яка задовольняє критеріям пошуку, то ми отримуємо рекомендацію переглянути попередній критерій пошуку і повертаємось на крок назад.

Алгоритм роботи спеціалізованої комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень (в автоматизованому режимі) з вибору спеціалізованих комп'ютерних мереж для систем автоматизації технологічних процесів промислових підприємств зображений на рис.2.

Висновки

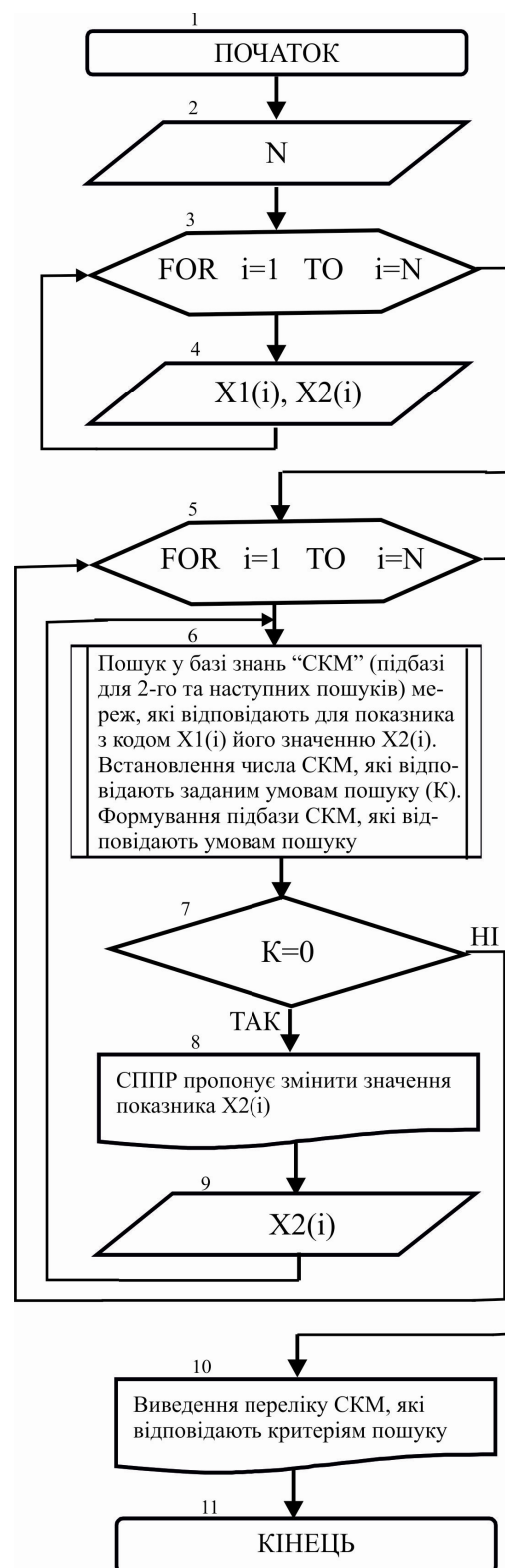
В результаті проведеного аналізу існуючих спеціалізованих комп'ютерних мереж встановлено, що в спеціалізованих комп'ютерних мережах виробниками нормована неоднакова кількість та перелік показників роботи мережі. Вищевказане та ряд інших встановлених факторів ускладнюють процеси порівняння та вибору необхідної мережі.

В результаті проведеної роботи розроблено два алгоритми роботи спеціалізованої комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень з вибору спеціалізованих комп'ютерних мереж для систем автоматизації технологічних процесів промислових підприємств.

Отримані під час дослідження результати сприятимуть подальшому створенню спеціалізованої комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень з вибору спеціалізованих комп'ютерних мереж для систем автоматизації технологічних процесів промислових підприємств, яка забезпечить прийняття ефективних рішень щодо подальшої модернізації АСУ ТП підприємства.

Література

1. Осіпчук Г. С. Відтворення основних засобів в системі управління підприємством / Г.С. Осіпчук // Наукові конференції. – 2011. – №8. – С. 18-21
2. Бабчук С. М. Визначення напрямків модернізації існуючих автоматизованих систем управління технологічними процесами, які розміщені у вибухонебезпечних зонах / С.М. Бабчук // Міжнародний науково-технічний журнал "Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах". – 2014. – №2. – С. 103-107.



N – кількість показників роботи СКМ, які є критеріями пошуку; X1 – код показника СКМ, який є критерієм пошуку; X2 – значення показника СКМ, який є критерієм пошуку; K – кількість СКМ, яка відповідає заданим умовам пошуку

Рис. 2. Алгоритм роботи спеціалізованої комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень (в автоматизованому режимі) з вибору спеціалізованих комп'ютерних мереж для систем автоматизації технологічних процесів промислових підприємств

3. Бабчук С. М. Вибір спеціалізованої комп'ютерної мережі для систем автоматизації у вибухобезпечних зонах промислових підприємств. // Міжнародний науково-технічний журнал "Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах". – 2015. – №1. – С. 127-132.
4. Guochen, A. Design of Intelligent Transmitter Based on HART Protocol [Text] / A. Guochen, M. Zhiyong, M. Hongtao, S. Bingdong // Intelligent Computation Technology and Automation. – 2010. – Vol. 2. – P. 40–43.
5. Pereira, J. HART protocol analyser based in LabVIEW [Text] / J. Pereira, O. Postolache, P. Girao // Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications. – 2003. – P. 174–176.
6. Бабчук С. М. Мікропроцесорна система управління процесом буріння на базі промислової комп'ютерної мережі / С. М. Бабчук, О. І. Іванкевич // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2008. – №4/3 (34). – С. 15-17.
7. Cavalieri, S. Definition of a fault recovery protocol compliant with Interbus-S standard [Text] / S. Cavalieri // Industrial Electronics. – 2003. – P. 821–823.
8. Бабчук С. М. Класифікація промислових комп'ютерних мереж / С. М. Бабчук // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2009. – №4/2(40). – С. 49-51.
9. Zhang, L. Research of EtherNet/IP and development of its network node [Text] / L. Zhang, N. Xie // Consumer Electronics, Communications and Networks. – 2012. – P. 486–489.
10. Ping, L. Ethernet/IP Analysis [Text] / Journal of Yangtze University. – 2010. – Vol. 7, № 1. – P. 254-255.
11. Бабчук С. М. Спеціалізована експертна комп'ютерна система ідентифікації кадрів / С. М. Бабчук, Л. Р. Бабчук // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2013. – №2/10(62). – С. 18-20.
12. Бабчук С. М. Синтез бази знань "спеціалізовані комп'ютерні мережі" для об'єктів нафтогазового комплексу / С. М. Бабчук // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2014. – №3/2(69). – С. 14-18.

References

1. Osipchuk G. S. Vidtvorennya osnovnykh zasobiv v systemi upravlinnya pidpryyemstvom / G.S. Osipchuk // Naukovi konferenci. – 2011. – #8. – S. 18-21.
2. Babchuk S. M. Vyznachennya napryamkiv modernizaciyi isnuuyuchykh avtomatyzovanykh system upravlinnya texnologichnykh procesamy, yaki rozmishheni u vybuxonebezpechnykh zonax / S.M. Babchuk // Mizhnarodnyj naukovo-texnichnyj zhurnal "Vymiryuvalna ta obchyslyuvalna texnika v texnologichnykh procesax". – 2014. – #2. – S. 103-107.
3. Babchuk S. M. Vybir specializovanoi kompyuternoyi merezhi dlya system avtomatyzaciyi u vybuxobezpechnykh zonax promyslovykh pidpryyemstv. // Mizhnarodnyj naukovo-texnichnyj zhurnal "Vymiryuvalna ta obchyslyuvalna texnika v texnologichnykh procesax". – 2015. – #1. – S. 127-132
4. Guochen, A. Design of Intelligent Transmitter Based on HART Protocol [Text] / A. Guochen, M. Zhiyong, M. Hongtao, S. Bingdong // Intelligent Computation Technology and Automation. – 2010. – Vol. 2. – P. 40–43.
5. Pereira, J. HART protocol analyser based in LabVIEW [Text] / J. Pereira, O. Postolache, P. Girao // Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications. – 2003. – P. 174–176.
6. Babchuk S. M. Mikroprocesorna systema upravlinnya procesom burinnya na bazi promyslovoyi kompyuternoyi merezhi / S. M. Babchuk, O. I. Ivankevych // Vostochno-evropejskij zhurnal peredovykh texnologij. – 2008. – #4/3 (34). – S. 15-17
7. Cavalieri, S. Definition of a fault recovery protocol compliant with Interbus-S standard [Text] / S. Cavalieri // Industrial Electronics. – 2003. – P. 821–823.
8. Babchuk S. M. Klsyfikaciya promyslovykh kompyuternykh merezh / S. M. Babchuk // Vostochno-evropejskij zhurnal peredovykh texnologij. – 2009. – #4/2(40). – S. 49-51.
9. Zhang, L. Research of EtherNet/IP and development of its network node [Text] / L. Zhang, N. Xie // Consumer Electronics, Communications and Networks. – 2012. – P. 486–489.
10. Ping, L. Ethernet/IP Analysis [Text] / Journal of Yangtze University. – 2010. – Vol. 7, № 1. – P. 254-255.
11. Babchuk S. M. Specializovana ekspertna kompyuterna systema identyfikaciyi kadmiyu / S. M. Babchuk, L. R. Babchuk // Vostochno-evropejskij zhurnal peredovykh texnologij. – 2013. – #2/10(62). – S. 18-20.
12. Babchuk S. M. Syntez bazy znan "specializovani kompyuterni merezhi" dlya obyektiv naftogazovogo kompleksu. // Vostochno-evropejskij zhurnal peredovykh texnologij. – 2014. – #3/2(69). – S. 14-18.

Рецензія/Peer review : 18.9.2015 p.

Надрукована/Printed :20.10.2015 p.