

## **ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМКІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ ІСНУЮЧИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ, ЯКІ РОЗМІЩЕНІ У ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ЗОНАХ**

*Визначено, що ефективним напрямком модернізації існуючих автоматизованих систем управління технологічними процесами, які розміщені у вибухонебезпечних зонах, є впровадження спеціалізованих комп'ютерних мереж, які сертифіковані для роботи в таких умовах. В результаті проведеного аналізу існуючих спеціалізованих комп'ютерних мереж встановлено, що тільки дві цифрові мережі PROFIBUS-PA та FoundationFieldbus H1 сертифіковані згідно міжнародного стандарту IEC 61158-2 для роботи у вибухонебезпечних зонах.*

*Використання мереж PROFIBUS-PA і FoundationFieldbus H1 дозволяє забезпечити роботу 32 вузлів у вибухонебезпечній зоні. Таким чином впровадження спеціалізованих комп'ютерних мереж PROFIBUS-PA і FoundationFieldbus H1 в АСУ ТП у вибухонебезпечній зоні дозволить збільшити кількість вузлів в одному сегменті більш як в 3 рази в порівнянні з моделлю FISCO і відповідно у 8 разів більше в порівнянні з використовуваною раніше моделлю, що являла собою кабель промислової мережі у вигляді розподіленої індуктивності, ємності й активного опору.*

*В статті в порівняльному вигляді представлені характеристики спеціалізованих цифрових мереж PROFIBUS-PA, FoundationFieldbus H1, а також вказано їх особливості.*

*В результаті проведеної роботи створена інформаційна та методична база для вибору спеціалізованої комп'ютерної мережі для модернізації існуючих АСУ ТП у вибухонебезпечній зоні.*

*Отримані під час дослідження результати створюють умови для правильного вибору необхідної спеціалізованої комп'ютерної мережі спеціалістами служб КВП і А та керівництвом підприємств, що сприятиме прийняттю ефективних рішень щодо подальшої модернізації АСУ ТП підприємства.*

*Ключові слова: спеціалізовані комп'ютерні мережі, промислові мережі, PROFIBUS-PA, FoundationFieldbusH1, FISCO, автоматизовані системи управління технологічними процесами, АСУ ТП, КВП і А.*

S. BABCHUK

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

## **DETERMINE THE DIRECTION OF MODERNIZATION OF EXISTING AUTOMATED CONTROL SYSTEMS OF TECHNOLOGICAL PROCESSES THAT ARE LOCATED IN HAZARDOUS AREAS**

*Determined that the effective area of modernization of existing automated control systems, which are located in hazardous areas, there is a special implementation of computer networks that are certified to work in such conditions. The analysis of existing specialized computer networks, found that only two digital networks PROFIBUS-PA and Foundation Fieldbus H1 certified according to the international standard IEC 61158-2 for use in hazardous areas.*

*Using networks PROFIBUS-PA and Foundation Fieldbus H1 allows for 32 units work in explosive areas. Thus the introduction of specialized computer networks PROFIBUS-PA and Foundation Fieldbus H1 in APCS in explosive areas will increase the number of nodes in the same segment more than 3-fold compared to the FISCO model and therefore 8 times more compared to the previously used model that was the cable industry network as a distributed inductance, capacitance and active resistance.*

*The paper presents the comparative form of special characteristics of digital networks PROFIBUS-PA, Foundation Fieldbus H1 and specify the it characteristics.*

*As a result of this work an information and methodological basis for selection of specialized computer network to upgrade the existing APCS in explosive areas.*

*Obtained from the survey result and create conditions for the proper selection of the required specialized computer network specialists and au to mated services and management companies to facilitate effective decision-making on the further modernization of APCS company.*

*Keywords : specialized computer networks , industrial networks , PROFIBUS-PA, Foundation Fieldbus H1, FISCO, au to mated process control systems.*

### **Постановка проблеми**

Протягом багатьох років автоматизовані системи управління технологічними процесами будувалися по традиційній централізованій схемі, у якій був один потужний обчислювальний пристрій і величезна кількість кабелів, за допомогою яких здійснювалося підключення датчиків і виконавчих механізмів. Такий стан був спричинений високою ціною на електронно-обчислювальну техніку й відносно низьким рівнем автоматизації виробництва. На сьогоднішній день у цього підходу практично не залишилося прихильників. Такі недоліки централізованих автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУ ТП), як великі витрати на кабельну мережу й допоміжне устаткування, складний монтаж, низька надійність і складна реконфігурація, зробили їх у багатьох випадках абсолютно неприйнятними як економічно, так і технологічно[1].

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

В багатьох галузях народного господарства необхідно забезпечувати роботу автоматизованих системи управління технологічними процесами у вибухонебезпечних зонах.

Донедавна розрахунок іскробезпеки мережевих рішень будувалася на основі моделі, що являє собою кабель промислової мережі у вигляді розподіленої індуктивності, ємності й активного опору, які підлягали обліку поряд з аналогічними граничними характеристиками підключених кінцевих пристроїв. Далі, виходячи із заявлених характеристик блоку живлення, визначався максимальний струм, а також максимальне число пристроїв, що могло бути підключене до іскробезпечного сегмента. Результати застосування цієї моделі приводили до дуже жорстких обмежень і, як наслідок, до високих витрат.

Результатом новітніх досліджень в області іскробезпечних ланцюгів з'явилася розрахункова модель FISCO (FieldbusIntrinsicallySafeConcept), що базується на наступних припущеннях[2]:

- один блок живлення на сегмент із напругою від 14 до 24 В;
- блок живлення відповідає вимогам вибухозахисту іа або іb групи ІС і має трапецієподібну або прямокутну характеристику;
- всі інші вузли сегмента є пасивними зі струмом споживання не менш 10 мА;
- всі вузли мають малі значення внутрішньої індуктивності (<10 мкГн) і ємності (<5 нФ), які можна не враховувати;
- характеристики кабелю не виходять за встановлені границі ( $R=15...150$  Ом/км,  $L=0,4...1$  мГн/км,  $C = 80...200$  нФ/км, включаючи екран);
- кабель термінований на обох кінцях ( $R = 90...100$  Ом,  $C = 2,2$  нФ);
- довжина магістралі не більше 1000 м;
- довжина кожного кабельного відводу не більше 30 м.

Проведене національним фізико-технічним інститутом Німеччини тестування показало, що при дотриманні зазначених умов роль розподіленої індуктивності і ємності кабелю може не враховуватися. Таким чином, будь-який сегмент цифрової промислової мережі (ЦПМ), зібраний із сертифікованих відповідно до концепції FISCO виробів, може розглядатися як проста резистивна схема й розраховуватися за відповідними оціночними кривими. Результат – 10 пристроїв на сегмент замість 4 по використовуваній раніше моделі.

Проте, навіть застосування моделі FISCO ще не забезпечує мінімізацію накладних витрат на розгортання ЦПМ у вибухонебезпечних зонах.

#### **Формулювання завдання дослідження**

В зв'язку з вищевказаним, метою досліджень було визначення напрямків модернізації існуючих автоматизованих систем управління технологічними процесами, які розміщені у вибухонебезпечних зонах. Також, одним із завдань досліджень було створення методичної бази для використання розроблених методів модернізації існуючих АСУ ТП.

#### **Визначення напрямків модернізації існуючих автоматизованих систем управління технологічними процесами, які розміщені у вибухонебезпечних зонах**

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 FoundationFieldbus, CAN, LONWorks, Modbus, Modbus-TCP, IndustrialEthernet, Interbus, PROFIBUS і ін..

З метою вирішення поставлених завдань був проведений аналіз існуючих спеціалізованих комп'ютерних мереж. Встановлено, що тільки дві спеціалізовані комп'ютерні мережі сертифіковані для використання у вибухонебезпечних зонах згідно міжнародного стандарту IEC 61158-2: PROFIBUS-PA і FoundationFieldbus H1.

Необхідно відмітити, що використання мереж PROFIBUS-PA і FoundationFieldbus H1 дозволяє забезпечити роботу 32 вузлів у вибухонебезпечній зоні замість 10 вузлів дозволеними моделлю FISCO. Таким чином впровадження спеціалізованих комп'ютерних мереж PROFIBUS-PA і FoundationFieldbus H1 в АСУ ТП у вибухонебезпечній зоні дозволить збільшити кількість вузлів в одному сегменті більш як в 3 рази в порівнянні з моделлю FISCO і відповідно у 8 разів більше в порівнянні з використовуваною раніше моделлю, що являла собою кабель промислової мережі у вигляді розподіленої індуктивності, ємності й активного опору, які підлягали обліку поряд з аналогічними граничними характеристиками підключених кінцевих пристроїв.

В зв'язку з вищевказаним та з метою створення методичної бази для вибору спеціалізованої комп'ютерної мережі на базі якої буде модернізована існуюча АСУ ТП у вибухонебезпечній зоні було проведено порівняльний аналіз характеристик мереж PROFIBUS-PA і FoundationFieldbus H1[3-7], результати якого наведені в табл.1.

Таблиця 1

Характеристики спеціалізованих комп'ютерних мереж

Характеристики мережі	Назва спеціалізованої комп'ютерної мережі	
	PROFIBUS-PA	FoundationFieldbus H1
Режим обміну даними	ведучий-ведені	клієнт-сервер, підписка
Максимальна кількість активних вузлів (ведучих)	1	-
Топологія	шина, дерево	шина, дерево
Максимальна довжина сегменту (не у вибухонебезпечній зоні), м	1900	1900
Максимальна довжина сегменту (у вибухонебезпечній зоні), м	1000	1900
Максимальна довжина відгалуження (не у вибухонебезпечній зоні), м	120 (максимально 12 вузлів на сегмент)	120 (максимально 12 вузлів на сегмент)
Максимальна довжина відгалуження (у вибухонебезпечній зоні), м	30 (максимально 24 вузла на сегмент)	120 (максимально 6 вузлів на сегмент)
Максимальна швидкість передавання даних, кбіт/с	31,25	31,25
Максимальна кількість вузлів в мережі з повторювачами	126	
Максимальна кількість вузлів в одному сенменті	32 (1 ведучий + 31 ведений)	32
Реалізовані рівні моделі ISO/OSI	канальний, фізичний	прикладний, канальний, фізичний
Двонаправлений обмін даними	так	так
Діагностичні функції	так	так
Обмін даними та одночасне електроживлення датчиків і виконавчих пристроїв	так	так
Технологія передавання даних / живлення	Вибухобезпечна технологія MBP (ManchesterCoded, BusPowered - манчестерське кодування, живлення через шину).	Манчестерська L-двофазна технологія, живлення через шину
Середовище передавання даних	двожильний екранований кабель	двожильний екранований кабель
Опір лінії передавання даних, Ом/км	44	
Час циклу обміну даними для датчиків, мс	10	
Час циклу обміну даними для виконавчих механізмів, мс	15	
Мін. напруга живлення пристрою, В	9	9
Напруга живлення пристрою у вибухонебезпечній зоні, В	14-20	
Максимальна напруга живлення пристрою, В	32	32
Типове споживання струму пристроєм, мА	12	
Взаємозамінність польових пристроїв багатьох виробників	так	так
Відповідає міжнародному стандарту роботи у вибухонебезпечній зоні IEC 61158-2	так	так
Відповідає міжнародному стандарту IEC 61784-1	так	так
Відповідає стандарту Євросоюзу EN 50170	так (з 1996 року)	
Відповідає державним стандартам	Сертифіковано в 1991 році за державним стандартом Німеччини DIN 19245	
Виробник мережі	SIEMENS AG	FieldbusFoundation (в склад організації входять 130 компаній виробників контрольно-вимірювальних, приладів і керуючих пристроїв)
Інтернет-ресурс компанії виробника	<a href="http://www.siemens.com">www.siemens.com</a>	<a href="http://www.fieldbus.org">http://www.fieldbus.org</a>
Інтернет-ресурс супроводу спеціалізованої комп'ютерної мережі	<a href="http://www.profibus.com">www.profibus.com</a>	<a href="http://www.fieldbus.org">http://www.fieldbus.org</a>

Проведений аналіз характеристик спеціалізованих комп'ютерних мереж PROFIBUS-PA та FoundationFieldbus H1 дає підстави зробити висновок, що в них багато однакових показників (в тому числі і

серед основних):

- максимальна довжина сегменту (не у вибухонебезпечній зоні);
- максимальна довжина відгалуження (не у вибухонебезпечній зоні);
- максимальна швидкість передавання даних;
- максимальна кількість вузлів в одному сегменті;
- двонаправлений обмін даними;
- діагностичні функції;
- обмін даними та одночасне електроживлення датчиків і виконавчих пристроїв;
- середовище передавання даних;
- мінімальна та максимальна напруга живлення пристрою;
- топології;
- взаємозамінність польових пристроїв багатьох виробників;
- відповідають міжнародному стандарту роботи у вибухонебезпечній зоні IEC 61158-2;
- відповідають міжнародному стандарту IEC 61784-1.

Необхідно відмітити, що розробниками мережі FoundationFieldbus H1 не нормовані деякі показники, які нормовані в мережі PROFIBUS-PA. Зокрема:

- типове споживання струму пристроєм;
- напруга живлення пристрою вибухонебезпечній зоні;
- час циклу обміну даними для датчиків та виконавчих механізмів.
- Проте, є кілька показників роботи мережі, за якими першість за FoundationFieldbus H1:
- мережа FoundationFieldbus H1 забезпечує максимальну довжину сегменту (у вибухонебезпечній зоні) до 1900 м, а мережа PROFIBUS-PA майже в два рази менше – 1000 м;
- мережа FoundationFieldbus H1 крім фізичного і канального рівнів моделі ISO/OSI реалізує ще й прикладний рівень, а мережа PROFIBUS-PA реалізує тільки перших два рівня даної моделі - фізичний і канальний;
- мережа FoundationFieldbus H1 забезпечує максимальну довжину відгалуження (у вибухонебезпечній зоні) до 120 м, а мережа PROFIBUS-PA в чотири рази менше – 30 м.

Основним принципово відмінним в обох мережах є режим обміну даними. Мережа PROFIBUS-PA забезпечує режим обміну даними “ведучий-ведений” відповідно з одним ведучим вузлом, а мережа FoundationFieldbus H1 може підтримувати два зовсім інші режими обміну даними “клієнт-сервер” та “підписка”. Тому, з технічної точки зору це є основна характеристика, яка в залежності від технологічного процесу може принципово спонукати вибрати одну або іншу мережу.

### Висновки

За результатами проведених досліджень встановлено, що ефективним напрямком модернізації існуючих автоматизованих систем управління технологічними процесами, які розміщені у вибухонебезпечних зонах, є впровадження спеціалізованих комп'ютерних мереж, які сертифіковані для роботи в таких умовах. В результаті проведеного аналізу існуючих спеціалізованих комп'ютерних мереж встановлено, що з більш як ста існуючих спеціалізованих комп'ютерних мереж тільки дві цифрові мережі PROFIBUS-PA та FoundationFieldbus H1 сертифіковані згідно міжнародного стандарту IEC 61158-2 для роботи у вибухонебезпечних зонах.

Використання мереж PROFIBUS-PA і FoundationFieldbus H1 дозволяє забезпечити роботу 32 вузлів у вибухонебезпечній зоні замість 10 вузлів дозволеними моделлю FISCO. Таким чином впровадження спеціалізованих комп'ютерних мереж PROFIBUS-PA і FoundationFieldbus H1 в АСУ ТП у вибухонебезпечній зоні дозволить збільшити кількість вузлів в одному сегменті більш як в 3 рази в порівнянні з моделлю FISCO і відповідно у 8 разів більше в порівнянні з використовуваною раніше моделлю, що являла собою кабель промислової мережі у вигляді розподіленої індуктивності, ємності й активного опору, які підлягали обліку поряд з аналогічними граничними характеристиками підключених кінцевих пристроїв.

В статті в порівняльному вигляді представлені характеристики спеціалізованих цифрових мереж PROFIBUS-PA, FoundationFieldbus H1, а також вказано їх особливості.

В результаті проведеної роботи створена інформаційна та методична база для вибору спеціалізованої комп'ютерної мережі для модернізації існуючих АСУ ТП у вибухонебезпечній зоні.

Отримані під час дослідження результати створюють умови для правильного вибору необхідної спеціалізованої комп'ютерної мережі спеціалістами служб КВП і А та керівництвом підприємств, що сприятиме прийняттю ефективних рішень щодо подальшої модернізації АСУ ТП підприємства.

### Література

1. 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.
2. Kegel, G. FISCO-model versus conventional intrinsic safety evaluation in fieldbus technology [Text] / G.

Kegel, M. Kessler, G. Rogoll // Pepperl + Fuchs GmbH, Mannheim. - 2001. - 10 p.

3. PROFIBUS. SIEMENS AG. - 2011. - 30 p.

4. PROFIBUS-PA: Technical Information. SAMSON AG. - 1999. - 48 p.

5. FOUNDATION Fieldbus Specifications: Revision 1.3. - Fieldbus Foundation. - 1998.

6. Полевая шина FOUNDATION Fieldbus: технический обзор. Fieldbus Foundation. - 1998. - 31 с.

7. Satynarayana, S., Sailaja, M. (2012). Performance of H1 network in wind turbine generator with Foundation Fieldbus. International Journal of Engineering Science and Technology, 4, 27-32.

#### References

1. Babchuk, S. (2013). Method of identification of dedicated computer networks for computer systems of objects of oil and gas complex. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Vol. 3, № 4 (63), 48-51.

2. Kegel, G. FISCO-model versus conventional intrinsic safety evaluation in fieldbus technology [Text] / G. Kegel, M. Kessler, G. Rogoll // Pepperl + Fuchs GmbH, Mannheim. - 2001. - 10 p.

3. PROFIBUS. SIEMENS AG. - 2011. - 30 p.

4. PROFIBUS-PA: Technical Information. SAMSON AG. - 1999. - 48 p.

5. FOUNDATION Fieldbus Specifications: Revision 1.3. - Fieldbus Foundation. - 1998.

6. Полевая шина FOUNDATION Fieldbus: технический обзор. Fieldbus Foundation. - 1998. - 31 с.

7. Satynarayana, S., Sailaja, M. (2012). Performance of H1 network in wind turbine generator with Foundation Fieldbus. International Journal of Engineering Science and Technology, 4, 27-32.

Рецензія/Peer review : 24.5.2014 р.

Надрукована/Printed : 25.6.2014 р.

**УДК 519.7**

**А.С. БРУШНИЦЬКА, М.П. ДИВАК**

Тернопільський національний економічний університет

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ВІДВІДУВАНІСТЬ ТЕМАТИЧНОГО ВЕБ – САЙТУ ЦІЛЬОВОЮ АУДИТОРІЄЮ НА ПРИКЛАДІ САЙТУ ФАКУЛЬТЕТУ**

*У статті проведено дослідження факторів впливу на відвідуваність WEB-сайту на прикладі цільової аудиторії WEB-сайту факультету. Вперше в комплексі, встановлено фактори впливу на приріст цільової аудиторії WEB-сайту. Сформульовано основні рекомендації для групи підтримки WEB-сайту.*

*Ключові слова: тематичний WEB-сайт, фактори впливу, цільова аудиторія.*

A.S. BRUSHNITSKA, M.P. DYVAK

Ternopil National Economic University

### **RESEARCH THE INFLUENCING FACTORS ON ATTENDANCE OF SUBJECT WEBSITE BY TARGET AUDIENCE ON EXAMPLE OF THE FACULTY SITE**

*Research the influencing factors on website attendance on example of target audience the faculty website is described In this article. For the first time the factors influencing on a growth of target audience the website are ascertained in complex. The main recommendations for the website support team are stated.*

*Keywords: subject website, influencing factors, target audience.*

#### **Вступ**

У загальній класифікації WEB-сайтів особливе місце займають тематичні сайти орієнтовані на певну цільову аудиторію. Важливою характеристикою таких WEB-сайтів є відвідуваність, яка безпосередньо залежить від бажаної поведінки цільової аудиторії. Разом з тим існують чинники, які впливають як на збільшення та і на зменшення цільової аудиторії, у зв'язку з тим, що цільова аудиторія зазнає впливу конкуруючих сайтів. Для забезпечення поведінки цільової аудиторії служба підтримки сайту повинна динамічно керувати як контентом, так і розвивати його структуру відповідно до загальних потреб цільової аудиторії. За цих умов для служби підтримки актуальною є задача оцінювання факторів впливу на власний сайт і на сайт його конкурентів.

#### **Опис проблематики**

На світовій арені існує велика кількість компаній, які досліджують проблеми відвідуваності цільовою аудиторією тематичних WEB-сайтів та їх просуванням в пошукових системах. Одні із найбільших – SeoNewYork і National Positions та ін.

Питання аналізу та контролю якості WEB-сайтів, розглядалося українськими та зарубіжними вченими, таким як А.М. Пелещишин, В.М. Дубовой, А.Н. Москвін, Ф.Халіл, В.С. Шинкаренко, Н.Р. Пасічник, М.П. Дивак та їх науковими школами.

Питання дослідження відвідуваності WEB-сайтів розглянуто вище згаданими компаніями та науковцями, проте у їх працях відсутній зв'язок між відвідуваністю та факторами впливу на неї.

У статтях Пасічник та Дивака М. П. «Метод та алгоритм побудови структур тематичних WEB-сайту на основі онтологічного підходу» та «Mathematical Modeling of Website Quality Characteristics in Dynamics» [1] наведено моделі відвідуваності WEB-сайтів, які включають окремі фактори впливу, а саме: структурний