

# ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 531.7.08

## ПРИКЛАДИ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПРОВІДНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ У ЯКОСТІ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЕЛИЧИН

Дуднік А.С.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Історія створення сенсорних мереж нараховує більше чотирьох десятиків років. Як і в випадку для достатньо великого кількостей технологій, в тому числі і телекомунікаційних, першими роботами над сенсорами і сенсорними мережами були ініційованими в захисному секторі США. Неможна виключати, що подібні роботи проводились в СРСР. Проте досі відкрита інформація про це відсутня. На початку 50-х років під час холодної війни з метою виявлення і спостереження за радянськими малощумними підводними човнами була розроблена і розгорнута підводна система спостереження SOSUS (Sound Surveillance System), яка складалась із набору акустичних сенсорів (гідрофонів), розміщених на дні океану, яку вважають одним із перших прототипів сенсорної мережі.

**Ключові слова:** безпроводна сенсорна мережа, вузол, якір, похибка, локалізація, ZigBee.

**Постановка проблеми.** Проблематика даного дослідження полягає в аналізі історії розвитку сенсорних мереж, як комп'ютеризованих засобів вимірювання механічних величин.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням дослідження інформаційно-вимірвальних систем, в тому числі і дослідженням технологій моделювання, управління і взаємодії комп'ютеризованих систем вимірювання механічних величин, присвячено роботи сучасних вчених Кваснікова В.П., Орнадського Д.П., Осмоловського А.І., а також роботи Геєра Д., Ірвіна Дж., Лієр Дж., Рошана П., Столлінгса В., Харля Д. та ін.

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Під час усієї історії розвитку засобів вимірвальної техніки, прилади та методи вимірювання механічних величин з однієї сторони, а також безпроводні сенсорні мережі з іншої сторони, розглядалися, як 2 окремі системи, що відносились до різних галузей технічних наук, але в той же час вони досить часто вирішували однакові задачі. Тому, застосування різноманітних методів їх поєднання, у складі комп'ютеризованих засобів вимірювання ме-

ханічних величин, мало б значно ефективніший характер як в практичній так і науковій сфері.

**Мета статті.** Проведення історичного аналізу відомих комп'ютеризованих систем, на базі сенсорних мереж, що були створені з метою вимірювання механічних величин.

**Виклад основного матеріалу.** Система SOSUS була переорієнтована на цивільний сектор і досі використовується національною океанографічною і атмосферною адміністрацією NOAA (*National Oceanographic and Atmospheric Administration*) для моніторингу, наприклад, сейсмічної активності [3, с. 1; 2, с. 1]. Також під час холодної війни в оборонному комплексі було розроблене проти повітряний комплекс захисту континентальної частини території держав США і Канади.

Особливістю цього комплексу, що дозволяє говорити про нього як про прототип сенсорної мережі, являлося використання аеростатів в якості здійснення контролю і збору інформації.

Пізніше протиповітряна система була доповнена літаками повітряного попередження і управління AWACS (*Airborne Warning and Control System*) [4, с. 1]. Ці дві військові системи є наглядним прикладом побудови сенсорних мереж на дуже ранній стадії їх розвитку коли мова про підвищені ефективності, оптимізації, автономності і зниженні вартості ще не йшла, а людина грала одну з основних ролей в процесі функціонування цих систем – саме на людину покладалась відповідальність за функціонування, надійність, аналіз даних.

В сенсорних мережах, датчики можуть бути найрізноманітнішими; вони підключаються через цифрові і аналогові коннектори. Частіше за інших використовуються датчики температури, тиску, вологості, освітленості, вібрації, рідше – магнітоелектричні, хімічні (наприклад, що вимірюють зміст CO, CO<sub>2</sub>), звукові і деякі інші [1, с. 250]. Набір датчиків залежить від функцій, що виконуються безпроводними сенсорними мережами. Живлення вузлів здійснюється від невеликої батареї та використовуються тільки для

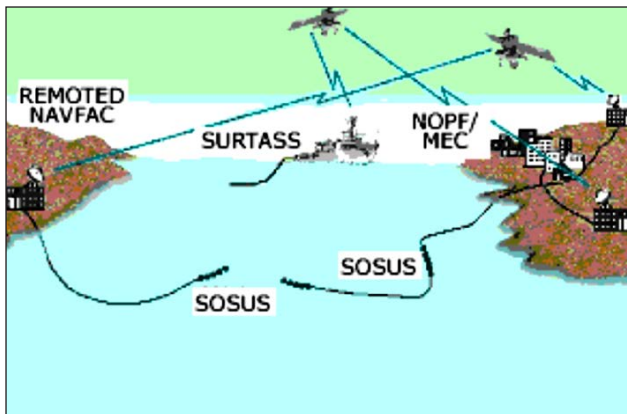


Рис. 1. Підводна система спостереження SOSUS

збору, первинної обробки і передачі сенсорних даних. Зовнішній вигляд вузлів, що випускаються різними виробниками, наведено на рисунку 2.

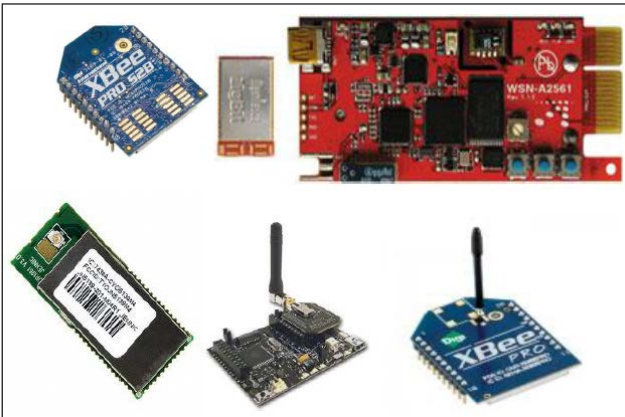


Рис. 2. Зовнішній вигляд вузлів

Сенсорні мережі можуть бути використані у багатьох прикладних областях. Безпроводні сенсорні мережі – це нова перспективна технологія, і усі пов'язані з нею проекти в основному знаходяться у стадії розробки. Вкажемо основні сфери застосування цієї технології:

- системи оборони і забезпечення безпеки;
- контроль навколишнього середовища;
- моніторинг промислового обладнання;
- охоронні системи;
- моніторинг стану сільськогосподарських угідь;
- управління енергопостачанням;
- контроль систем вентиляції, кондиціонування і освітлення;
- пожежна сигналізація;
- складський облік;
- стеження за транспортуванням вантажів;
- моніторинг фізіологічного стану людини;
- контроль персоналу.

З досить великого числа прикладів використання безпроводних сенсорних мереж виділимо декілька. Найбільш відомим є, мабуть, розгортання мережі на борту нафтового танкера компанії BP (*British Petroleum*). Там за допомогою сенсорної мережі, побудованої на основі обладнання Intel, здійснювався моніторинг стану судна з метою організації його профілактичного обслуговування. Компанія BP проаналізувала, чи може сенсорна мережа працювати на борту судна в умовах екстремальних температур, високої вібрації і значного рівня радіочастотних перешкод, наявних в деяких приміщеннях судна. Експеримент пройшов успішно, кілька разів автоматично здійснювалася реконфігурація та відновлення працездатності мережі [6, с. 1].

Прикладом ще одного реалізованого пілотного проекту є розгортання сенсорної мережі на базі військово-повітряних сил США у Флориді. Система продемонструвала хороші можливості по розпізнаванню різних металевих об'єктів, у тому числі рухомих. Застосування сенсорної мережі дозволило виявляти проникнення людей і автомобілів в контрольовану зону і відслідковувати їх переміщення. Для вирішення цих завдань використовувалися вузли, оснащені магнітоелектричними і температурними датчиками.

Ще один приклад реалізованого проекту – SISVIA (*Sistema de Seguimiento y Vigilancia Ambiental*) спільної комерціалізації проекту з охорони навколишнього середовища, були розроблені та інтегровані для виявлення лісових пожеж за допомогою сенсорної мережі (рисунк 3.) [5, с. 1]. Площею близько 210 га в районі Північної Іспанії в складі регіонів Asturia і Galicia. Для рішення даної проблеми була використано sensori які розташовані в стратегічних місцях та кожних 5 хвилин вимірюють 4 параметри: температуру, відносну вологість повітря, чадний газ (CO), діоксид вуглецю (CO<sub>2</sub>) Мета полягає в тому, щоб надати різним організаціям інфраструктуру моніторингу навколишнього середовища, з можливістю мати попередження управління і попередження ранніх тривог. Крім профілактичних заходів, раннє виявлення пожеж є єдиним способом, щоб мінімізувати збитки та людські жертви [6, с. 1].

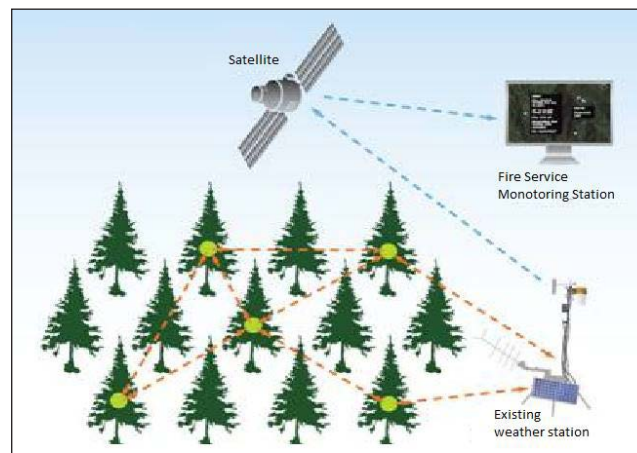


Рис. 3. Сенсорна мережа для виявлення лісових пожеж

Можливості сучасної мікроелектроніки і безпроводних мережевих технологій відкривають великі перспективи для створення різноманітних мережевих комплексів з широкою сферою застосування. Найбільш відомою технологією, що зарекомендувала себе в цій області являється технологія безпроводних сенсорних мереж (далі – БСМ або сенсорні мережі). Основною їх відмінністю від класичних радіомереж є використання, як основних вузлів мережі, великого числа недорогих мікрокомп'ютерів. Ці пристрої настільки самостійні, що можуть автоматично вибудовувати розподілену безпроводну мережу, передавати інформацію, шляхом знаходження один одного на відстані до декількох кілометрів, автоматично приймати рішення, і виконувати завдання без участі людини.

**Висновки і рекомендації.** Проведено аналіз історії використання безпроводних сенсорних мереж у відомих вимірювальних системах, що використовувались та використовуються для своєчасного виявлення імовірності стихійних лих чи техногенних катастроф.

Виявлено, що задачі безпроводних сенсорних мереж, у більшості випадків, співпадають з задачами дослідження та застосування приладів та методів вимірювання механічних величин, що дозволяє їх розглядати, як частини цілісної інформаційної вимірювальної системи, в сучасних умовах науково-технічного прогресу.

**Список літератури:**

1. Akyildiz I.F. Wireless sensor networks: A survey. Computer Networks // IEEE Communications Magazine. – 2002. – P. 250.
2. Sound Surveillance System (SOSUS) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.fas.org/irp/program/collect/sosus.htm>. Federation of American Scientists. – Назва з титул. екрану.
3. National Oceanic and Atmospheric Administration [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.noaa.gov/index.html>. National Oceanic and Atmospheric Administration. – Назва з титул. екрану.
4. Airborne early warning and control [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://en.wikipedia.org/wiki/Airborne\\_early\\_warning\\_and\\_control](http://en.wikipedia.org/wiki/Airborne_early_warning_and_control). Wikipedia, the free encyclopedia. – Назва з титул. екрану.
5. SISVIA (Sistema de Seguimiento y Vigilancia Ambiental) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dimap.es/news.html>. Technology and environment. – Назва з титул. екрану.
6. Detecting Forest Fires using Wireless Sensor Networks [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.libelium.com/wireless\\_sensor\\_networks\\_to\\_detec\\_forest\\_fires/](http://www.libelium.com/wireless_sensor_networks_to_detec_forest_fires/). Libelium word. – Назва з титул. екрану.

**Дудник А.С.**

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

**ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ  
В КАЧЕСТВЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН****Аннотация**

История создания сенсорных сетей насчитывает более четырех десятков лет. Как и в случае для достаточно большого количества технологий, в том числе и телекоммуникационных, первыми работами над сенсорами и сенсорными сетями были инициированы в защитном секторе США. Нельзя исключать, что подобные работы проводились в СССР. Однако до сих пор открыта информация об этом отсутствует. В начале 50-х годов во время холодной войны с целью выявления и наблюдения за советскими малозумными подводными лодками была разработана и развернута подводная система наблюдения SOSUS (Sound Surveillance System), которая состояла из набора акустических сенсоров (гидрофонов), размещенных на дне океана, которую считают одним из первых прототипов сенсорной сети.

**Ключевые слова:** беспроводная сенсорная сеть, узел, якорь, погрешность, локализация, ZigBee.

**Dudnik A.S.**

Kyiv National Taras Shevchenko University

**EXAMPLES OF THE USE OF SAFETY SENSOR NETWORKS  
AS A QUALITY OF MEASUREMENT OF MECHANICAL QUANTITIES****Summary**

The history of creation of sensory networks has more than four decades. As in the case of a sufficiently large number of technologies, including telecommunications, the first work on sensors and sensor networks was initiated in the US defense industry. It cannot be excluded that such works were conducted in the USSR. However, there is still no open information about it. In the early 1950s, during the Cold War, the SOSUS (Sound Surveillance System) surveillance subsystem was developed and deployed to detect and monitor Soviet low noise submarines, which consisted of a set of acoustic sensors (hydrophones) placed at the bottom of the ocean, which consider one of the first prototypes of the sensor network.

**Keywords:** wireless sensor network, node, anchor, error, localization, ZigBee.