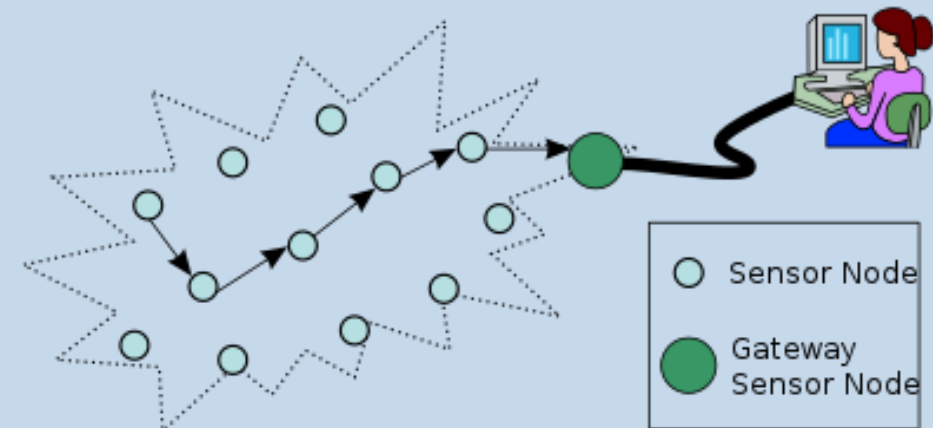




ЛЕКЦІЯ 5-6

Апаратне та програмне забезпечення сенсорних мереж

1. Платформи для роботи сенсорних мереж.
2. Програмне забезпечення та передача даних.
3. Стандарти роботи бездротових мереж.
4. Стеки мережесих протоколів.
5. Компанії лідери світового ринку.

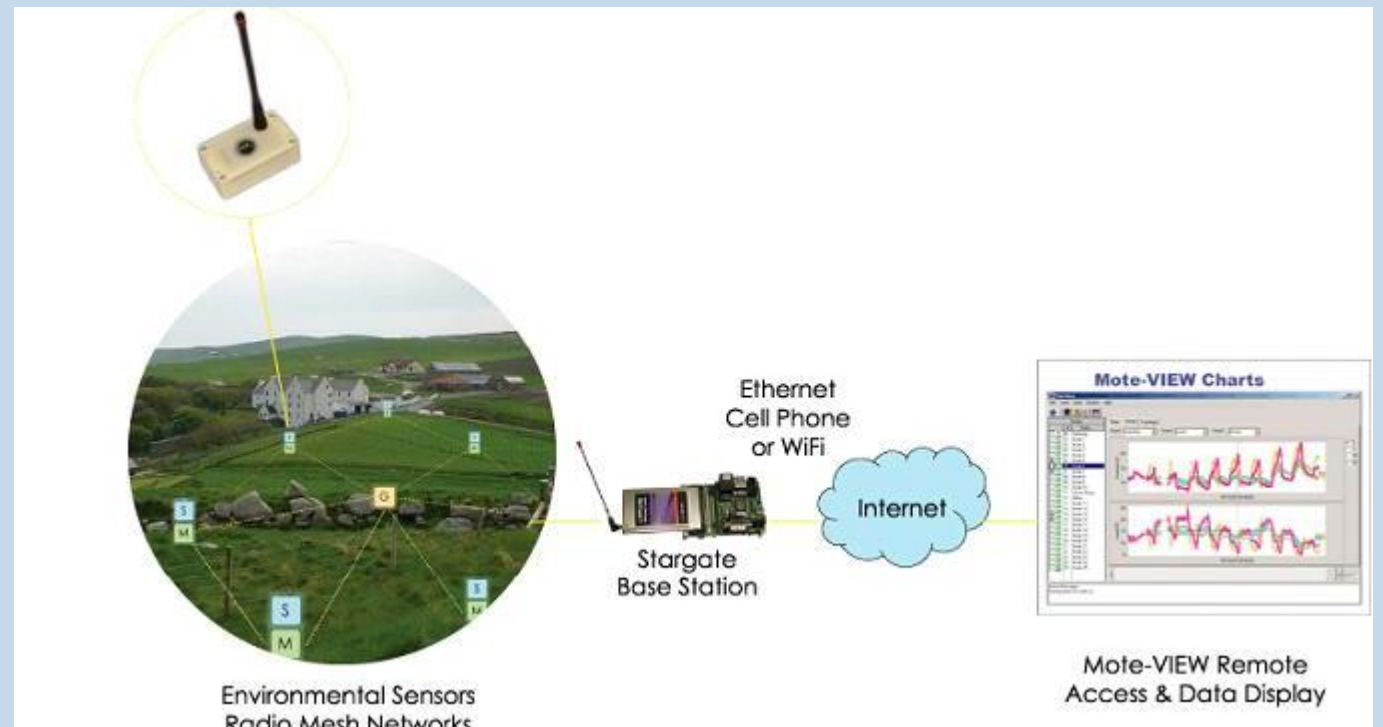


1. Платформи для роботи сенсорних мереж.

Через відсутність чіткої стандартизації у сенсорних мережах, існує кілька різних платформ. Всі платформи відповідають основним базовим вимогам до сенсорних мереж: мала споживана потужність, тривалий час роботи, малопотужні приймачі та наявність сенсорів.

До основних платформ можна віднести:

- MicaZ;
- TelosB;
- Intel Mote 2.



MicaZ

Технічні характеристики:

Мікропроцесор:

- Atmel ATmega128L;
- 7.3728 МГц частота;
- 128 Кб флеш-пам'яті для програм;
- 4 Кб SRAM для даних;
- 2 UART's;
- SPI шина;
- I2C шина;
- Радіо: ChipCon CC2420;
- Зовнішня флеш-пам'ять: 512 Кб;
- 51-ріп додатковий конектор;
- вісім 10-бітових аналогових I/O;
- 21 цифрових I/O;
- Три програмованих LEDs;
- JTAG порт;
- Живлення від двох батарей AA.



Рис.1

TelosB

Технічні характеристики:

- Мікропроцесор: MSP430 F1611;
- 8 МГц частота;
- 48 Кб флеш-пам'яті для програм;
- 10 Кб RAM для даних;
- UART;
- SPI шина;
- Потроєний 12-бітовий ADC/DAC;
- DMA контролер
- Радіо: ChipCon CC2420;
- Зовнішня флеш-пам'ять: 1024 Кб;
- 16-ріп додатковий конектор;
- Три програмованих LEDs;
- TAG порт;
- Опціонально: Сенсори освітленості, вологості, температури;
- Живлення від двох батарей АА.

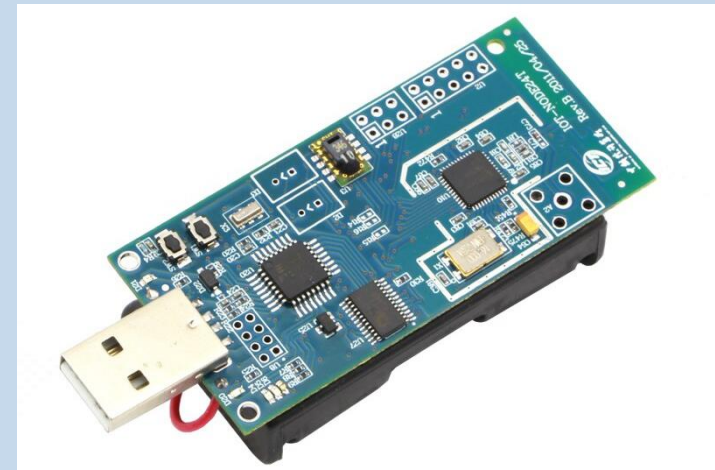


Рис.2

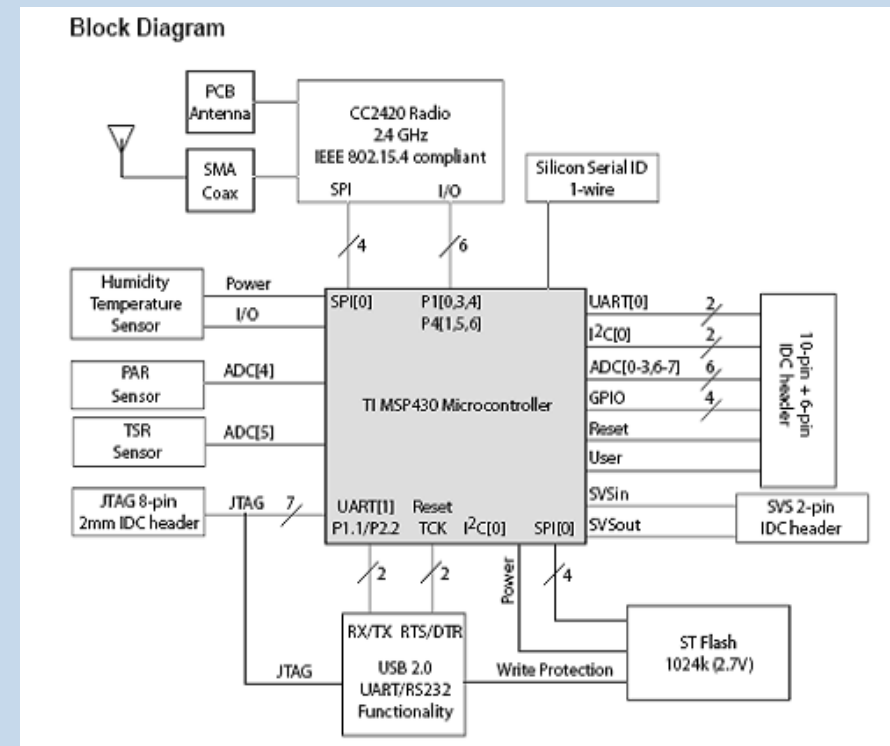


Рис.3

Intel Mote 2

Технічні характеристики:

- 320/416/520 МГц PXA271 XScale мікропроцесор;
- 32 Мбайта Флеш-пам'яті;
- 32 Мбайт ОЗУ;
- Mini-USB інтерфейс;
- I-Mote2 конектор для зовнішніх пристроїв (31+21 pin);
- Radio: ChipCon CC2420;
- Світлодіодні індикатори;
- Живлення від трьох батарей ААА.



Рис.4

2. Програмне забезпечення та передача даних

- Для виконання функцій на кожен мот встановлюється спеціалізована операційна система.
- В даний час у більшості бездротових сенсорних мереж використовується TinyOS - ОС, розроблена в Університеті Берклі.
- TinyOS відноситься до програмного забезпечення з відкритим кодом; воно доступне за адресою: www.tinyos.net.
- TinyOS — це керована подіями операційна система реального часу, яка розрахована на роботу в умовах обмежених обчислювальних ресурсів.
- Ця ОС дозволяє мотам автоматично встановлювати зв'язки із сусідами та формувати сенсорну мережу заданої топології. Останній реліз TinyOS 2.0 з'явився у 2006 році.

- Найважливішим фактором під час роботи бездротових сенсорних мереж є обмежена ємність батарей, що встановлюються на моти.
- Слід враховувати, що замінити батареї найчастіше неможливо.
- У зв'язку з цим необхідно виконувати на мотах тільки найпростішу первинну обробку, орієнтовану на зменшення обсягу інформації, що передається, і, що найголовніше, мінімізувати число циклів прийому і передачі даних.
- Для вирішення цього завдання розроблені спеціальні комунікаційні протоколи, найвідомішими з яких є протоколи альянсу ZigBee.

3. Стандарти роботи бездротових мереж.

- Цей альянс (сайт www.zigbee.org) був створений у 2002 році саме для координації робіт у галузі бездротових сенсорних мереж.
- До нього увійшли найбільші розробники апаратних та програмних засобів: Philips, Ember, Samsung, IBM, Motorola, Freescale Semiconductor, Texas Instruments, NEC, LG, OKI та багато інших (всього понад 200 членів). Корпорація Intel до альянсу не входить, хоч і підтримує його діяльність.

В принципі, для вироблення стандарту, у тому числі стеку протоколів для бездротових сенсорних мереж, ZigBee використовував розроблений раніше стандарт IEEE 802.15.4, який описує фізичний рівень та рівень доступу до середовища для бездротових мереж передачі даних на невеликі відстані (до 75 м) низьким енергоспоживанням, але з високим ступенем надійності. Деякі характеристики радіопередачі даних стандарту IEEE 802.15.4 наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Характеристики радіопередачі даних для IEEE 802.15.4

Полоса частот, МГц	Чи потрібна ліцензія	Географічний регіон	Швидкість передачі даних, Кбіт/с	Число каналів
868,3	Ні	Європа	20	1
902-928	Ні	Америка	40	1-10
2405-2480	Ні	Увесь світ	250	11-26

Характеристика стандарта IEEE 802.15.4

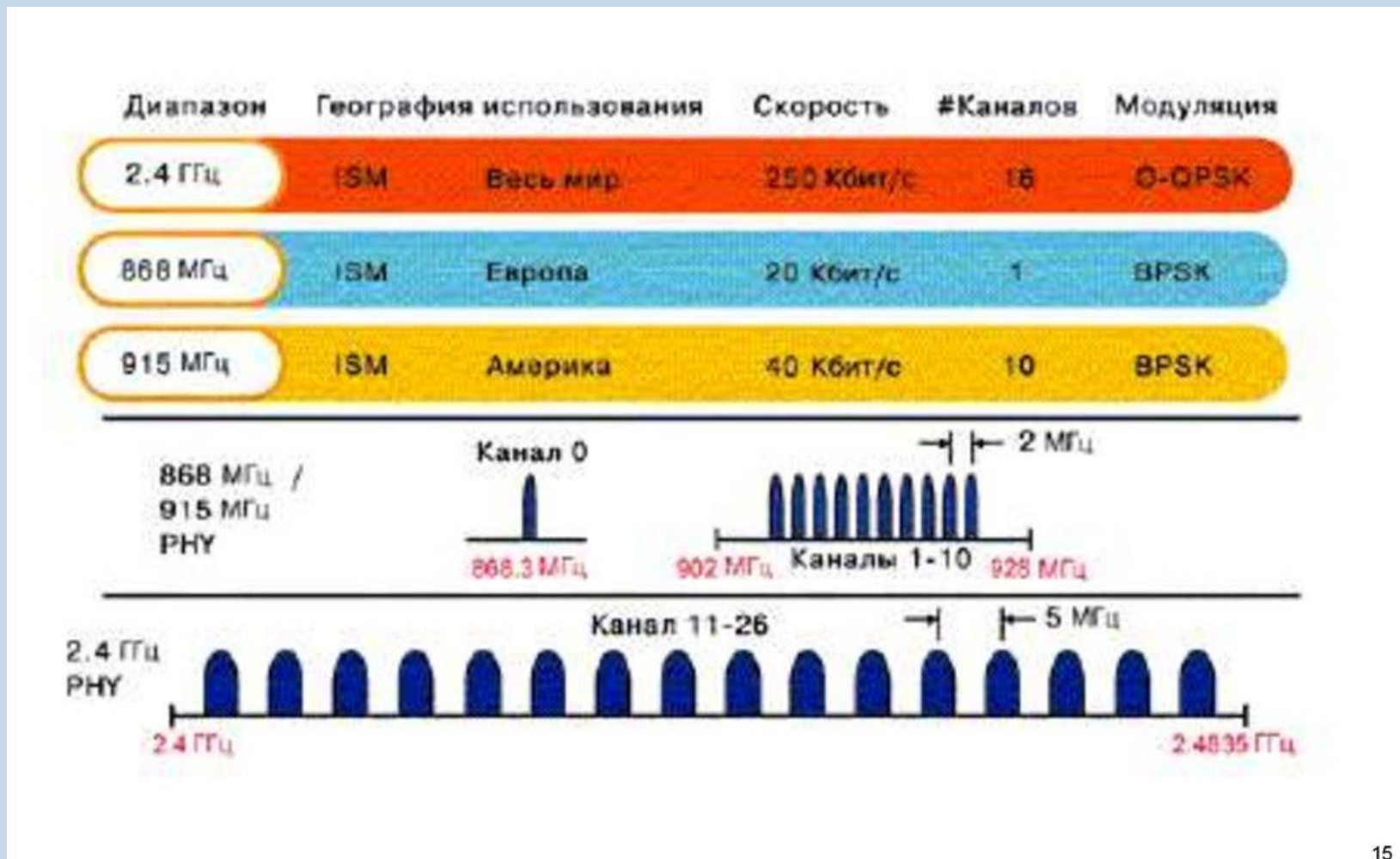


Рис.5

- На даний момент ZigBee розробив єдиний у цій галузі стандарт, який підкріплений наявністю виробництва повністю сумісних апаратних та програмних продуктів. Протоколи ZigBee дозволяють пристроям перебувати в сплячому режимі більшу частину часу, що значно продовжує термін служби батареї.
- Очевидно, що розробити схеми обміну даними між сотнями і навіть тисячами мотів не так просто.
- Поряд з іншим необхідно врахувати той факт, що сенсорні мережі працюють у неліцензованих частотних діапазонах, тому в ряді випадків можуть виникати перешкоди, створювані сторонніми джерелами радіосигналів.
- Бажано також уникати повторної передачі одних і тих же даних, а крім того, враховувати, що через недостатню енергоємність і зовнішні впливи моти будуть виходити з ладу назавжди або на якийсь час.
- У всіх таких випадках схеми обміну даними мають бути модифіковані.
- Оскільки однією з найважливіших функцій TinyOS є автоматичний вибір схеми організації мережі та маршрутів передачі даних, бездротові сенсорні мережі, по суті, є самоналаштованими.

- Найчастіше мот повинен мати можливість самостійно визначити своє місцезнаходження, принаймні стосовно того іншого моту, якому він передаватиме дані. Тобто спочатку відбувається ідентифікація всіх мотів, а потім формується схема маршрутизації. Взагалі всі моти – пристрої стандарту ZigBee – за рівнем складності розбиваються на три класи.
- Вищий з них - координатор - управляє роботою мережі, зберігає дані про її топологію і служить шлюзом для передачі даних, що збираються всією бездротовою сенсорною мережею, для подальшої обробки. У сенсорних мережах зазвичай використовується координатор.
- Середній за складністю мот є маршрутизатором, тобто може приймати та передавати дані, а також визначати напрямки передачі.
- І нарешті, найпростіший мот може лише передавати дані найближчому маршрутизатору.

- Таким образом, получается, что стандарт ZigBee поддерживает сеть с кластерной архитектурой (рис. 6). Кластер образуют маршрутизатор и простейшие моты, у которых он запрашивает сенсорные данные. Маршрутизаторы кластеров ретранслируют данные друг другу, и в конечном счете данные передаются координатору. Координатор обычно имеет связь с IP-сетью, куда и направляются данные для окончательной обработки.

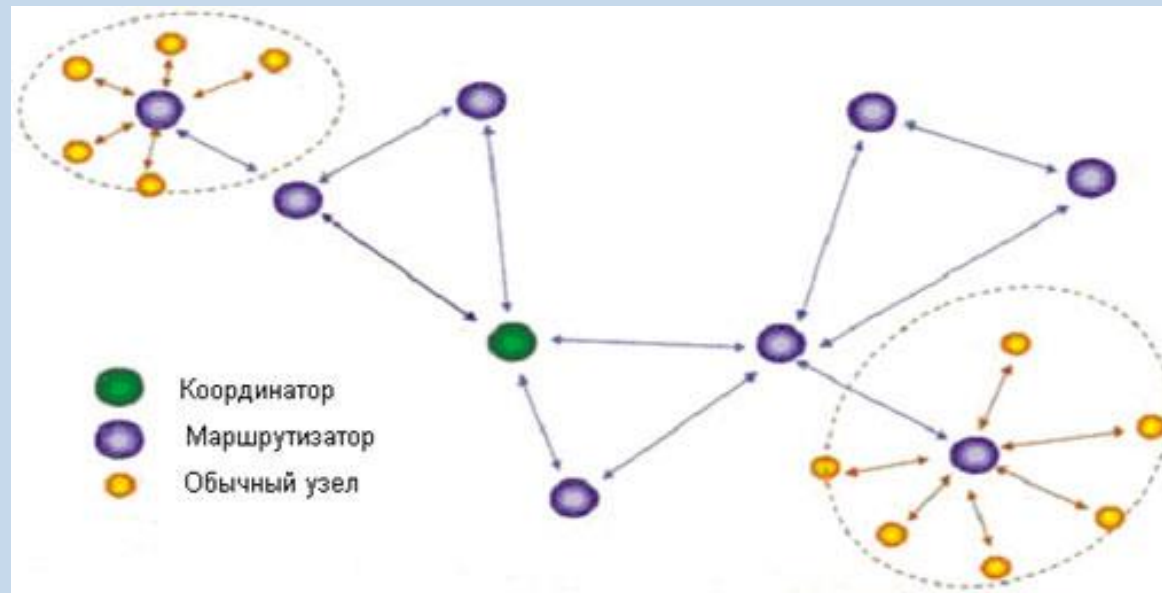


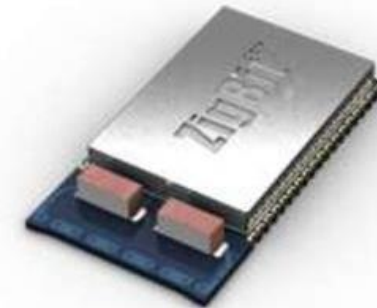
Рис.6

4.Стеки мережевих протоколів

Назва	Фізичний рівень	Особливості
ZigBee	IEEE 802.15.4	<ul style="list-style-type: none"> • Домашні та офісні додатки • Низка надійність в складних умовах
WirelessHART	IEEE 802.15.4	<ul style="list-style-type: none"> • Промислова автоматизація • Доповнення стандарту HART
ISA 100.11a	IEEE 802.15.4	<ul style="list-style-type: none"> • Промислова автоматизація • Більш універсальний відносно WirelessHART
Зачинені про пріоритетні платформи		
SmartMesh (Dust Networks, USA)	IEEE 802.15.4	<ul style="list-style-type: none"> • Функція визначення місця знаходження вузлів • Є основою виробничих стандартів
MeshScape (Millennial Net, USA)	IEEE 802.15.4 та інші	<ul style="list-style-type: none"> • Виска надійність • Підтримка різних прийомопередатчиків
MeshLogic («МешЛЮджик», РФ)	Суперess WirelessUSB IEEE 802.15.4 та інші	<ul style="list-style-type: none"> • Російська розробка • Простота використання
Спеціалізовані рішення		
SimpliciTI Wireless M-Bus ANT	Прийомпередатчики ISM-діапазонів	<ul style="list-style-type: none"> • Простота використання • Вузька спеціалізація

5. Компанії лідери світового ринку

Виробники електронних компонентів		
Компанія	Продукт	Нотатки
Texas Instruments	Z-Stack (ZigBee) SimpliciTI	Прийомопередатчики та системи-на-кристалі для ISM-діапазонів (а саме стандарту IEEE 802.15.4)
Ember	EmberZNet (ZigBee)	системи-на-кристалі стандарту IEEE 802.15.4
Atmel	BitCloud (ZigBee) ZigBit	Прийомопередатчики та системи-на-кристалі стандарту IEEE 802.15.4) модулі



Виробники ЕОМ-модулів з інтегрованим мережевим стеком		
Компанія	Продукт	Нотатки
Dust Networks	SmartMesh	системи-на-кристалі для модулі
Millennial Net	MeshScape	модулі
Digi International	XBee ZigBee XBee DigiMesh	модулі



Виробники готових продуктів		
Компанія	Продукт	Нотатки
WireLess Sensors	SensiNet	Бездротові датчики та адаптери для датчиків Шлюз Програмне забезпечення
MicroStrain	mXRS	Бездротові вузли для зовнішніх датчиків Шлюз Програмне забезпечення
Emerson	Smart Wireless	Бездротові датчики Шлюз

