

## УДК 621

*В.І. Райхіль, студент гр. ПМ-91мп., професор д.т.н. Гераймчук М.Д.  
КПІ ім. Ігоря Сікорського*

### **ВИБІР НАЙАКТУАЛЬНІШИХ НА ДАНИЙ МОМЕНТ СПОСОБІВ БЕЗДРОТОВОГО ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОМОНІТОРИНГУ**

*Анотація* IoT розвивається надзвичайно швидко, способи зв'язку змінюються та розвиваються. В цій статті описано найефективніші способи передачі даних за допомогою бездротового зв'язку за для створення систем енергомоніторингу. Описуються достоїнства та недоліки найпопулярніших систем що використовуються у данному секторі.

**Ключові слова :** IoT, SigFox, Wheitghless, LoRaWAN.

#### **ВСТУП**

Фраза „Інтернет речей” (IoT) поширена скрізь. IoT - це підключення машин або, як ми їх називаємо, „речей”, які раніше були „німими об'єктами” до Інтернету, щоб передавати зібрані ними дані , стежети за ними і дати їм можливість «розмовляти між собою».

Всі ці пристрої в основному просто збирають дані. Ця інформація використовується для впорядкування, маніпулювання та вимірювання способу взаємодії зі світом.

У випадку підключених ``речей ", які тепер відомі як ``розумні пристрої " через їх здатність збирати та передавати інформацію, кожен з них надсилає байти даних через Інтернет до програми, яка інтерпретує та колекціонує ці дані у цінну інформацію. Тоді ваш постачальник послуг та виробник продукту можуть використовувати ці відомості для досягнення різноманітних цілей - від підвищення продуктивності пристрою та покращення його використання до виявлення того, як і коли вони повинні надавати вам додаткові послуги чи товари [1].

Про те звернімося до Енергоменеджменту, що є однією з найважливіших та найпоширеніших проблем використання IoT. Безліч датчиків та девайсів що використовуються людством створені за для полегшення збору та обробки інформації, що неспинним потоком лине на нас з усіх боків, починаючи від заряду акумулятора вашого смартфона, закінчуючи інформацією про кількість витраченої вами гарячої води в опалювальний період. І якщо зі смартфоном все зрозуміло, то який краще тип передачі даних обрати для маленьких девайсів та датчиків, що використовуються, скажімо, для обліку води, газу і т.і..

#### **МЕТА РОБОТИ**

Порівняння та аналіз найпоширеніших існуючих способів бездротової передачі даних з метою знаходження оптимального за для створення системи енергомоніторингу.

#### **ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ**

У більшості випадків інтернету речей потрібні кілька технологій підключення.

У багатьох, розвинених системах інтернету речей використовуються певна необхідна суміш технологій для підключення. Все залежить від мети створення

даної мережі, а пропозиція величезна: від фіксованих мереж та бездротових ір-мереж до бездротових персональних мереж, малопотужних бездротових рішень і навіть супутників; існують комбінації поєднання для зв'язку для всіх випадків.

Більше того, в рамках кожного типу рішень для підключення часто використовуються різні типи передачі даних, кожен зі своїми характеристиками та специфікаціями.

Як приклад: у потужному широкосмуговому підключенні (lpwa), що використовується в додатках, які потребують тривалого часу автономної роботи, мають обмежені потреби в даних і повинні охоплювати ширшу область, існує кілька позаклітинних (*поза ліцензованим мобільним спектром*), способів бездротового зв'язку таких як lora, sigfox, ingenu та weightless (sig) ці способи одні з найбільш відомих. Однак є також новіші стільникові рішення (ліцензований спектр мобільних операторів) знову ж таки з різними формами та на різний смак: nb-iot (narrowband iot або cat-nb1), lte-m (cat-m1) тощо. у стільниковому просторі нам також потрібно згадати 5g, а також 3g тощо, як ви побачите на прикладі нижче. те саме різноманіття стосується і рішень зв'язку в умовах короткого радіусу дії тощо [2].

Швидкість	1Mbit/s+	~100kbit/s	<10kbit/s
Приклад технології	4G	2G, LTE-M	LoRa, SIGFOX, NB-IoT
Приклади використання	  Смартфон Автомобіль   Камери відеоспостереженн	  Розумна енергосистема годинник   Трекінг великих об'єктів	  Трекінг невеликих об'єктів Розумні лічильники    Розумні парковки Розумні ліхтарі

Рис. 1 Приклади бзпровідних технологій та їх застосування в IoT

З рисунку 1 очевидно, що для питання енергомоніторингу краще за все підходять технології третього блоку, зі швидкістю передачі даних до 10 kbit/s Детальніше розглянемо три з цих способів передачі даних.

### SigFox

SigFox в даний час використовує найпопулярніший європейський ISM діапазон на 868 МГц (як визначено стандартом ETSI і CEPT), а також 902 МГц в США (як визначено FCC), в залежності від конкретних регіональних правил. Система розгорнута з використанням можливостей сучасних стільникових мереж. Пристрій може відправити до 140 повідомлень в день, і кожне повідомлення може містити до 12 байт корисних даних. 12 байт покриває потреби пристроїв, які передають дані, такі як місце розташування пристрою, індекс споживання енергії, сигнал тривоги або будь-який інший тип основний сенсорної інформації. Також можна передавати до 4 повідомлень з 8 байт корисних даних на кожен пристрій на добу.

### Переваги

- найбільше покриття
- висока проникаюча здатність в міській забудові
- наднизьке споживання енергії, за оцінками до 20 років роботи сенсора від 2-х батарей AA
- гнучкість в плані конструкції антени
- протокол SigFox сумісний з існуючими трансиверами
- низька вартість

### Недоліки

- низька швидкість передачі даних
- залежність від стільникового інфраструктури
- обмежена стійкість

### Weightless

Weightless - група відкритих технологічних стандартів зв'язку LPWAN (Low-Power Wide-Area Network) для обміну даними між базовою станцією і пристроями. Використовуються в суб-гігагерцовому діапазоні неліцензованих частот. Weightless-N використовує технологію Ultra Narrow Band (UNB), є стандартом однобічного зв'язку. Найекономічніший стандарт в групі як з точки зору витрат, так і по енергоспоживанню. Weightless-W використовує частоти TVWS (TV white space, невикористовувані частоти телевізійного спектра) Weightless-P - останній із стандартів, введений в липні 2015 року, повністю двосторонній, підтримує всі основні діапазони має трохи меншу дальність і більш високе енергоспоживання.

### Переваги

- відкритий стандарт
- велика дальність
- висока проникаюча здатність в міській забудові
- низьке енергоспоживання, за оцінками до 10 років роботи сенсора (Weightless-N)
- різні неліцензованому частоти (Weightless-P)
- підтримує особисті та громадські мережі
- висока безпека
- низька вартість (особливо Weightless-N)

### Недоліки

- низька швидкість передачі даних [3].

### LoRaWAN

Технологія представлена в двох частинах - LoRa, фізичний рівень і протокол зв'язку LoRaWAN (Long Range Wide Area Network), визначає протокол зв'язку і архітектуру системи для мережі, в той час як фізичний рівень LoRa забезпечує зв'язок на великі відстані. Протокол зв'язку LoRa WAN забезпечує надійний зв'язок, захищений зв'язок і додає додаткові заголовки до пакетів даних.

### переваги LoRaWAN

- Широка зона покриття, яка вимірюється в кілометрах
- Працює на вільних частотах, без оплати за використання технології
- Низький рівень споживання енергії (час автономної роботи 2-5 р.)
- Один пристрій LoRa Gateway призначений для обслуговування тисяч кінцевих пристроїв або вузлів.
- Кращий розмір корисного навантаження (100 байт) в порівнянні з SigFox, який становить 12 байт.
- Відкрита технологія в порівнянні з конкурентом SigFox
- Немає обмежень на максимальну кількість щоденних повідомлень (в порівнянні з обмеженням SigFox 140 в день)
- LoRaWAN має перевагу в тому, що він є альянсом з відкритим підходом, а не пропрієтарним (SigFox).
- Великий радіус дії дозволяє використовувати такі рішення, як додатки для інтелектуальних міст.
- Низька смуга пропускання робить його ідеальним для практичного розгортання IoT з меншою кількістю даних і / або з передачею даних, яка не є постійною.
- Бездротовий зв'язок, простота настройки і швидке розгортання.
- Повністю двунправлений зв'язок.

#### недоліки LoRaWAN

- Не для великих даних, корисне навантаження обмежена 100 байтами.
- Не ідеальний кандидат для додатків реального часу, що вимагають менших затримок.
- Недоліком відкритої частоти є те, що ви можете отримати перешкоди на цій частоті, а швидкість передачі даних може бути низькою [4].

## ВИСНОВОК

На мою думку найперспективнішою технологією є технологія LoRaWAN, проте як я вже писав вище, дуже важко досягти найоптимальніших результатів при використанні однієї технології, і варто підбирати їх під окремі випадки, але, все ж таки, найбільш гнучкою, економною та легкою у використанні є саме LoRaWAN.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Інтернет ресурс «<https://www.iot-now.com>», 2019/07/07/97056 what-is-iot.
- [2] Інтернет ресурс «<https://www.i-scoop.eu>» The Internet of Things (IoT) – essential IoT business guide
- [3] Інтернет ресурс «<https://habr.com/ru>» «Як вибрати стандарт зв'язку для мережі IoT» (fantsiferov25 лютого 2016)
- [4] Інтернет ресурс «<https://tech.hotgirdaily.com>» «LPWAN, LoRa, LoRaWAN та Інтернет речей»

*Наук. керівник – професор д.т.н. Гераймчук М.Д.*