ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА | 100 РОКІВ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЛЕКЦІЯ 2
АРХІТЕКТУРА ТА ПРОТОКОЛИ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ

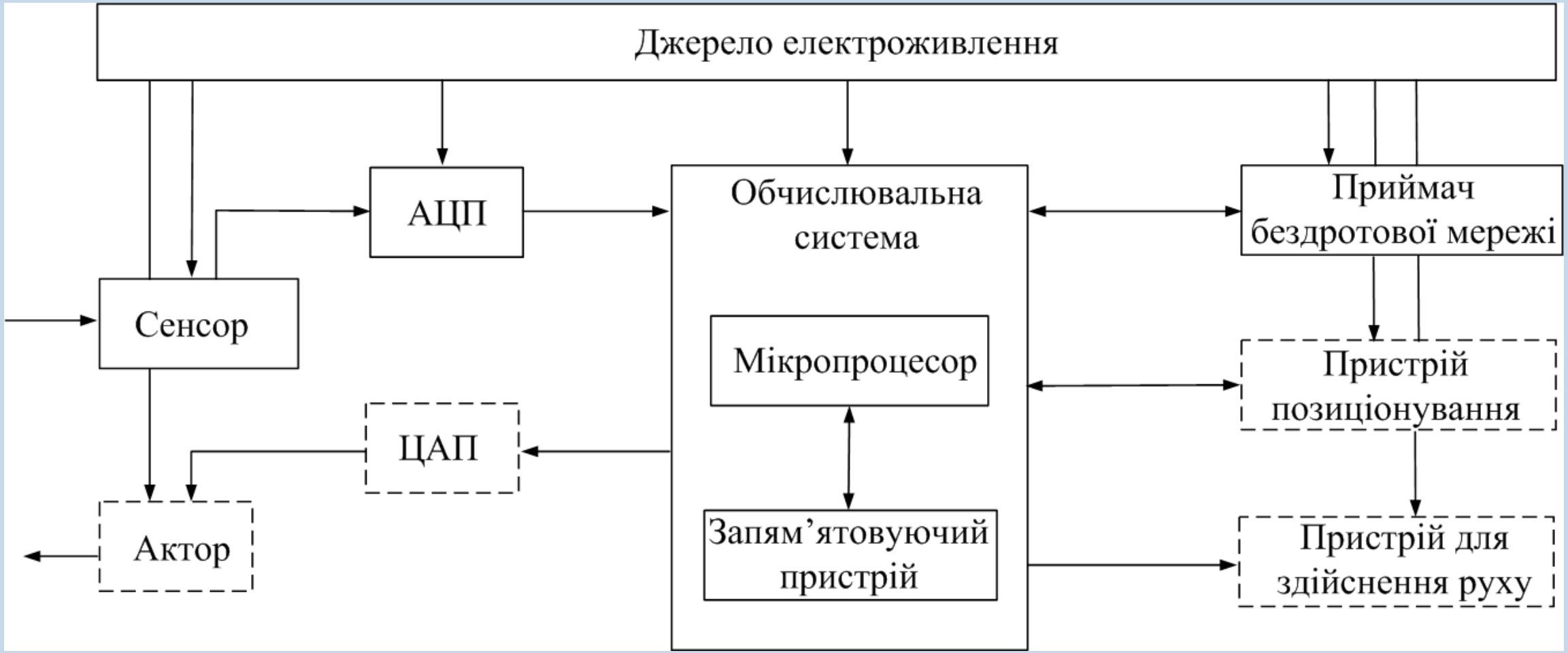
1. **Концепція бездротових сенсорних мереж.**
2. **Концепція інтернет речей.**
3. **Протоколи передачі даних у сенсорних мережах.**

1. Концепція бездротових сенсорних мереж

Сенсорні вузли: багато, невеликих габаритів та вартості, з низьким енергоспоживанням, що не обслуговуються.

Мережа: бездротова, ad hoc, багатопереходова (multihop), що самоорганізується.

Передбачалося, що сенсорна мережа максимально швидко і просто розгортатиметься на цільовій території (наприклад, сенсорні вузли будуть скидатися з літака), далі вузли самостійно організовуватимуться в мережу і починатимуть передачу даних про навколишнє середовище.

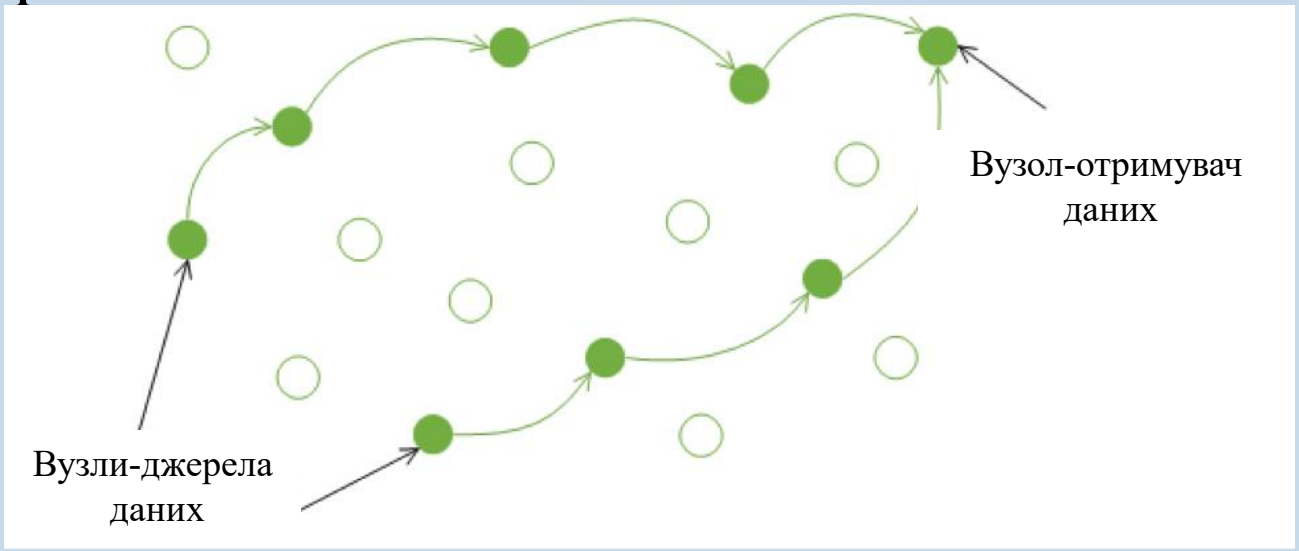

Джерело електроживлення
АЦП
Обчислювальна система
Приймач бездротової мережі
Сенсор
Мікропроцесор
Пристрій позиціонування
ЦАП
Актор
Запям'ятовуючий пристрій
Пристрій для здійснення руху

Режими взаємодії вузлів у бездротовій мережі:

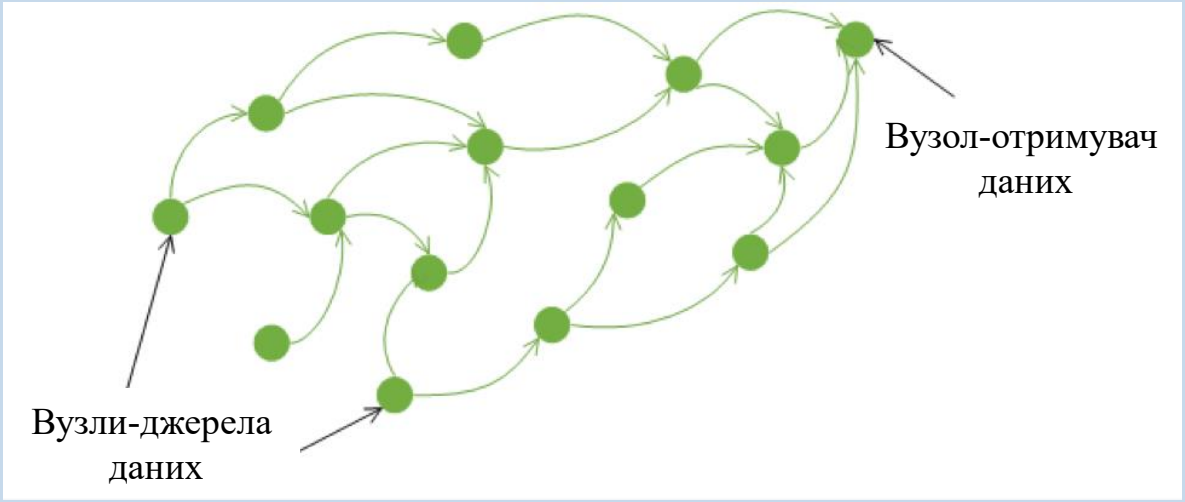
- Інфраструктурний(керований)

- Ad hoc (цільовий)

Багатопереходовий(multihop) режим:

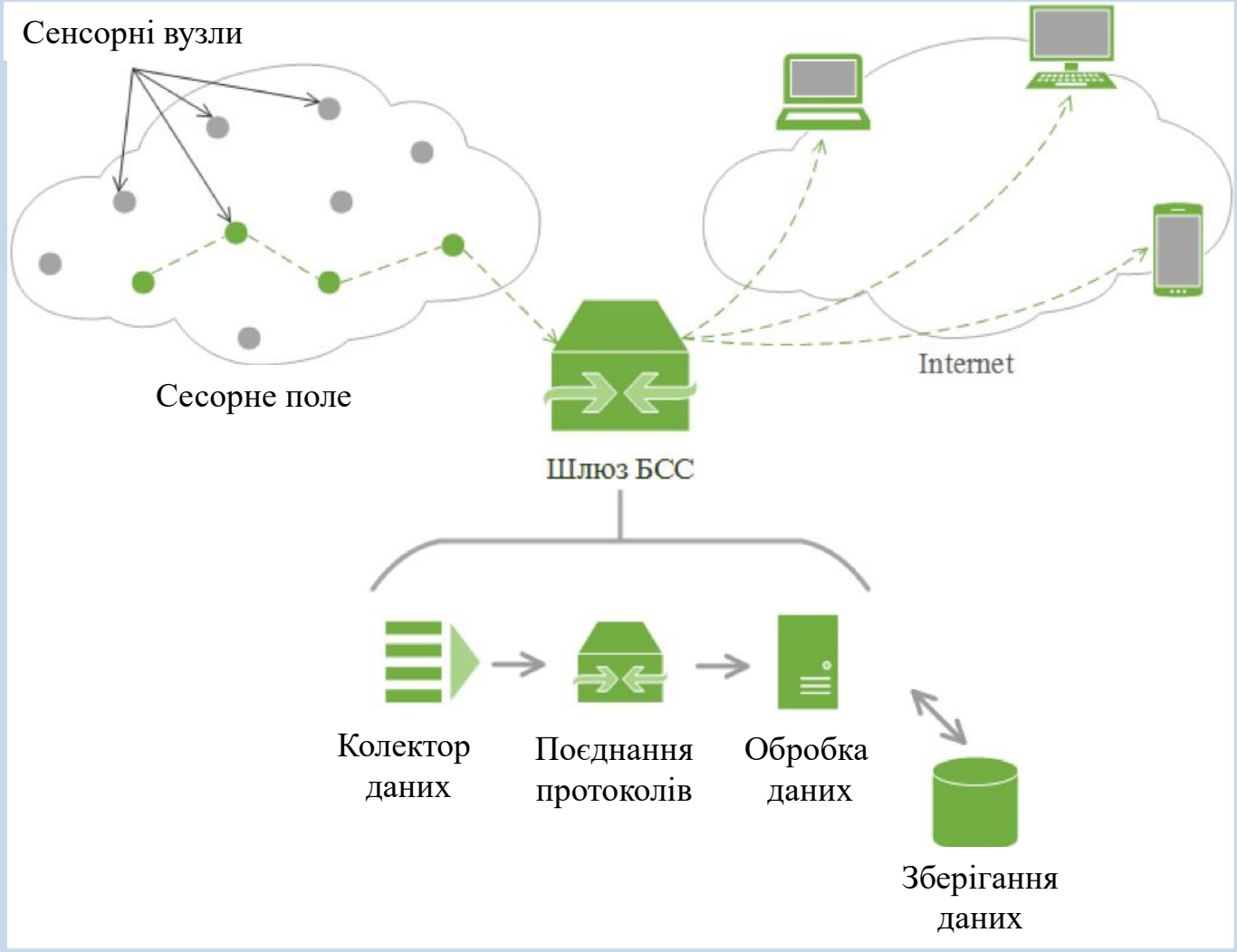


Такому режиму зазвичай відповідає«коміркова» топологія мережі:



Така концепція зажадала створення спеціальних протоколів бездротової передачі:

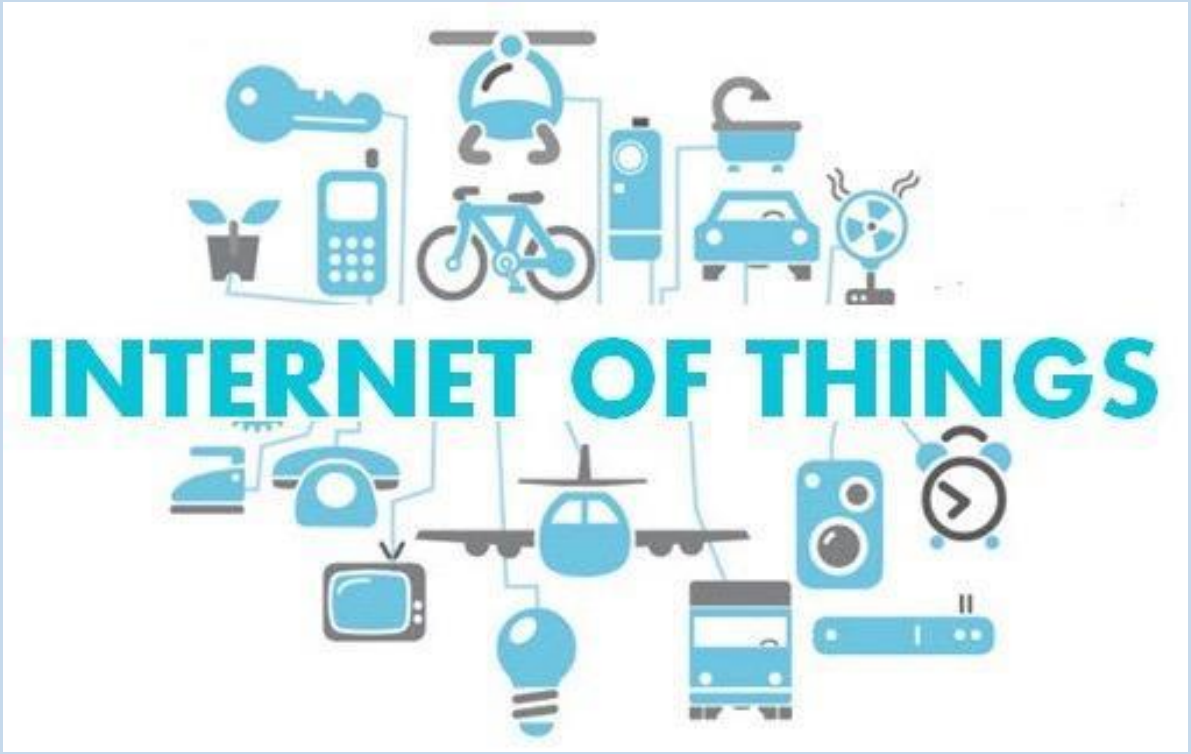
- Забезпечують низьке енергоспоживання сенсорних вузлів.
- Не вимагають значних обчислювальних потужностей.
- Що дають можливість створення самоорганізованоъ ad hoc мережі.
- Ті, що дозволяють передавати дані на невеликі відстані (метри і десятки метрів).

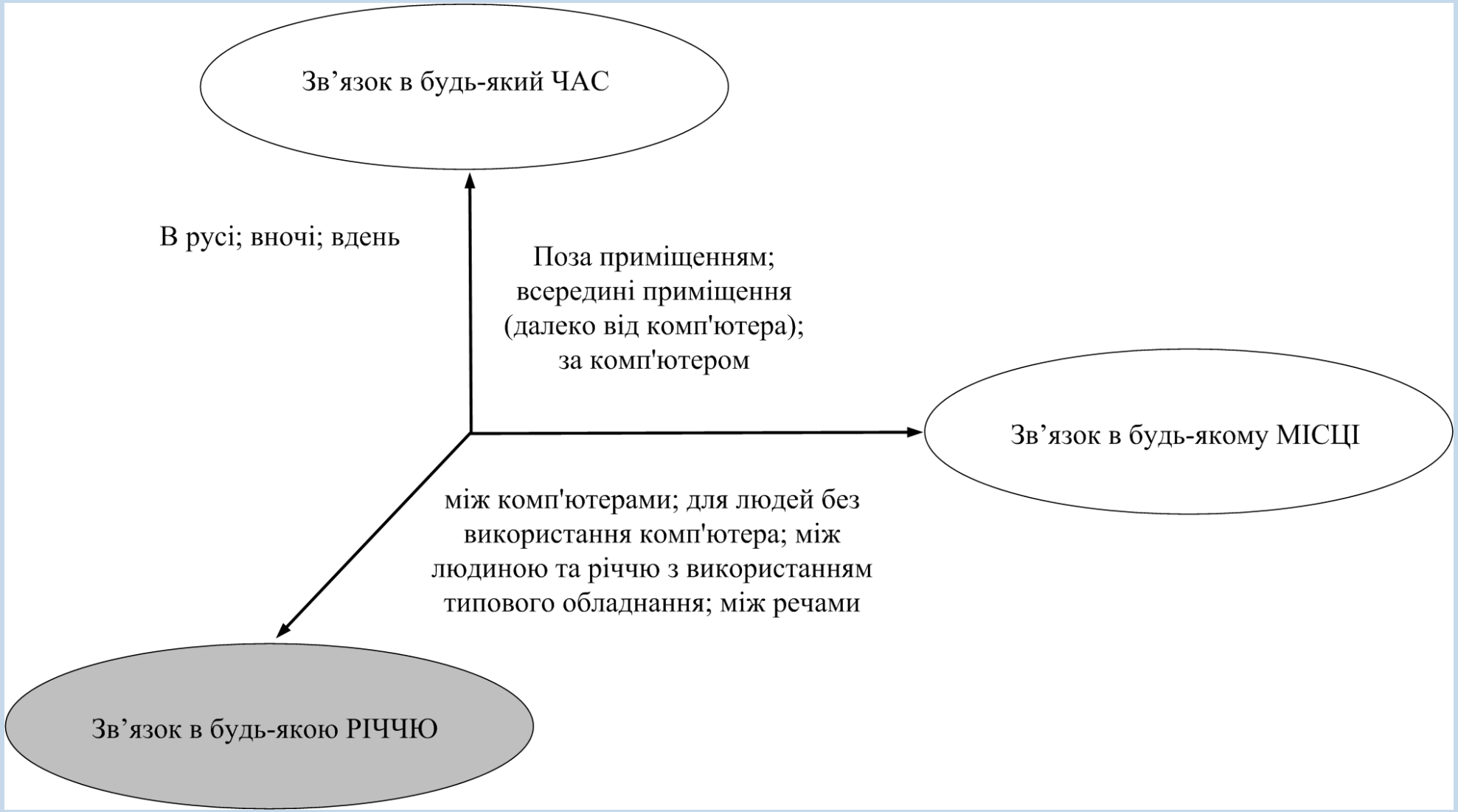

Сенсорні вузли
Сесорне поле
Internet
Шлюз БСС
Колектор даних
Поєднання протоколів
Обробка даних
Зберігання даних

Сенсорні вузли
Колектор даних/
Шлюз БСС
Зберігання
даних
Обробка
даних
Internet
Колектор даних/
Шлюз БСС
Кластери БСС
Головні вузли кластерів

2.Концепція інтернет речей

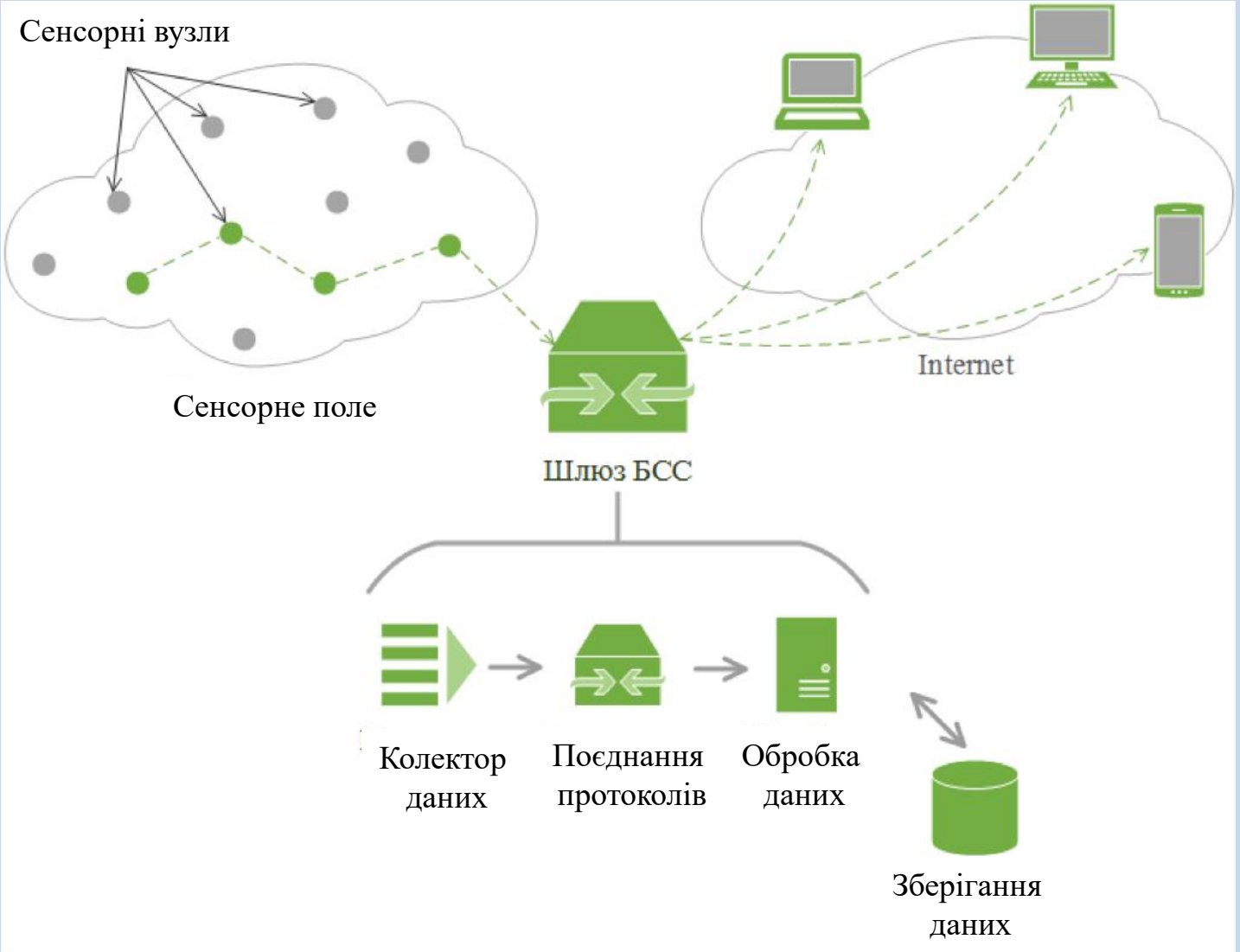
Інтернет Речей (Internet of things, IoT) - концепція розвитку глобальної інформаційної інфраструктури, що є розвитком концепції бездротових сенсорних мереж.

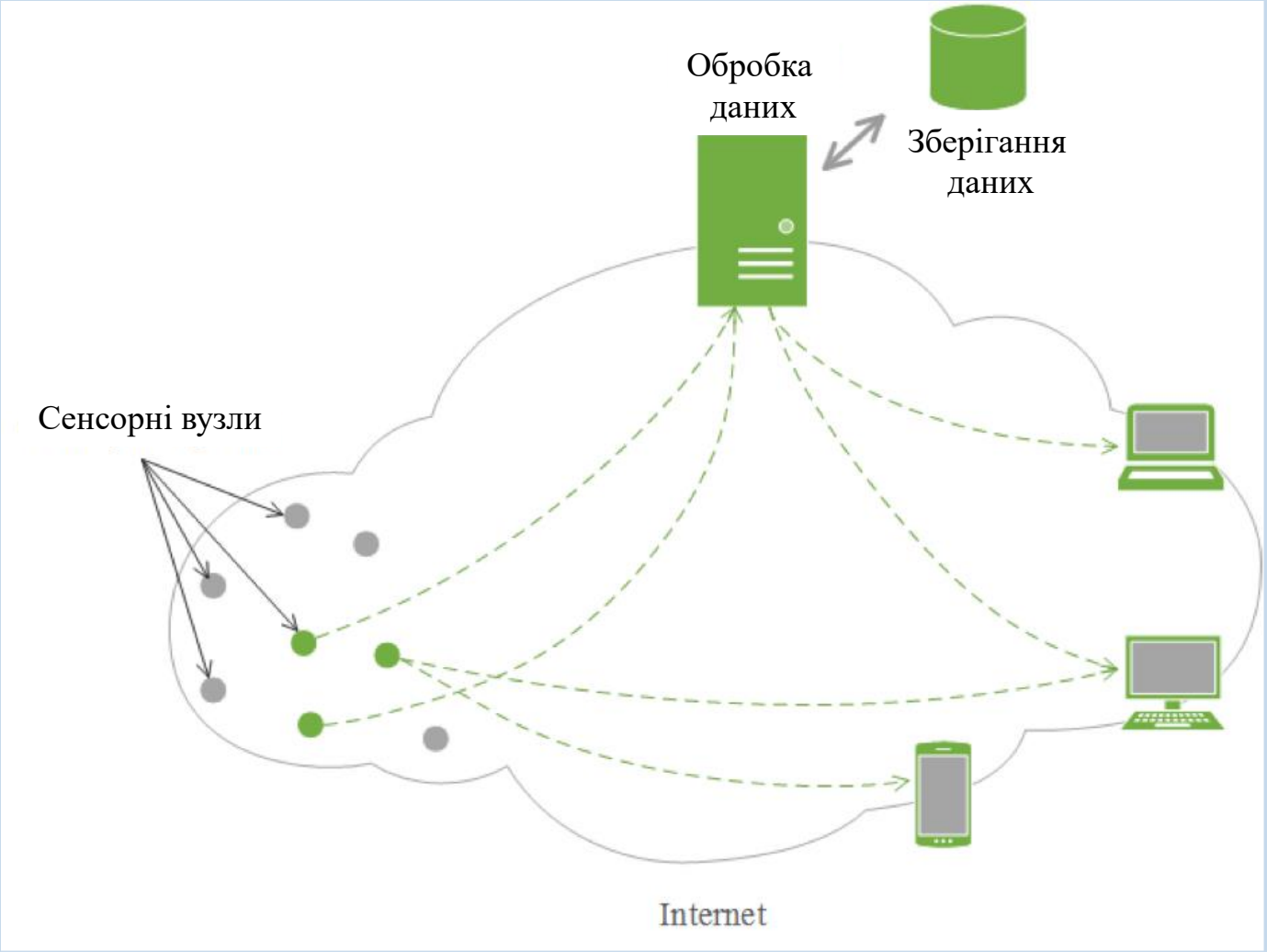



Зв’язок в будь-який ЧАС
В русі; вночі; вдень
Поза приміщенням;
всередині приміщення
(далеко від комп'ютера);
за комп'ютером
Зв’язок в будь-якому МІСЦІ
між комп'ютерами; для людей без
використання комп'ютера; між
людиною та річчю з використанням
типового обладнання; між речами
Зв’язок в будь-якою РІЧЧЮ

Важливою (для нас) відмінністю концепції Інтернету речей від попередньої концепції бездротових сенсорних мереж є відмова від специфічності мереж, до яких підключаються сенсорні вузли, включення цих вузлів до тих самих мереж, які використовуються для спілкування між людьми, використання тих самих протоколів зв'язку.

Бездротові сенсорні мережі -> Всепроникні ссорні мережі (Ubiquitous sensor networks, USN)


Сенсорні вузли
Сенсорне поле
Internet
Шлюз БСС
Колектор даних
Поєднання протоколів
Обробка даних
Зберігання даних


Обробка
даних
Зберігання
даних
Сенсорні вузли
Internet

Інші особливості Інтернету речей:

Величезна кількість вузлів, включених до мережі.

Акцент на речах – кожної речі за сенсором та актором.

Доступ до речі (її сенсору або акторові) – з будь-якої точки планети у будь-який час.

Як зробити з речі інтернет-річ:

Ідентифікувати (унікальний номер).

Підключити до мережі.

Додати сенсор (і актор).

Додати можливість віддаленого доступу.

3.Протоколи передачі даних у сенсорних мережах

Протоколи фізичного та канального рівнів:

- IEEE 802.11 (WiFi);
- IEEE 802.14.1 (Bluetooth);
- IEEE 802.14.5 (LR-WPAN);
- Використання технологій стільникових мереж, LTE-M.

Особливість використання в сенсорних пристроях:

- Цикли «сон-робота»

IEEE 802.11 (WiFi)

Частоти:

- 2,4 ГГц
- 3,6 ГГц
- 5 ГГц
- 60 ГГц (менше відстань, краще поширення сигналу всередині приміщень, дозволяє передавати дані з більшою швидкістю).

Типи модуляції сигналу:

DSSS - розподіл спектру за допомогою прямої послідовності.

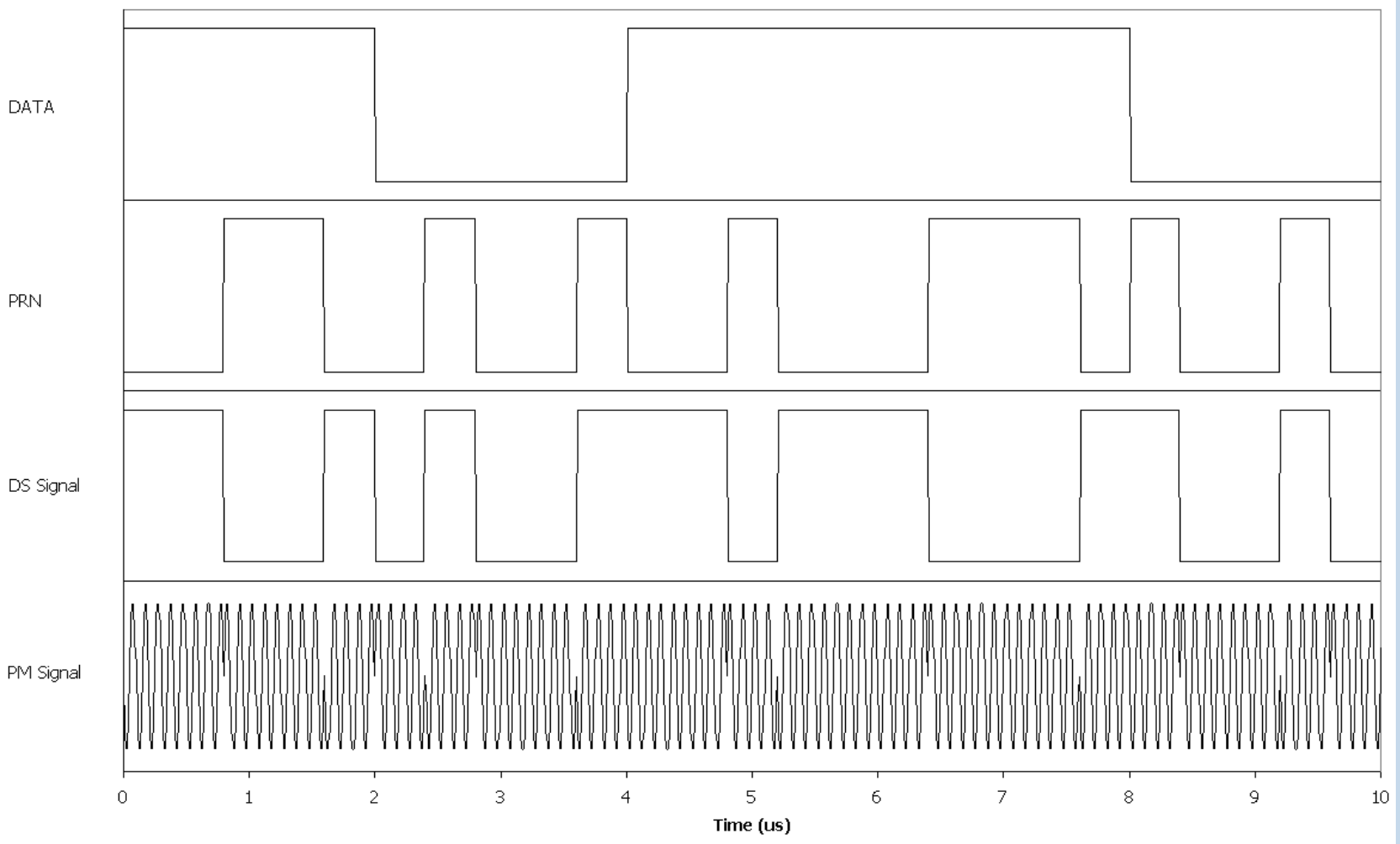
OFDM - мультиплексування ортогональними несучими.

Додатковий поділ каналів:

MIMO - використання декількох просторово-розподілених антен.

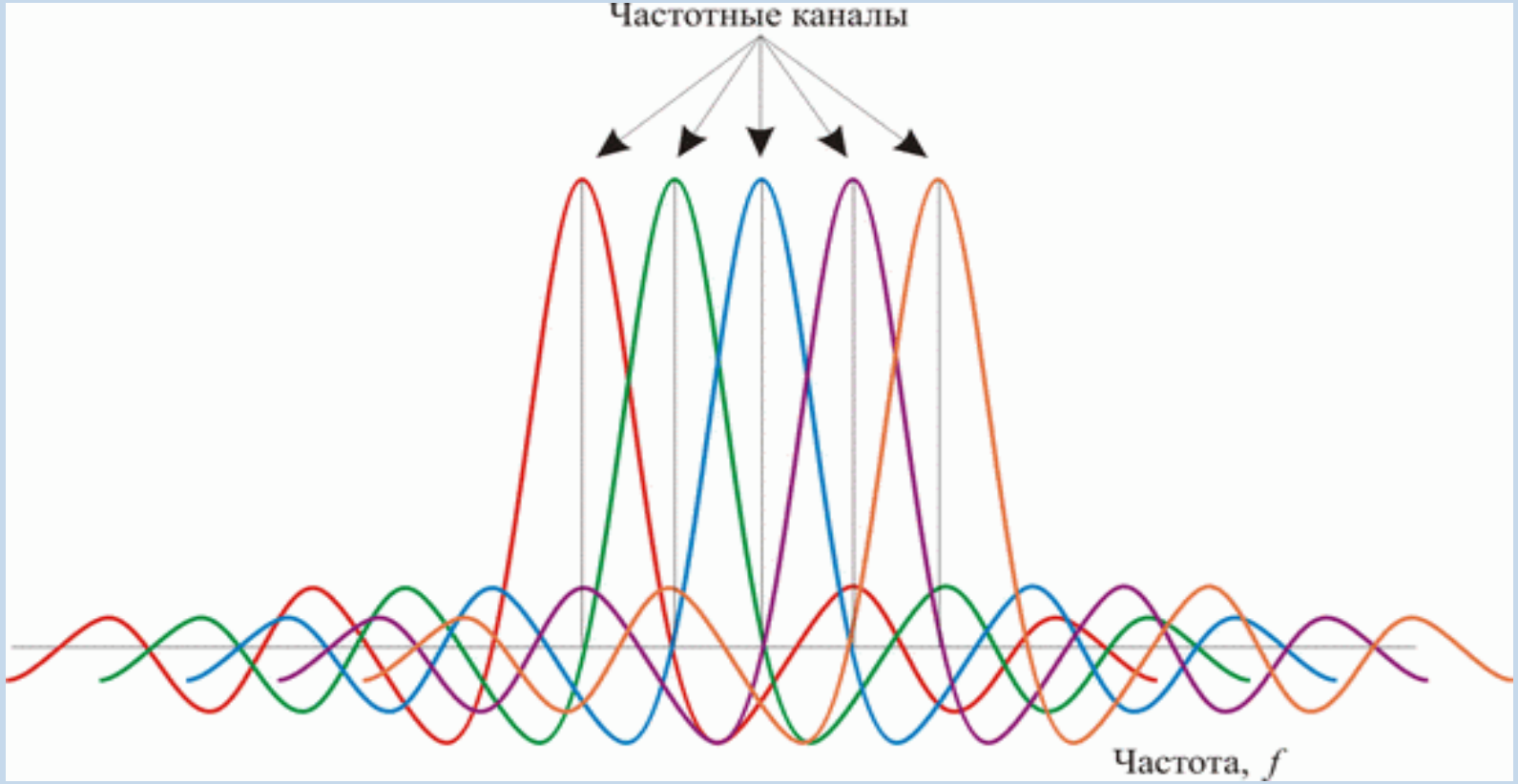
IEEE 802.11 (WiFi)

DSSS - Direct-sequence spread spectrum, розподіл спектру за допомогою прямої послідовності



IEEE 802.11 (WiFi)

OFDM - Orthogonal frequency-division multiplexing, мультиплексування ортогональними несучими



IEEE 802.11 (WiFi)

MIMO - multiple-input and multiple-output, просторове кодування сигналу за допомогою передачі його N антенами та прийому M антенами.

- Якщо антени рознесені у просторі, то комплексні передавальні функції від кожної передавальні антени до приймальні також різні.
- Передаючи по одному з підканалів кожної антени заздалегідь відому бітову послідовність можна оцінити передавальні функції кожної з антен і таким чином розділити потоки даних від різних антен.

IEEE 802.11 (WiFi)

Ширина смуги (дозволяє створити кілька підканалів):

20 - 160МГц на частотах 2,4, 3,6 та 5ГГц

до 8ГГц на частоті 60ГГц

Швидкість передачі даних:

1М біт/с - 6,77 Гбіт/с на частотах 2,4, 3,6 та 5ГГц

6,75 Гбіт/с - зараз, до 100 Гбіт/с у майбутньому на частоті 60ГГц

Енергоспоживання:

Високе завдання економії енергії не ставилося.

Використання бездротових сенсорних мереж

Плюси:

- Масове виробництво, низькі ліцензійні відрахування -> недорого.
- Висока швидкість передачі (але для багатьох програм стільки не потрібно).

Мінуси:

- Відносно високе енергоспоживання, відсутність стандартних механізмів економії енергії.
- Регуляція частот у різних країнах – потенційні проблеми дуже масового використання.

IEEE 802.15.1 (Bluetooth)

Частота:

- 2,4 ГГц

Ширина смуги:

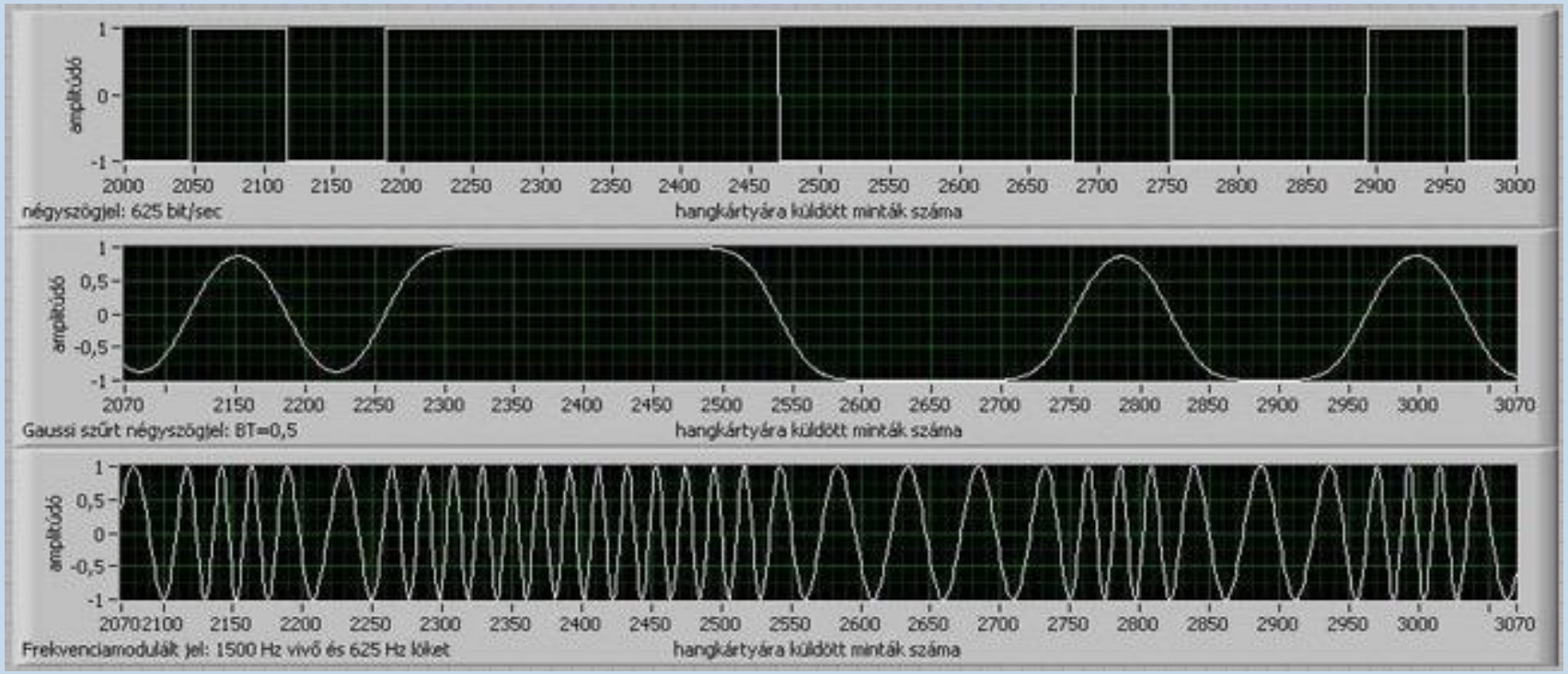
- 83,5МГц

Типи модуляції сигналу:

- GFSK - частотна маніпуляція зі згладжуванням за допомогою фільтра Гауса.
- DQPSK - Диференціальна квадратична фазова маніпуляція.

IEEE 802.15.1 (Bluetooth)

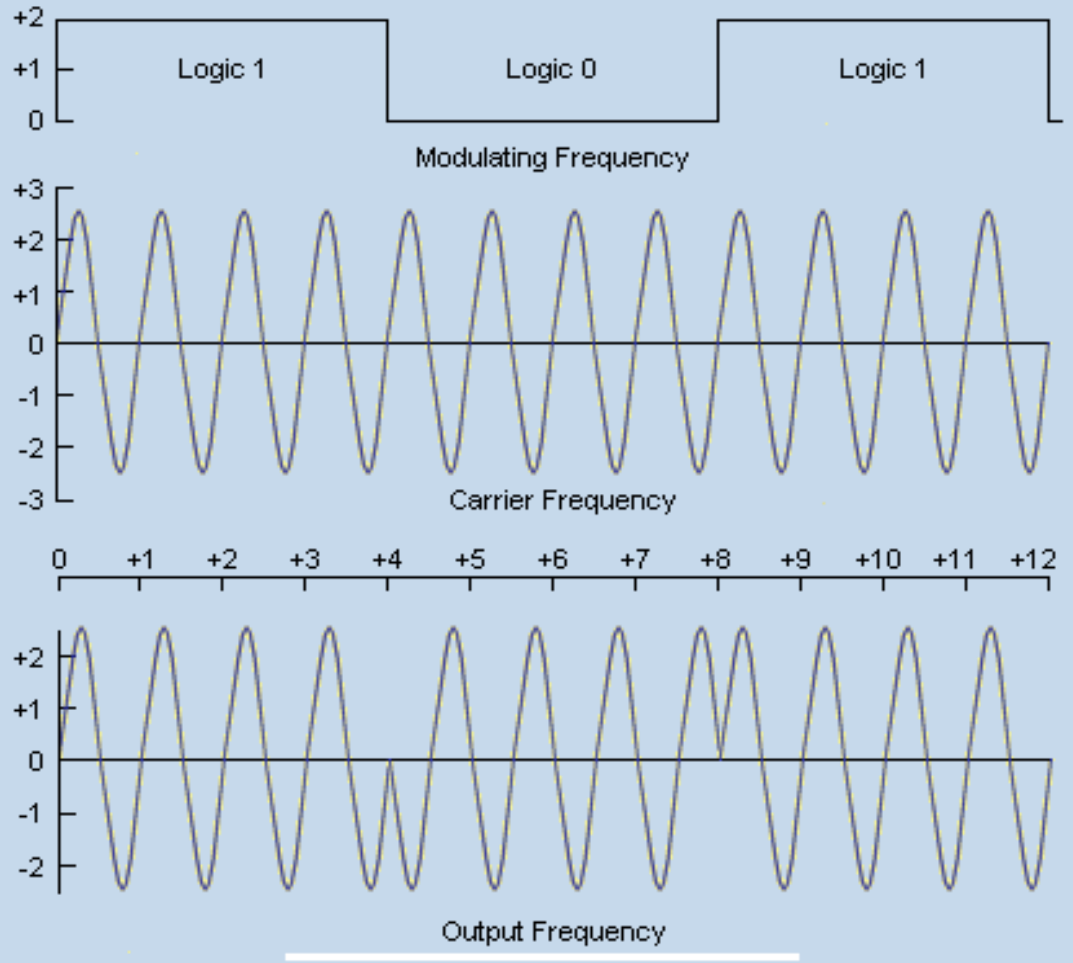
GFSK - Gaussian frequency-shift keying, частотна маніпуляція зі згладжуванням за допомогою фільтра Гауса



IEEE 802.15.1 (Bluetooth)

DQPSK - Диференціальна квадратична фазова маніпуляція.

Фазова маніпуляція(бінарна):



IEEE 802.15.1 (Bluetooth)

- **Квадратична** фазова маніпуляція, на відміну від бінарної, використовує 4 фази (зсув — 90°) і кодує окремі біти, а пари: 00, 01, 10, 11
- **Диференціальна** квадратична фазова маніпуляція використовує визначення того, яка саме пара передається, не абсолютну величину фази, та її зміна (немає необхідності в опорному сигналі).

IEEE 802.15.1 (Bluetooth)

Швидкість передачі:

- 1-3 Мбіт/с

Відстань передачі:

- 10 метрів

Енергоспоживання:

- Низьке

IEEE 802.15.1 (Bluetooth)

- Використання бездротових сенсорних мереж

Плюси:

- Низьке енергоспоживання.
- Частотний діапазон, що не регулюється в більшості країн.

Мінуси:

Труднощі розширення адресного простору.

IEEE 802.15.4

Частоти:

- 868 МГц915 МГц2450 МГц1, 3, 5, 6-10ГГц.

Типи модуляції сигналу:

- DSSS - розподіл спектру за допомогою прямої послідовності;
- GFSK - частотна маніпуляція зі згладжуванням за допомогою фільтра Гауса;
- BPSK - бінарна фазова маніпуляція;
- QPSK – квадратична фазова маніпуляція.

IEEE 802.15.4

Швидкість передачі даних:

20-250 Кбіт/с.

Відстань передачі:

10 метрів.

Енергоспоживання:

Дуже низька.

IEEE 802.15.4

Використання бездротових сенсорних мереж

Плюси:

- Дуже низьке енергоспоживання.
- Створювалося спеціально для бездротових сенсорних мереж.

Мінуси:

- Низька швидкість передачі (але для багатьох програм достатньо).
- Дивно, але дорожче за WiFi (ліцензійні відрахування).

Цикли «работа-сон»

- Більшість енергії сенсорного вузла витрачається на передачу даних, а чи не на сенсорну функцію.
- Для економії енергії можна передавати не кожен отриманий вимір зовнішнього середовища - більшу частину часу модуль бездротового зв'язку «спить», потім прокидається і передає всю зібрану за час сну інформацію.
- Проблема: зв'язок використовується вузлом як передачі інформації, але й самоорганізації мережі, транзиту інформації від більш віддалених вузлів (multihop).

Цикли «работа-сон»

- Існують різні алгоритми організації циклів "робота-сон" у рамках сенсорної мережі.

- В основному, такі алгоритми розроблялися для IEEE 802.15.4, але зараз з'являються і для WiFi.