

# Применение LPWAN беспроводных сенсорных сетей в качестве базовых сетей

Семинар НУГ “Лаборатория инновационных проектов WiseNet Lab”

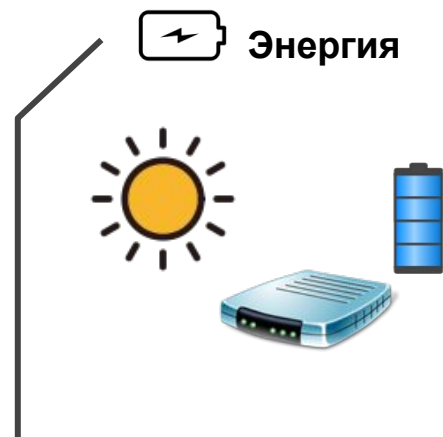
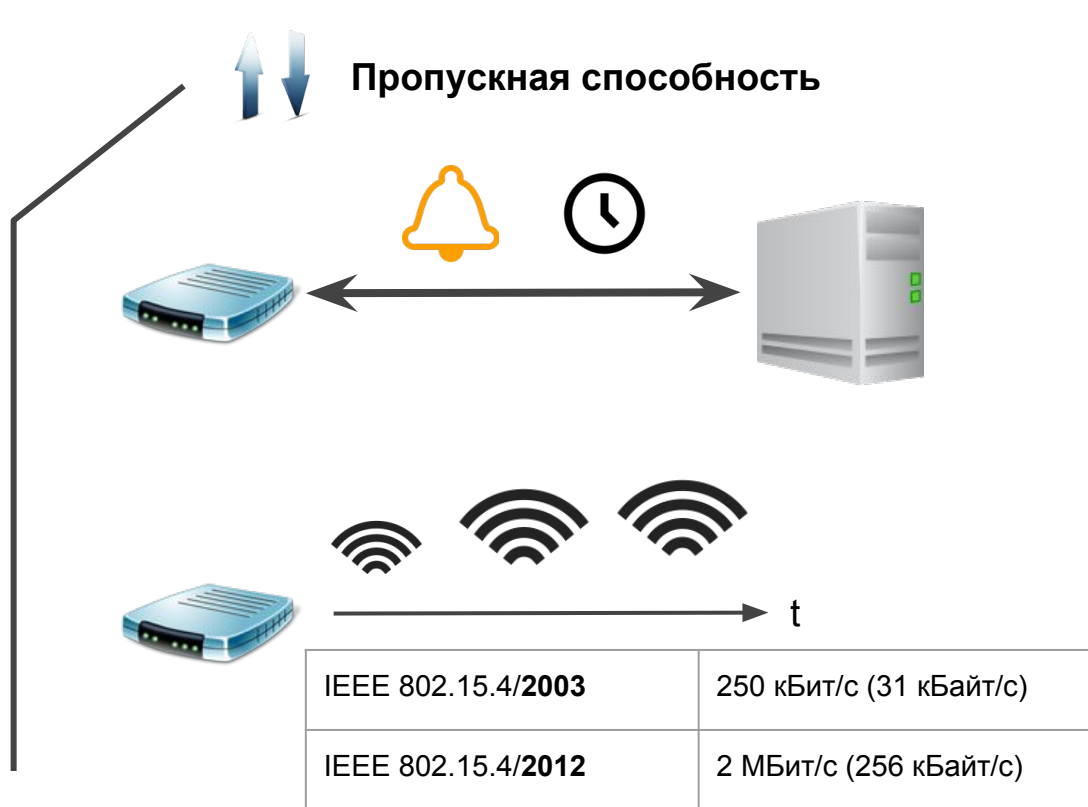
# Введение

- Свободные ресурсы в беспроводных сенсорных сетях
- Беспроводные сенсорные сети WPAN и LPWAN
- Догрузка сетей
- Наложённые сети

# Цель и задачи

- Догрузка беспроводных сенсорных сетей наложенными сетями в момент простоя с сохранением качества обслуживания
- Задачи:
  - Провести обзор и анализ наличия свободных ресурсов в БСС
  - Провести обзор и анализ наличия QoS в БСС и наложенных сетях
  - Разработать подход к построению наложенных сетей с сохранением качества обслуживания базовой и наложенной сети
  - Предложить метод и алгоритм поиска оптимального маршрута
  - Построить экспериментальную наложенную сеть

# Свободные ресурсы в БСС

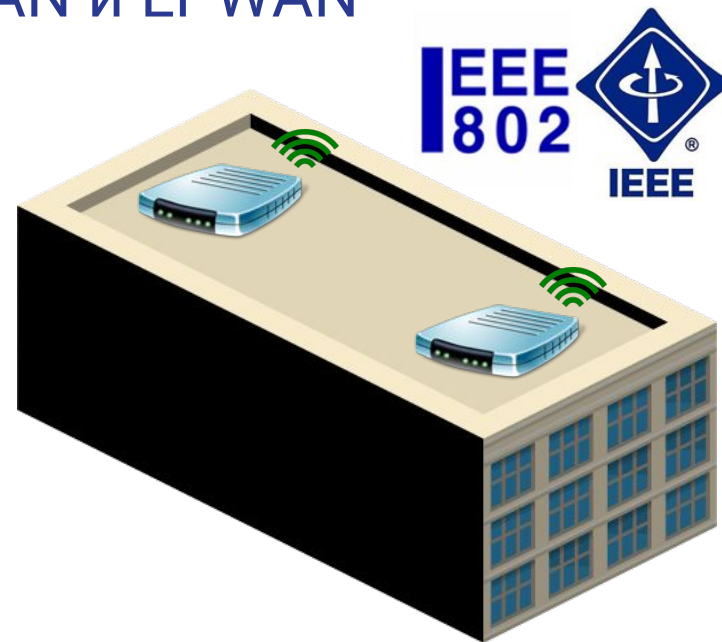


# Беспроводные сенсорные сети WPAN и LPWAN

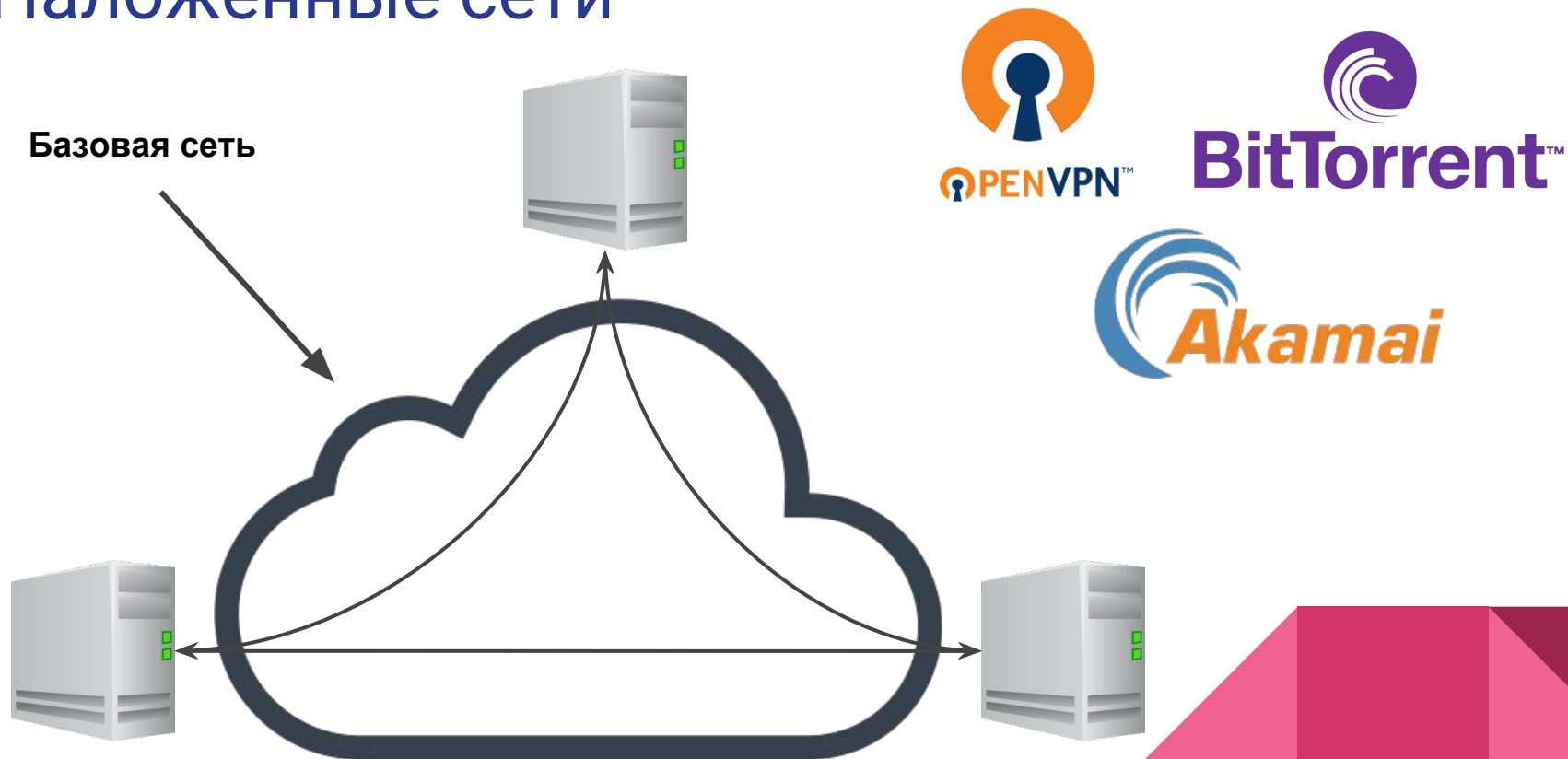


**WPAN**  
15 км  
48 кБит/с

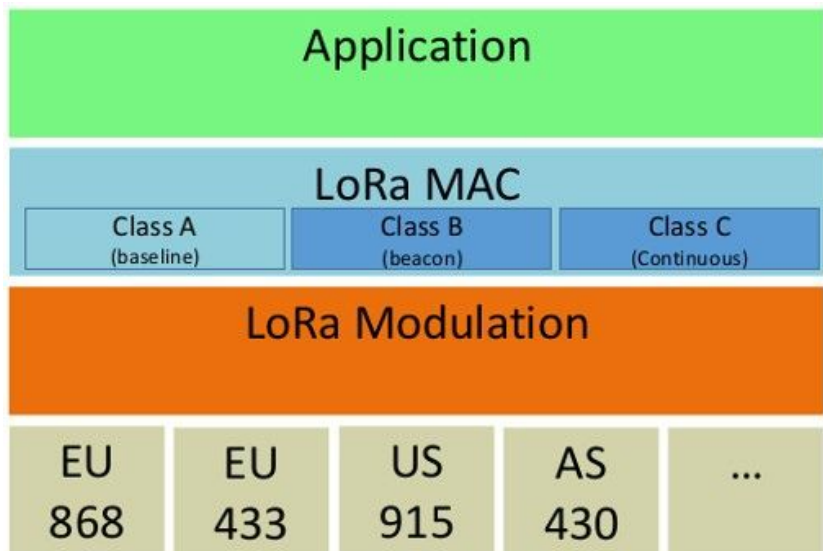
**LPWAN**  
15 м  
2 МБит/с



# Наложенные сети



# Стек протоколов LoRaWAN



Application

MAC

MAC options

Modulation

Regional ISM band

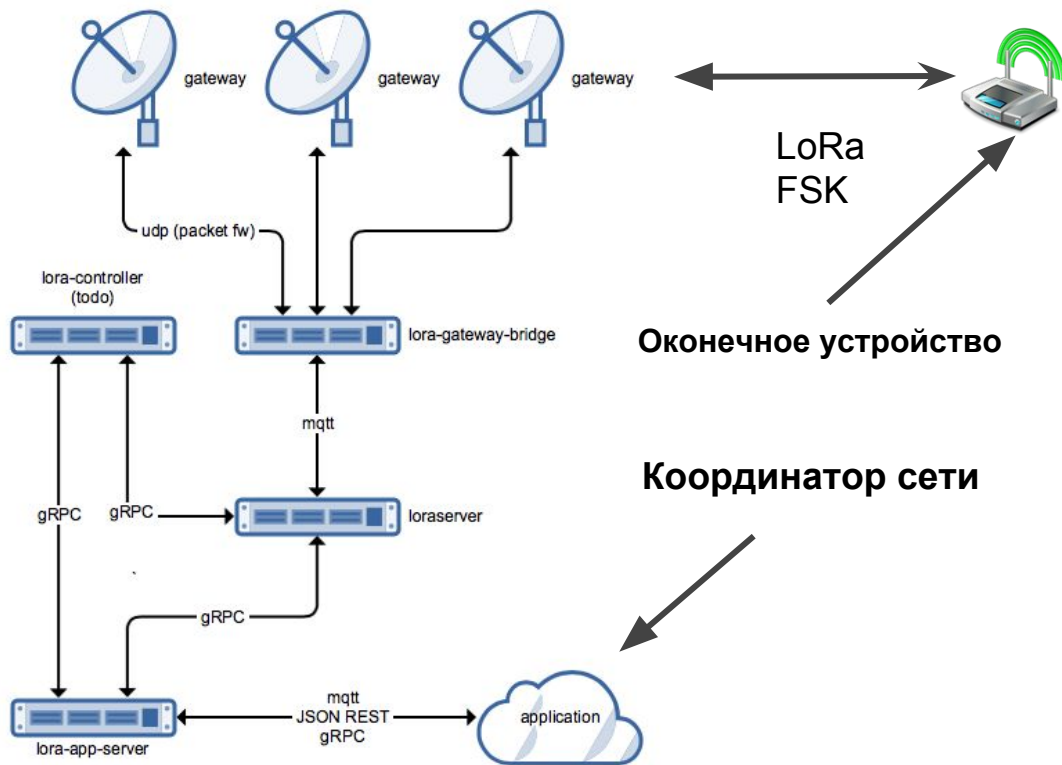
LoRaWAN

LoRa

Канальный уровень  
**MAC**

Физический уровень  
**PHY**

# Архитектура сети LoRaWAN

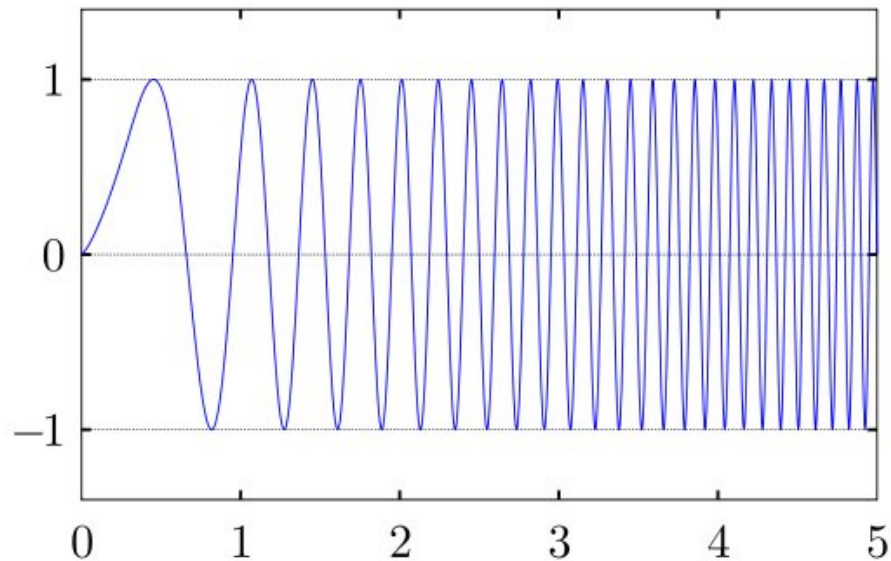


	Europe	North America
Frequency band	867-869MHz	902-928MHz
Channels	10	64 + 8 + 8
Channel BW Up	125/250kHz	125/500kHz
Channel BW Dn	125kHz	500kHz
TX Power Up	+14dBm	+20dBm typ (+30dBm allowed)
TX Power Dn	+14dBm	+27dBm
SF Up	7-12	7-10
Data rate	250bps- 50kbps	980bps-21.9kpbs
Link Budget Up	155dB	154dB
Link Budget Dn	155dB	157dB



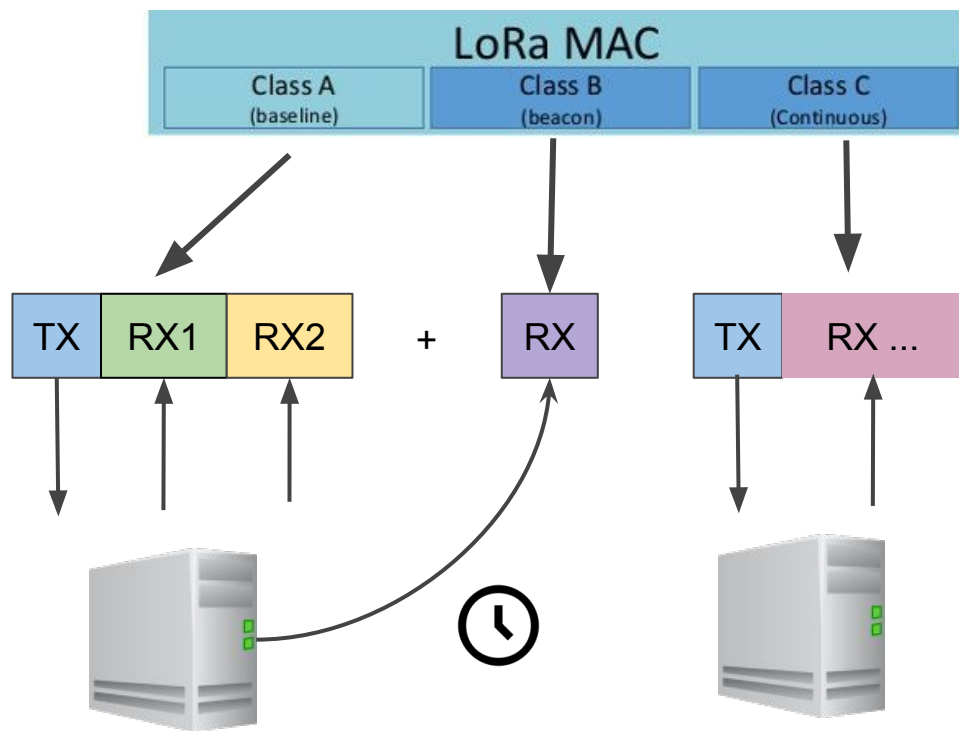
# Модуляция LoRa

LoRa Data Rate	Вид кодирования
0	SF12 @ 125kHz
1	SF11 @ 125kHz
2	SF10 @ 125kHz
3	SF9 @ 125kHz
4	SF8 @ 125kHz
5	SF7 @ 125kHz
6	SF7@ 250kHz



$$n_c = 2^{SF}$$

# Оконечные узлы LoRaWAN

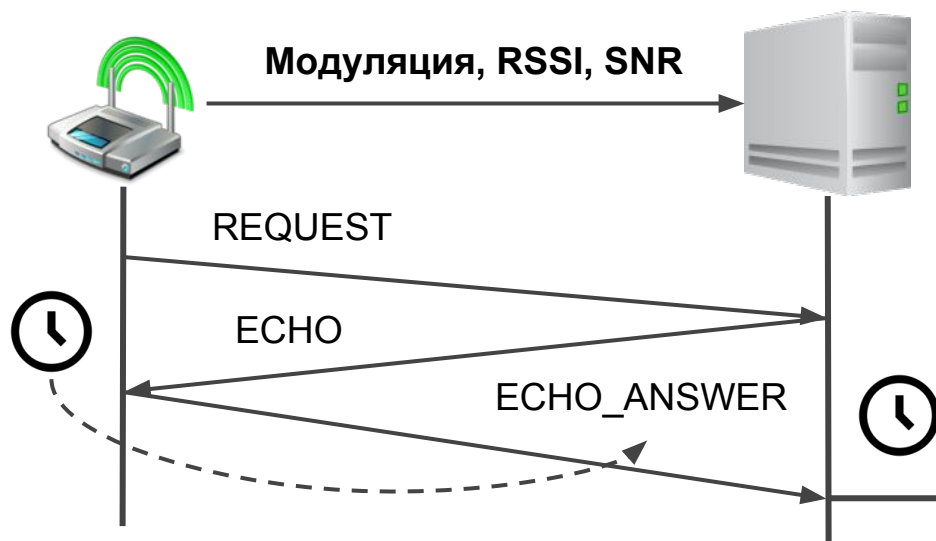


Вид кодирования	Максимальный интервал (с)
SF12 @ 125kHz	160
SF7 @ 125kHz	6.6

EUI-адрес: **0x1122334455667788**



# Сбор метрик в LoRaWAN



$$RSSI = 10 * \log(P)$$

$$SNR = 10 * \log\left(\frac{P_S}{P_N}\right)$$

**SF7 @ 125kHz**

```
LqmaNode EUI = *****:  
Bandwidth = 5470 bit/s  
RSSI = -19 dBm  
SNR = 8 dB  
Delay = 5071 ms  
Jitter = 55 ms
```

# Особенности платформы Laird RM186

- Проприетарный язык программирования Laird smartBASIC.
  - За:
    - Быстрое прототипирование простых задач.
  - Против:
    - Серьёзные ограничения на синтаксические конструкции.
    - Большой размер выходного кода.
    - Интерпретируемый язык.
- Приёмопередатчик LoRa и стек LoRaWAN.
  - Против:
    - Искусственная блокировка 6-го и 7-го Data Rate.
- Двойной приёмопередатчик BLE и LoRa.



# Заключение

- Наложённые сети строить как поверх WPAN, так и поверх LPWAN (с ограничениями) технически возможно.
- Использование LoRaWAN сетей в качестве базовых осложняется строгими проприетарными протоколами.
- Возможно реализация QoS в сетях LoRaWAN.
- Исследование сетей LoRaWAN затруднено по той же причине.
- Технически невозможно применение платформы Laird RM186 для решения поставленной экспериментальной задачи.

# Выводы

- Решить поставленную экспериментальную задачу на сетевом стандарте IEEE 802.15.4/2011.
- Привлечь современные сетевые средства и протоколы ОС Linux (IEEE 802.15.4MAC, 6LoWPAN) для оптимизации трудозатрат и снижения сроков выполнения задачи.
- **Дополнительные задачи:**
  - На разработанном в рамках текущего этапа наработках провести исследование метрик QoS в разных точках кампуса МИЭМ НИУ ВШЭ для выполнения задач НУГ “Лаборатория инновационных проектов WiseNet Lab”.**Задачу поручить студентам.**

# Спасибо за внимание!

В презентации использованы изображения за авторством 5Pro Software GbR, Recep Kütük, Ivan Boyko, Anastasya Bolshakova, Arnaud Nelissen, Icons8 LLC, Snip Master, Yun Liu, Webtemplateshock, Icograms, LoRa Alliance, IEEE, IcoCentre, w3creativelab, Wikimedia Foundation Inc., Orne Brocaar, LAIRD, Bluetooth SIG Inc.