

Самоорганизующиеся ячеистые сети городского масштаба для сбора данных и управления устройствами интернета вещей в Умных устойчивых городах

Руслан Киричѐк

профессор Санкт-Петербургского Государственного
университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Every Thing Connected



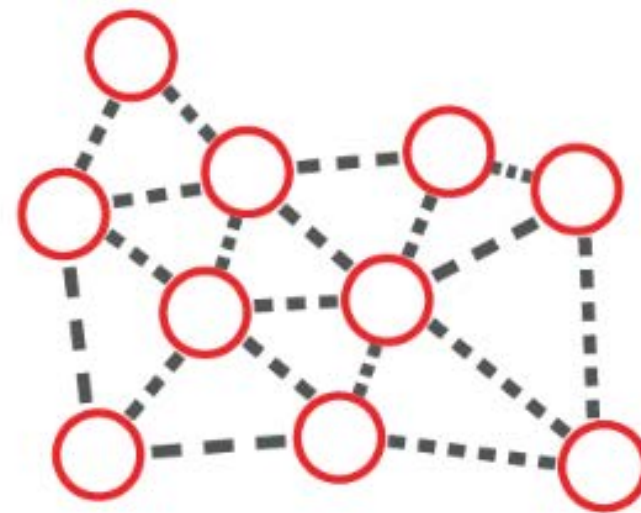
Топологии сетей передачи данных



Точка-точка

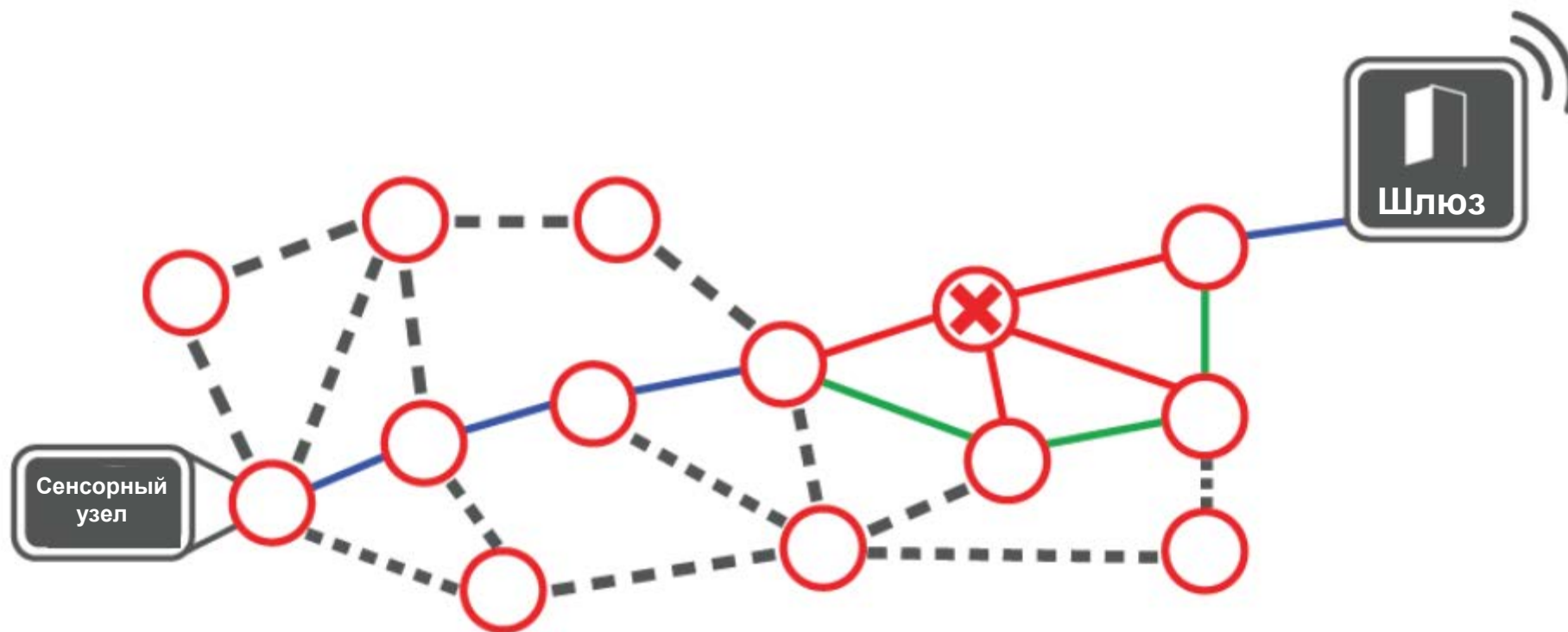


Звезда



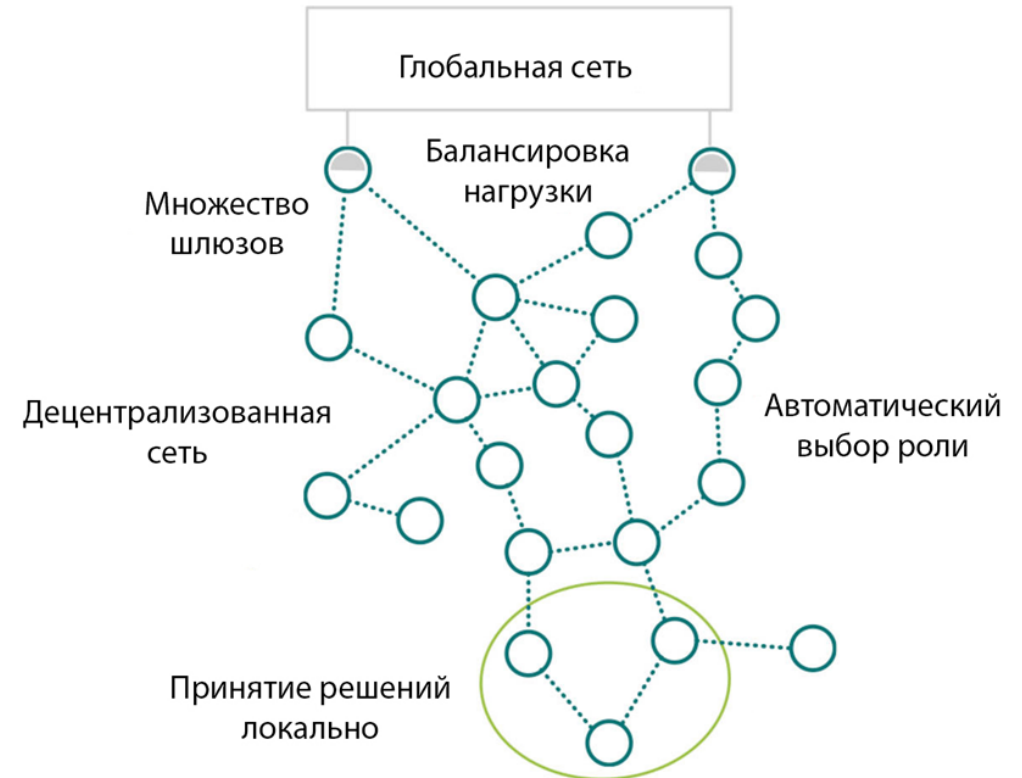
Ячеистая

Схема взаимодействия

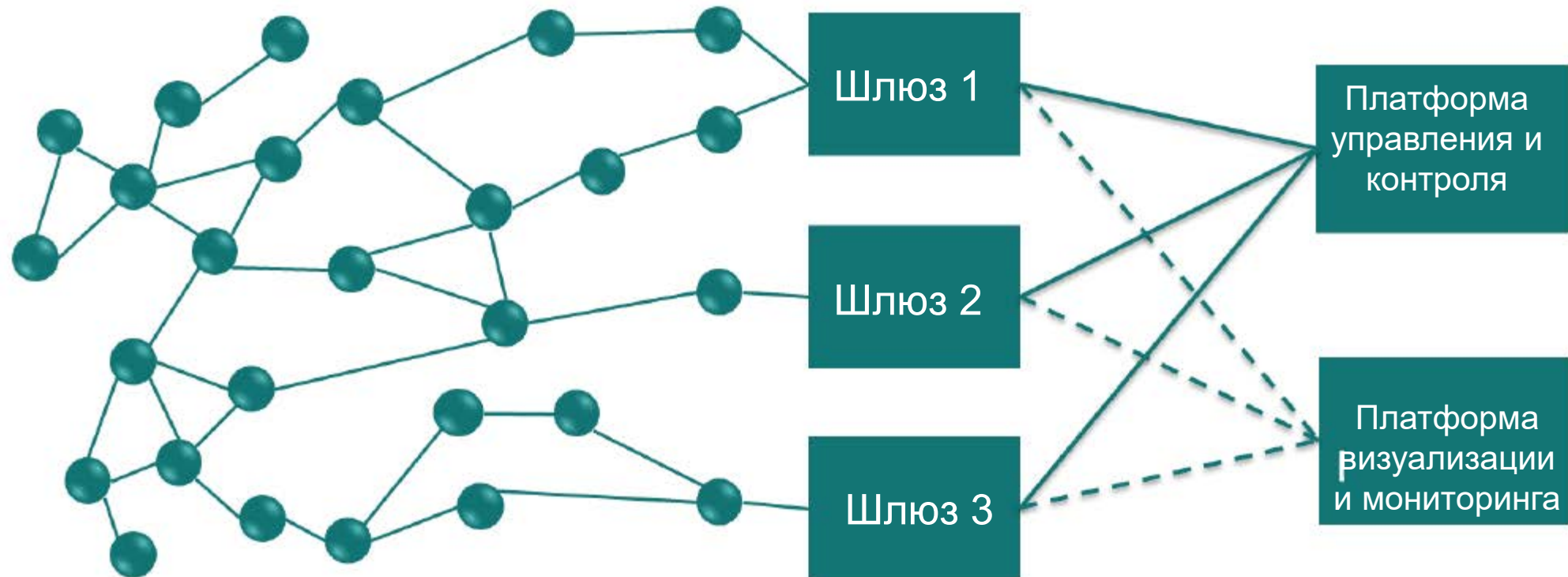


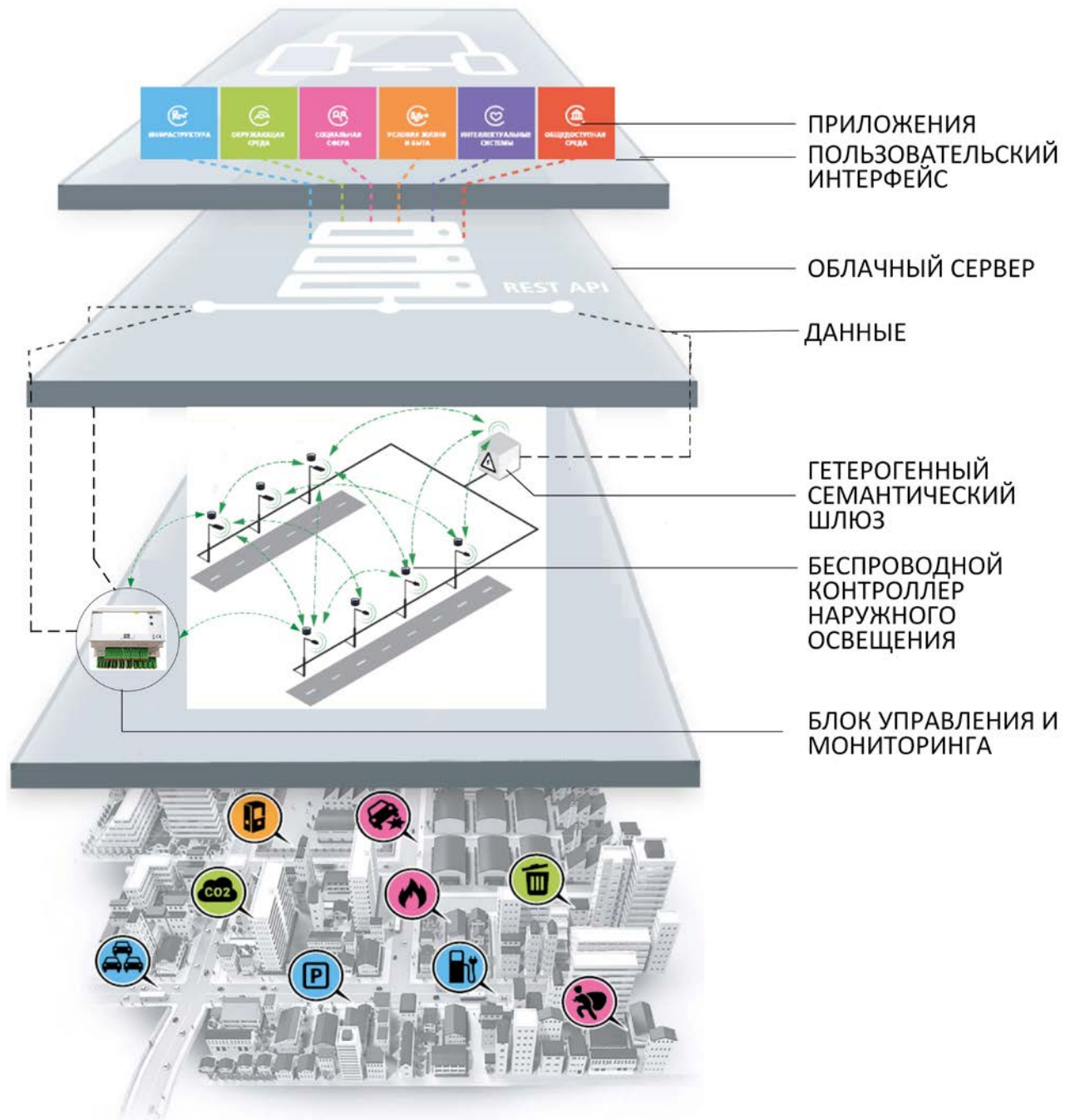
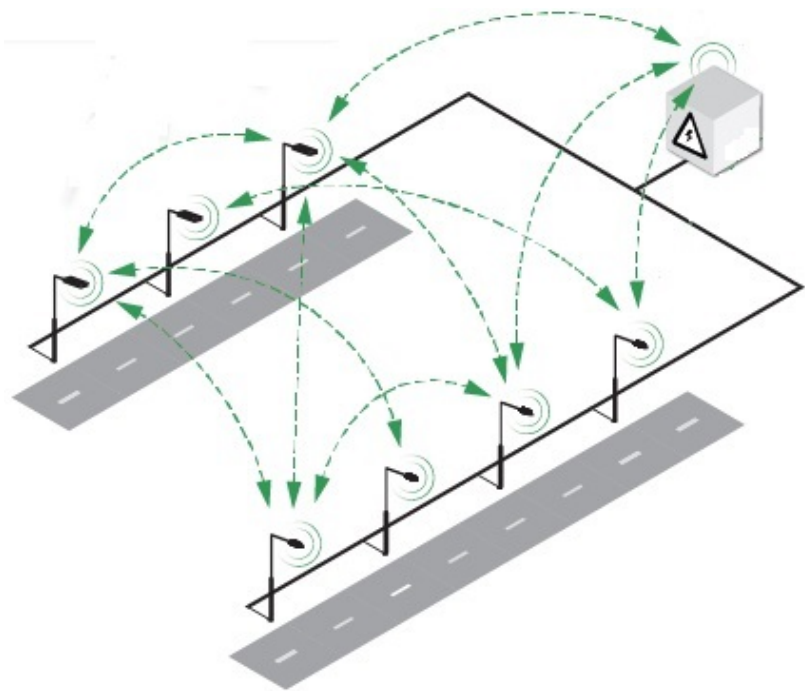
Топология Mesh

- Множество устройств работают друг с другом, образуя непрерывную цепочку, что исключает необходимость в шлюзах в привычном понимании.
- При использовании данной технологии число шлюзов уменьшается в 10-100 раз.
- Высокая надежность и сходимость сети.



Подключение к платформам мониторинга





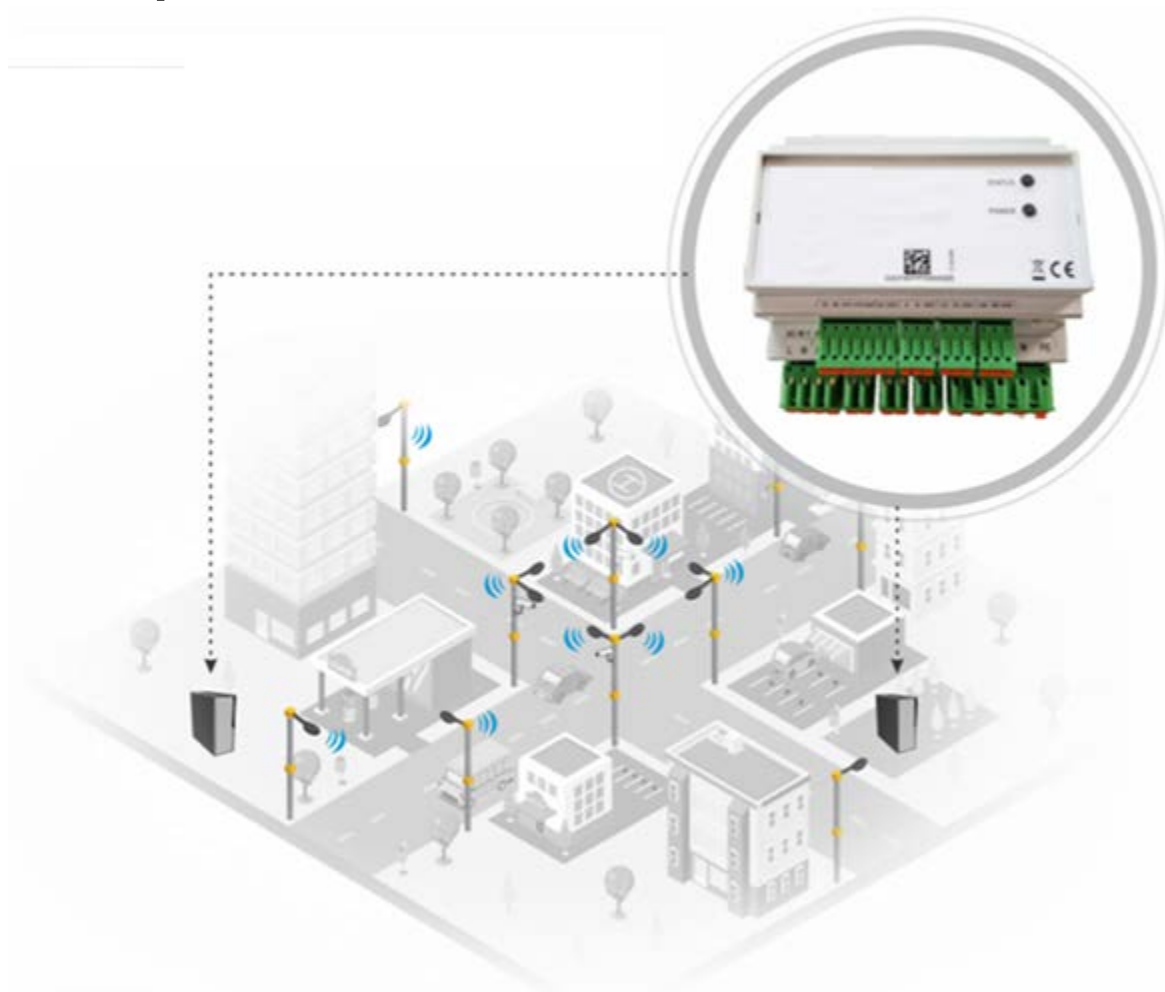
Элементы Mesh-сети (оконечные модули)



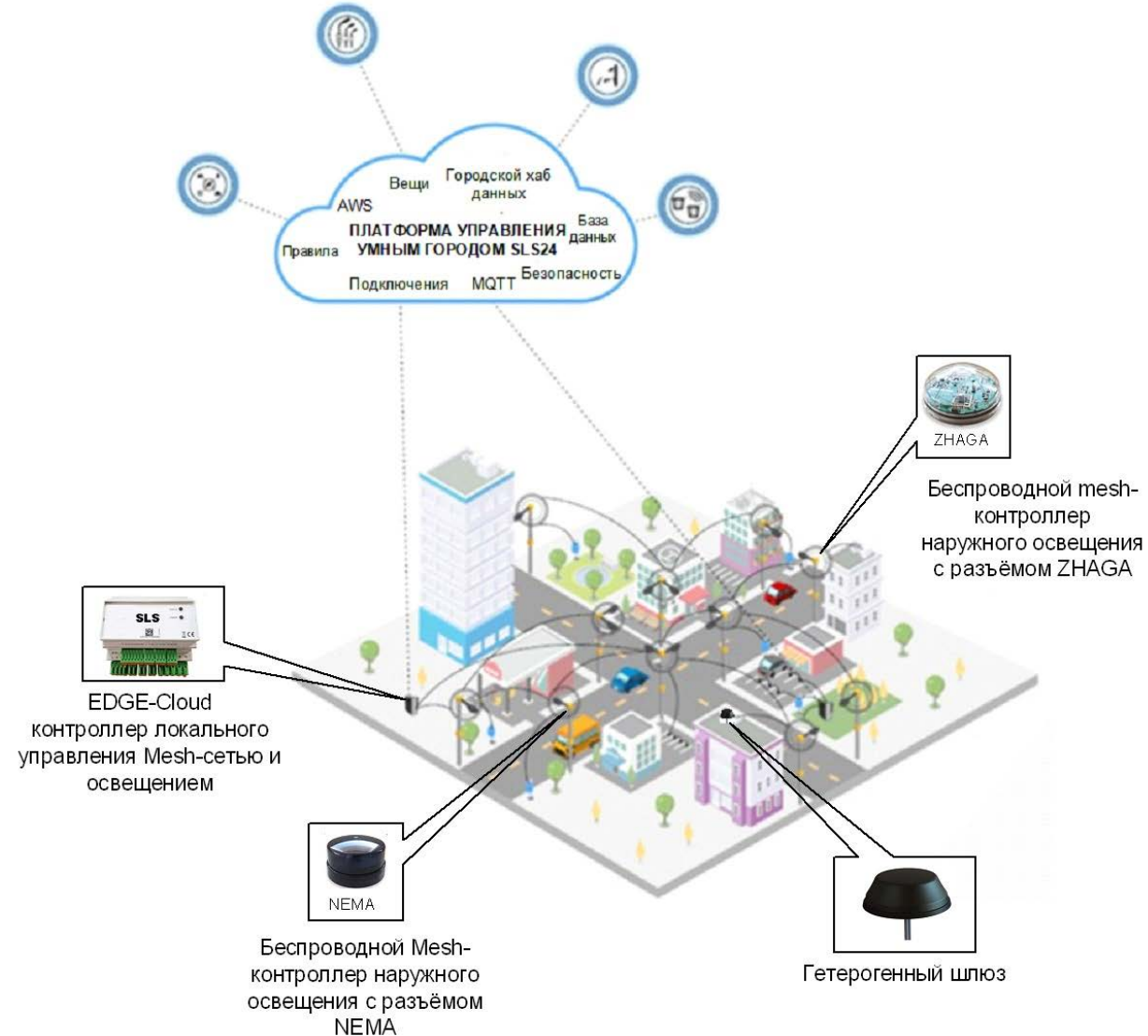
Элементы Mesh-сети (шлюз)



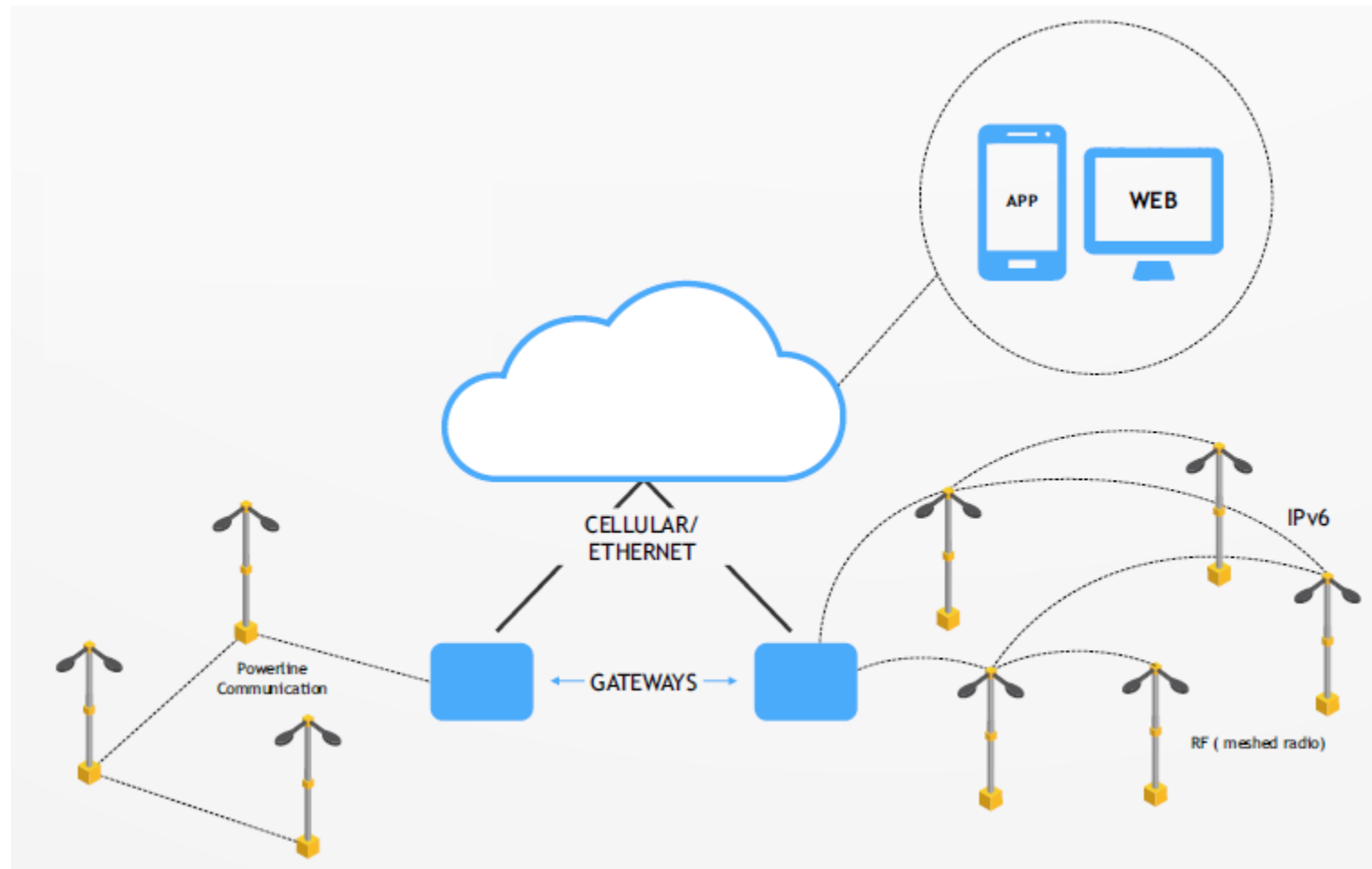
Элементы Mesh-сети (EDGE - контроллер)



Платформа для управления и контроля за Умным городом



Сервисы на базе Mesh-сети городского масштаба. Умное освещение



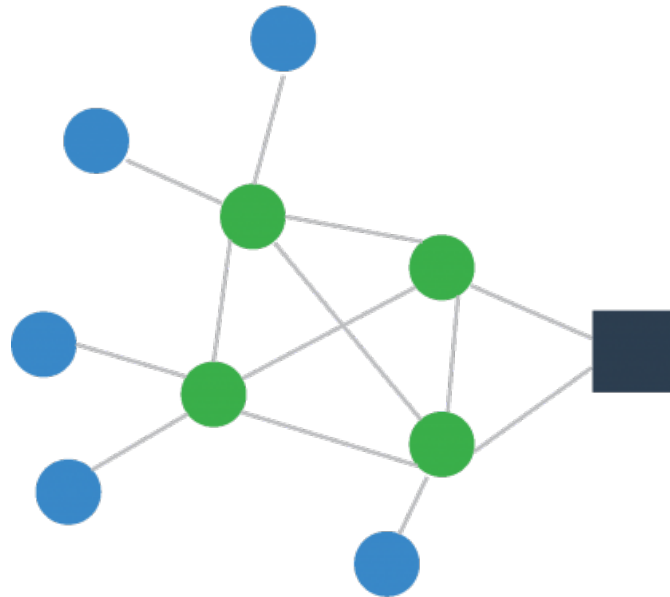
Сервисы на базе Mesh-сети городского масштаба. Умные парковки



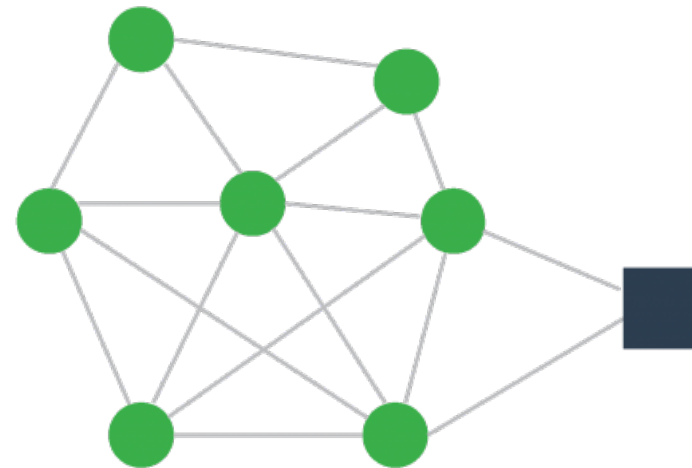


Виды Mesh - сетей

Partial Mesh



Full Mesh



● Sensor node

● Sensor node with relaying function

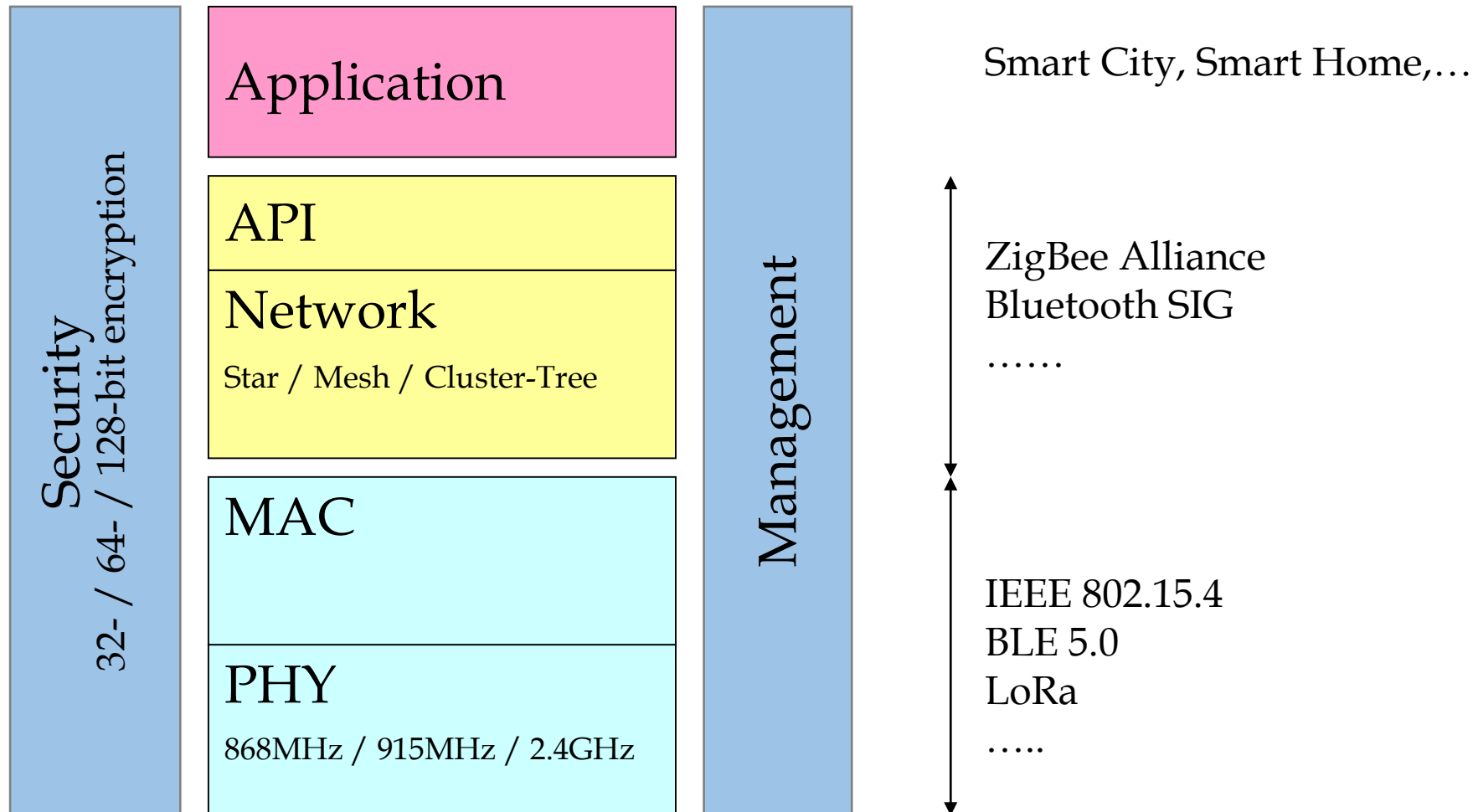
■ Gateway

Беспроводные технологии передачи данных IoT-устройств

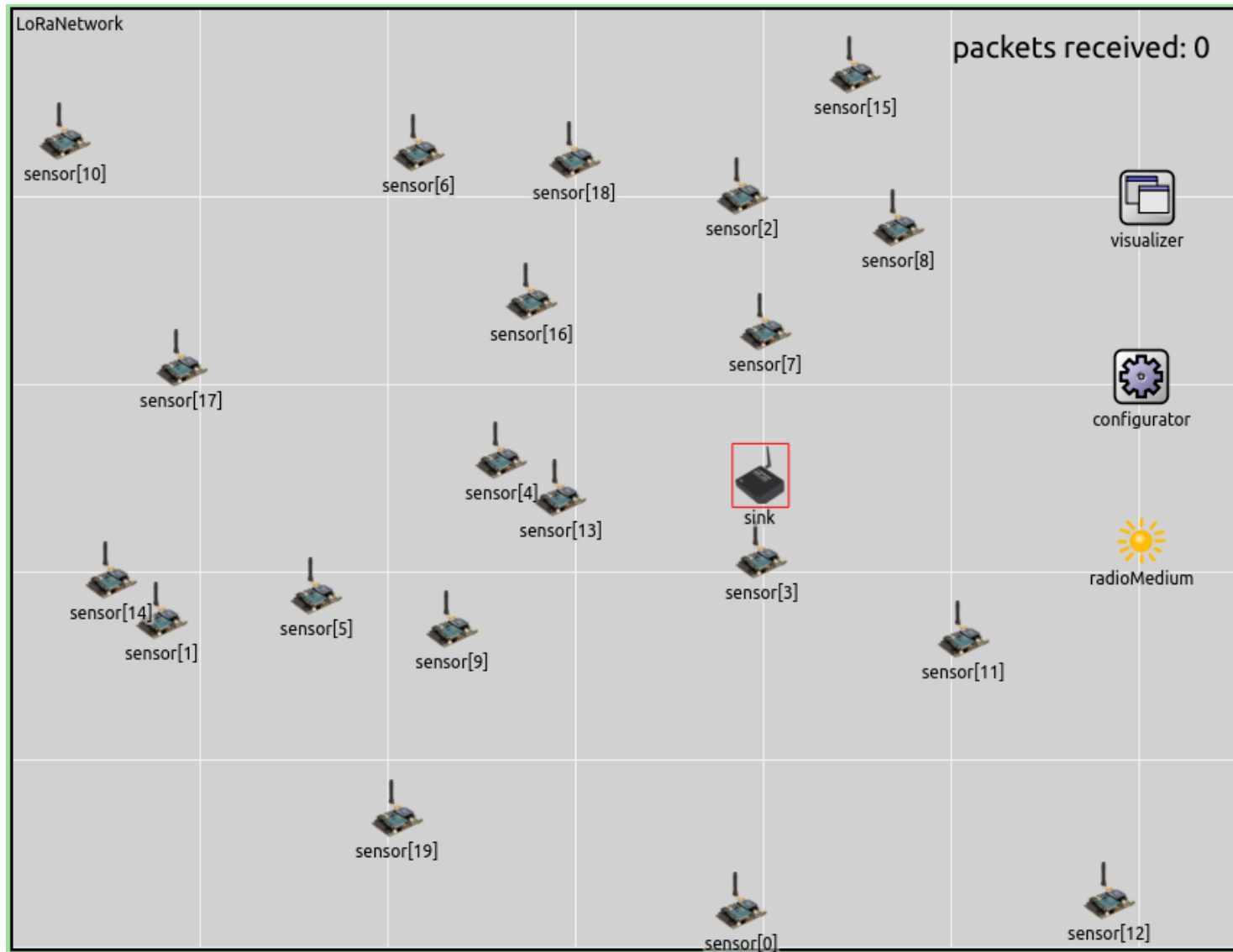
Технология	Частотный диапазон	Емкость полосы пропускания (МГц)	Тип модуляции (UNB/NB/ SS/OFDM/UWB)
5G	GHz, mmWave	<100	OFDM
ANT+	GHz		1 NB
BLE mesh	GHz		1 NB
Dash7	sub-GHz	0.025, 0.200	NB
EC-GSM-IOT	sub-GHz		0.2 NB
EnOcean	sub-GHz		0.0625 NB
Ingenu	sub-GHz and GHz		1 ss
ISAIOI.Ila	GHz		5 ss
LoRa	sub-GHz	0.125, 0.500	ss
LTE-M	sub-GHz and GHz	1.08,1.4	OFDM
MiWi	sub-GHz and GHz	0.040, 0.250	NB
NB-IoT	sub-GHz and GHz		0.18 NB, OFDM
RFID	sub-GHz and GHz		0.2 NB
Sigfox	sub-GHz		0.2 UNB
Telensa	sub-GHz		0.1 NB
Thread	GHz		5 NB
Weigh tless-N	sub-GHz		0.2 UNB
Weightless-P	sub-GHz		0.0125 NB
Weigh tless-W	sub-GHz		5 SS
WirelessHART	GHz		0.25 ss
WiFi802.11af	sub-GHz		8 OFDM
WiFi802.11ah	sub-GHz	1,2,4,8,16	OFDM
WiFi802.11az	GHz, mmWave	20, 40,60,80,160	OFDM
WiFi802.11p (V2X)	GHz		10 OFDM
Wirepas	sub-GHz and GHz	0.126,0.5	NB
WiSUN	sub-GHz and GHz	0.2-1.2	NB, SS and OFDM
ZigBee	sub-GHz and GHz	0.6,1.2, 2	SS
ZigBee-NaN	sub-GHz	0.6,1.2, 2	ss
Z-Wave	sub-GHz		0.2 NB

	LoRa	ZigBee	Wi-SUN	BLE Mesh
PHY Standard	Semtech	IEEE 802.15.4	IEEE 802.15.4g	Bluetooth SIG 5
Frequency	433, 868, 915 Mhz	868, 915 MHz, 2.4 GHz	915 MHz	2.4 GHz
PHY data rate	< 50 Kbps	< 250 Kbps	< 300 Kbps	< 1 Mbps
Message size	< 250 bytes	< 250 bytes	< 250 bytes	< 255 bytes
Battery	Low power	Low power	Low power	Low-medium
Distance	> 500 m	< 200 m	< 500 m	< 200 m

Architecture Stack



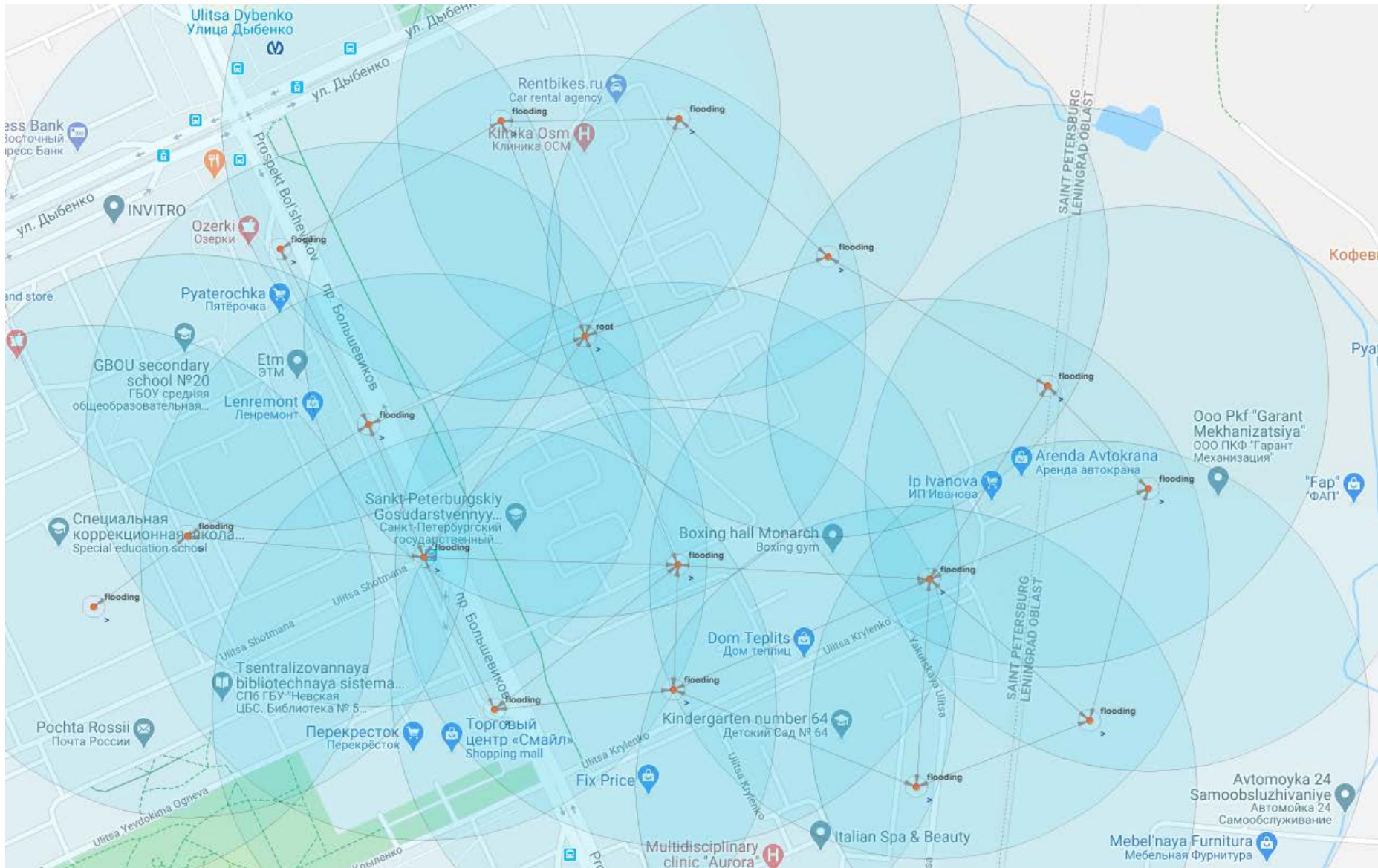
Modeling (OMNET++)



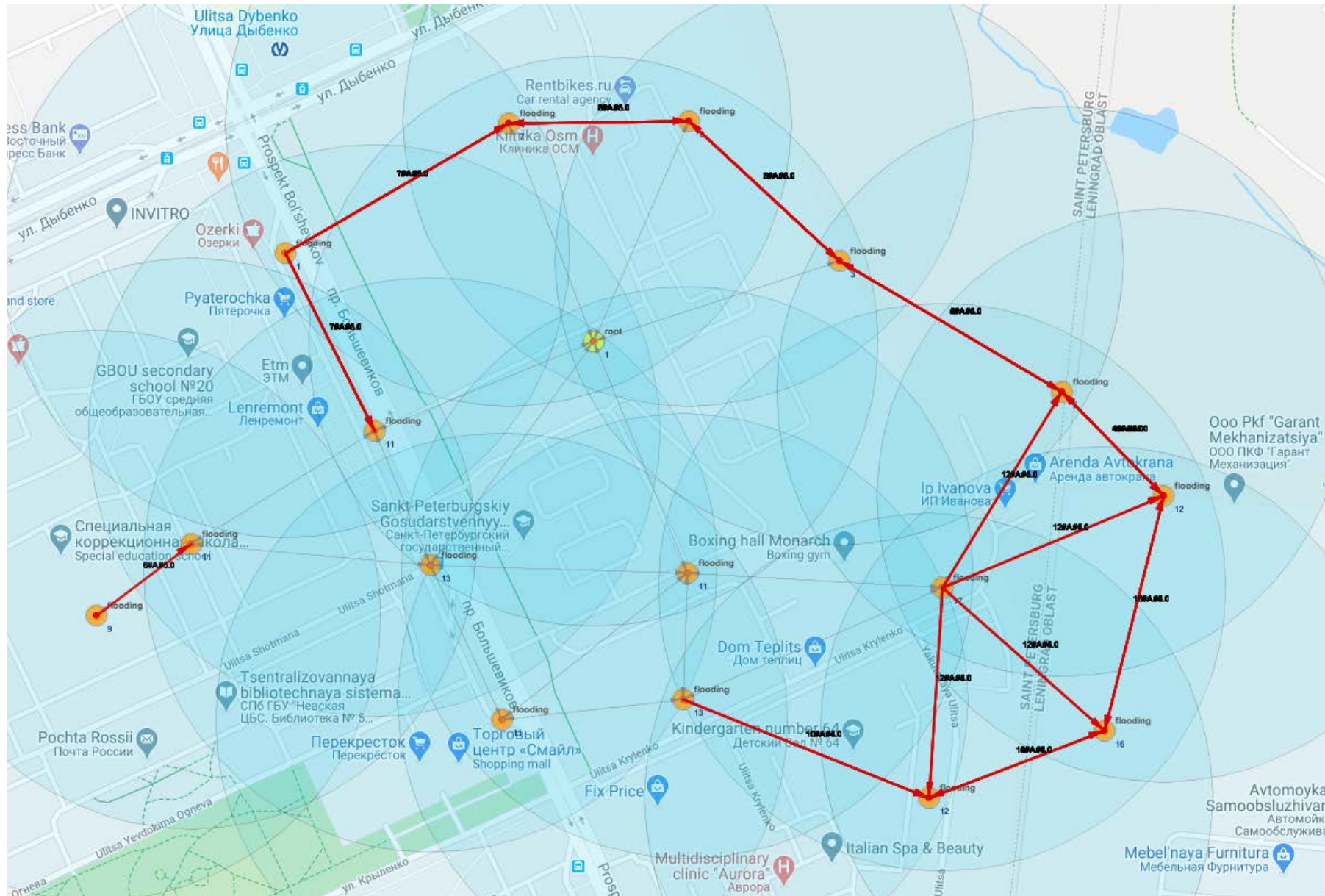
Modeling (OMNET++)



Modeling (CupCarbon)



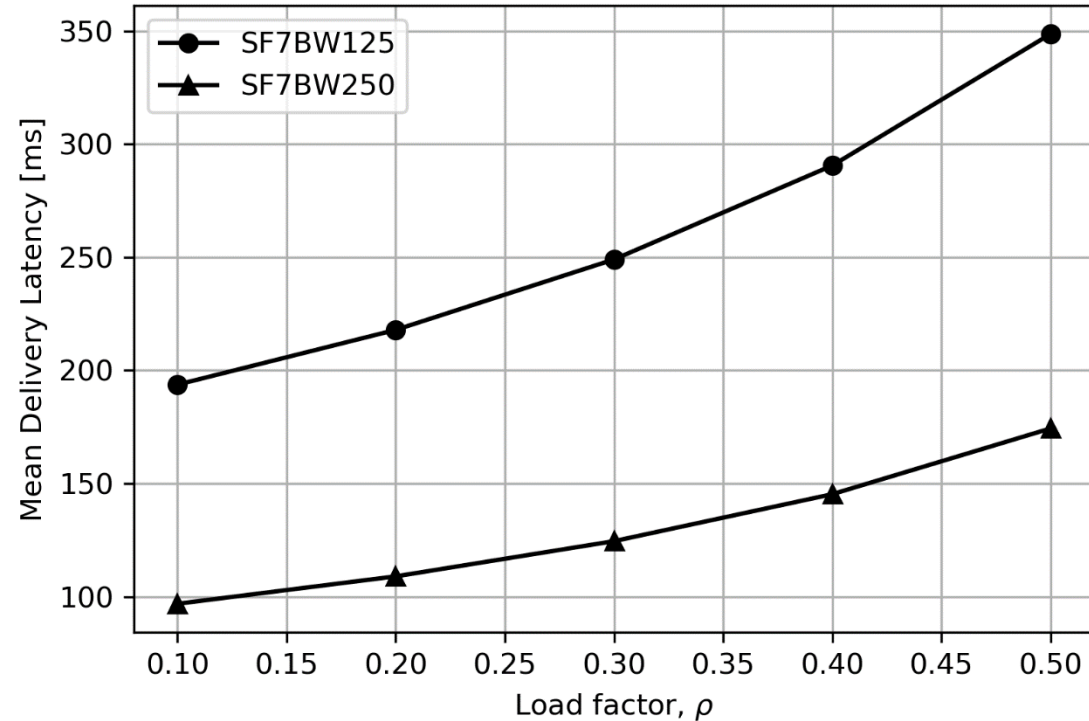
Modeling (CupCarbon)



Influence of the load intensity on the delay

The delay between 2 nodes

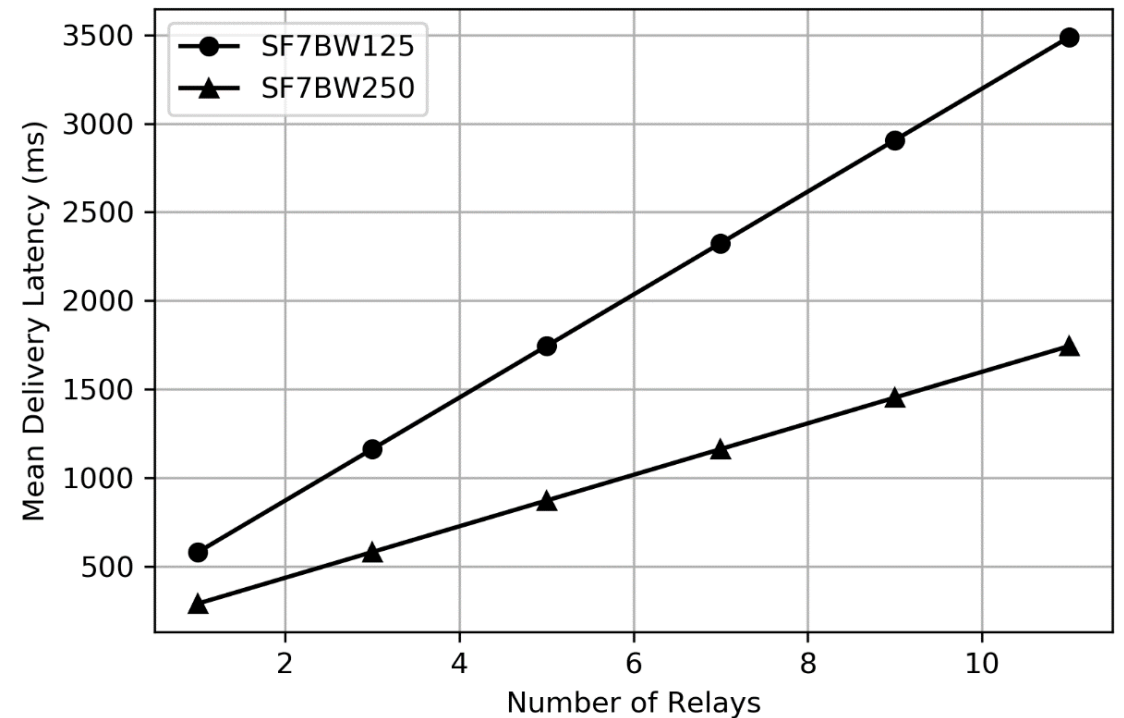
- SF=7
- BW=125, 250 MHz
- Payload = 100 bytes



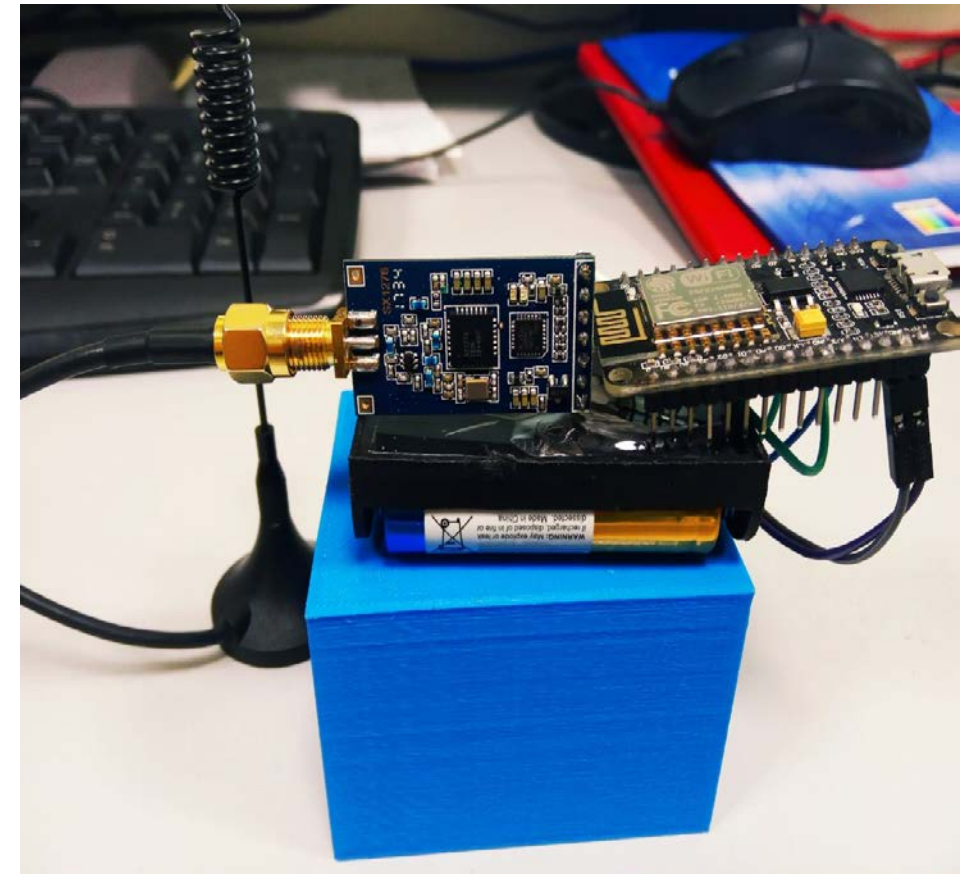
Influence of the number of relays on the delay

Data transmission via several relay nodes

- SF=7
- BW=125, 250 MHz
- load factor = 0.4
- Payload = 100 bytes



Laboratory Stand for Testing WMNs



КОНТАКТЫ

ИНТЕРНЕТ



ВЕЩЕЙ

Руслан Киричѐк

seti.sut.ru – сайт кафедры

iotlab.ru – сайт лаборатории

smartmesh.team – сайт проекта

E-mail: kirichek@sut.ru

<i>SpreadingFactor</i> (RegModulationCfg)	Spreading Factor (Chips / symbol)	LoRa Demodulator SNR
6	64	-5 dB
7	128	-7.5 dB
8	256	-10 dB
9	512	-12.5 dB
10	1024	-15 dB
11	2048	-17.5 dB
12	4096	-20 dB