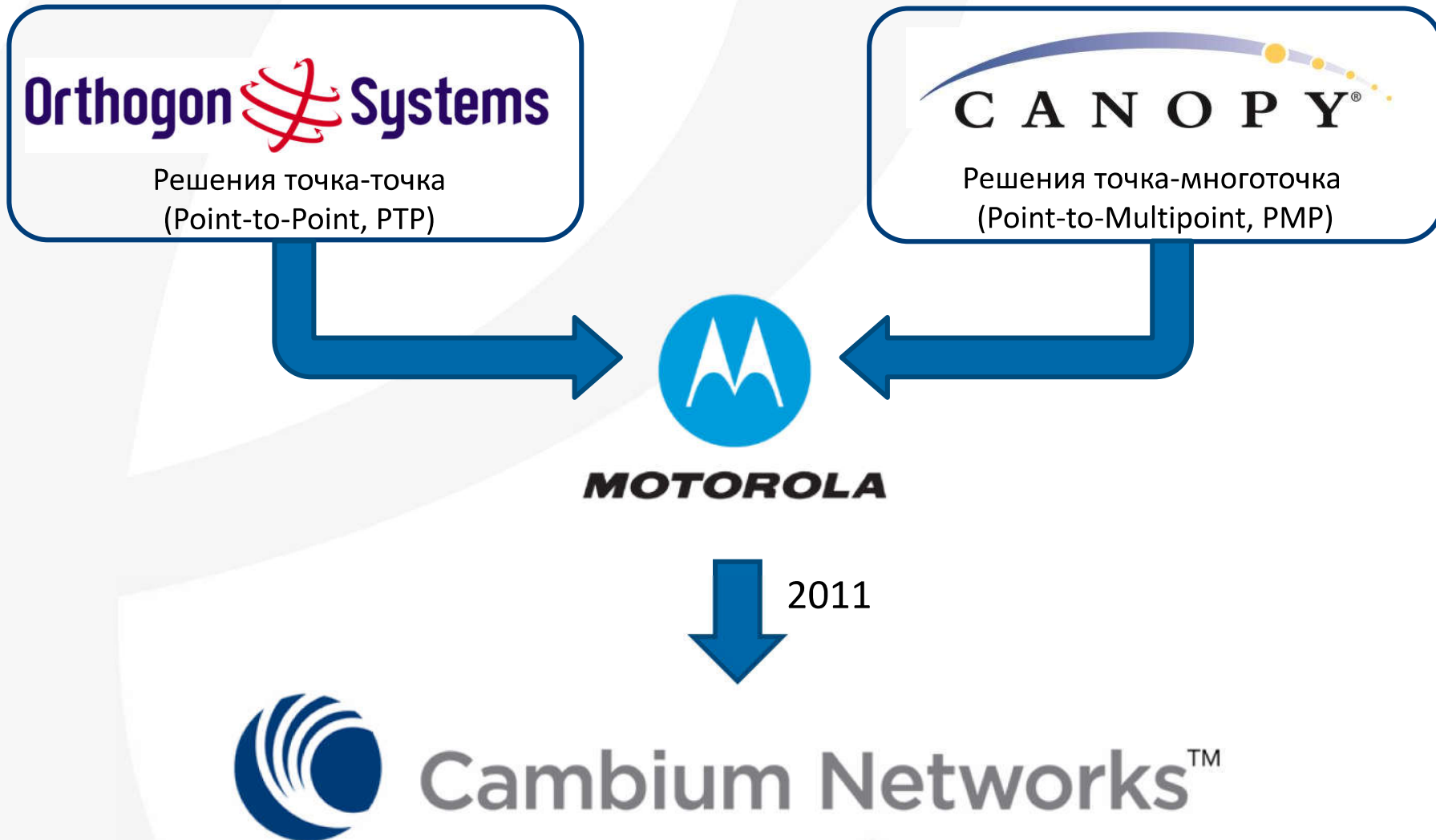


# Знакомство с платформой ePMP1000

**ePMP**<sup>TM</sup>  
BY CAMBIUM NETWORKS

# Краткая история Cambium Networks



# Портфолио Cambium Networks



PTR450, PTR650, PTR8xx

PMP450, PMP450i

ePMP1000

R200, e400, e500



# ePMP1000



# Портфолио 2,4 ГГц



Connectorized  
GPS-synced Radio



Connectorized  
non-synced Radio



Integrated  
non-synced Radio



Force 200 High Gain  
Integrated Radio

NEW



Sector antenna 90°

# Портфолио 5 ГГц

Force 110 High Gain Connectorized Radio

Integrated non-synced Radio

Force 200 High Gain Integrated Radio



Connectorized GPS-synced Radio

Connectorized non-synced Radio

Integrated non-synced Radio Force180

# Force200 (2.4 и 5 ГГц)

- 2402 – 2472 МГц; 4910 - 5970 МГц
- Интегрированная зеркальная антенна  
18 дБи в 2.4 ГГц (17°x17°)  
25 дБи в 5 ГГц (7°x7°)
- Порт Gigabit Ethernet
- Дальность до 40 км
- Скорость до 200 Мбит/с
- Опция – кожух
- Быстрая сборка!



# Force180 (только 5 ГГц)

- Интегрированная антенна 16 дБи. Выигрыш 3 дБ по сравнению со стандартным абонентом (+40% к покрытию)
- Порт Gigabit Ethernet
- Полярность питания не важна, 10...30 В
- Регулируемый кронштейн в комплекте
- Горизонтальный дизайн для сужения главного лепестка в горизонтальной плоскости и повышения пространственной избирательности:
  - Горизонтальная:  $15^{\circ}$  / вертикальная:  $30^{\circ}$





# Аксессуары

## Универсальное абонентское устройство snPilot R200

- Wi-Fi 802.11n
- 2 телефонных порта
- 4 порта Ethernet
- 1 порт USB для сетевого хранилища или принтера
- PoE для ePMP

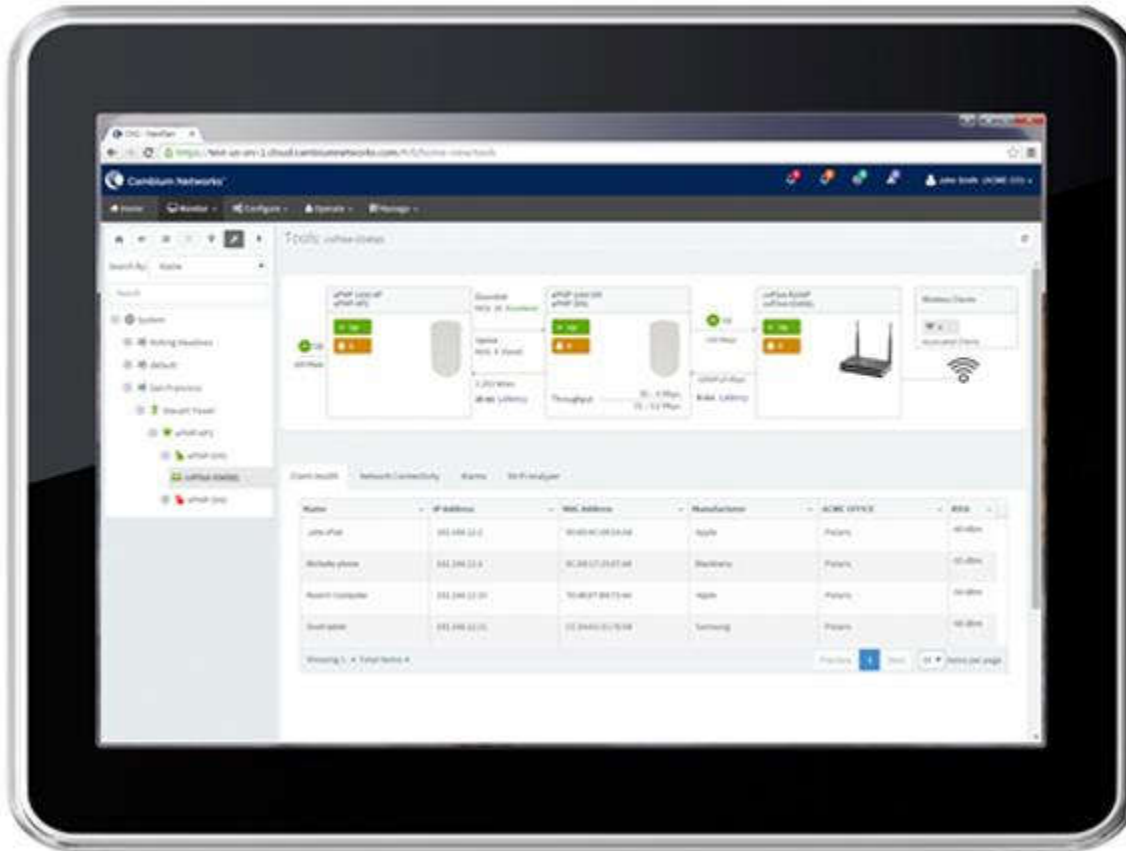


# CNS Server – ПО управления сетью

- Мониторинг
- Обновление встроенного ПО
- Конфигурирование оборудования



# cnMaestro – облачный сервис управления



**cnMaestro™**  
Integrated. Intelligent. Easy.

- Monitor
- Operate
- Configure
- Manage

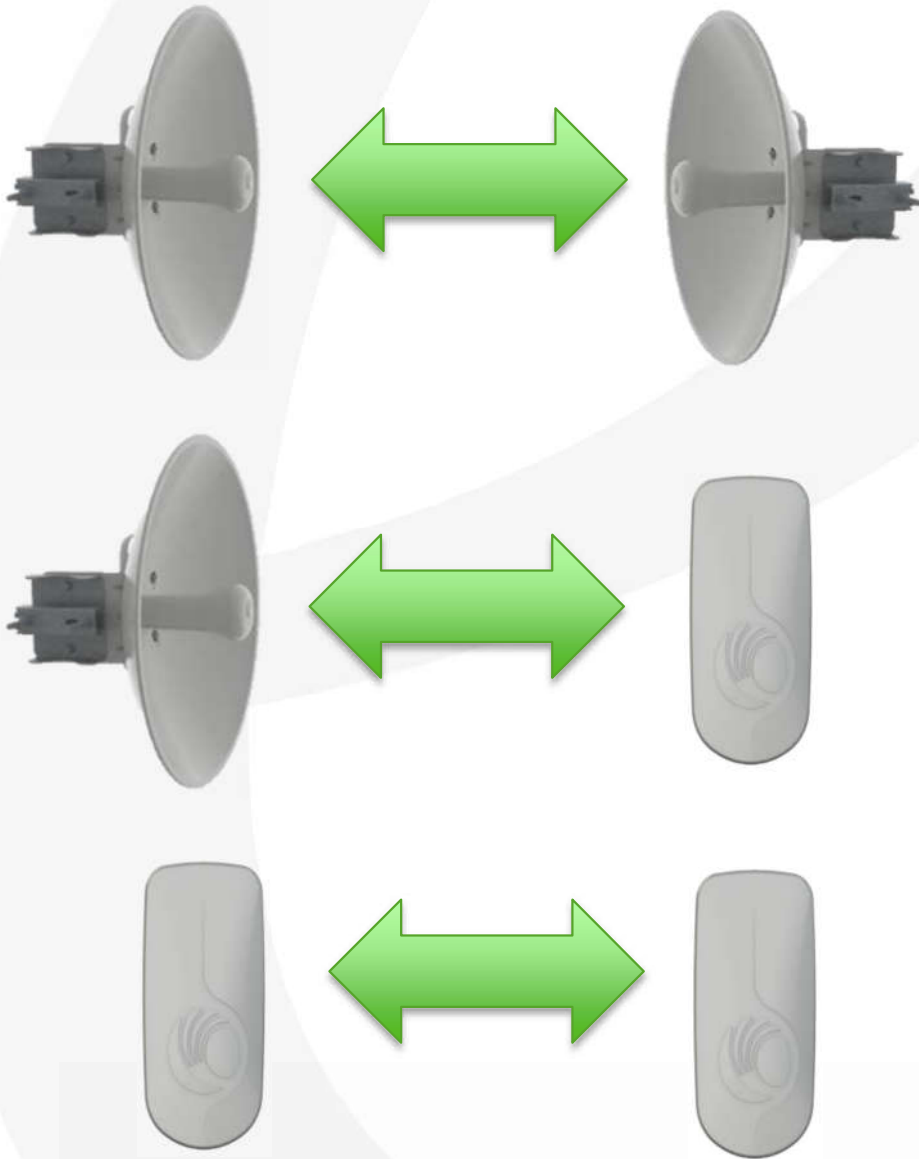
**Your Network**

Посетите [cloud.cambiumnetworks.com](http://cloud.cambiumnetworks.com) для получения дополнительной информации.



# Поддерживаемые конфигурации

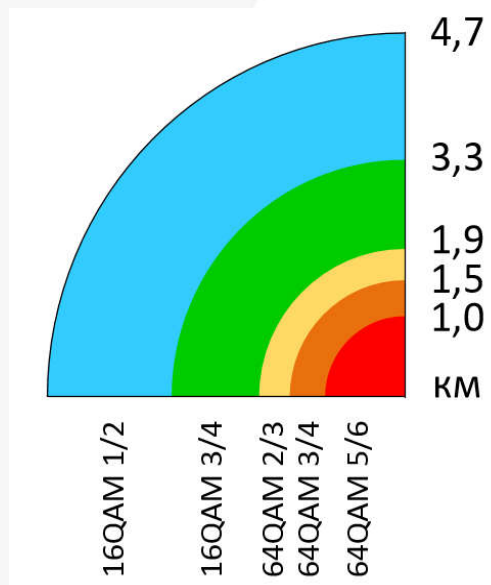
Point-to-point



Point-to-multipoint



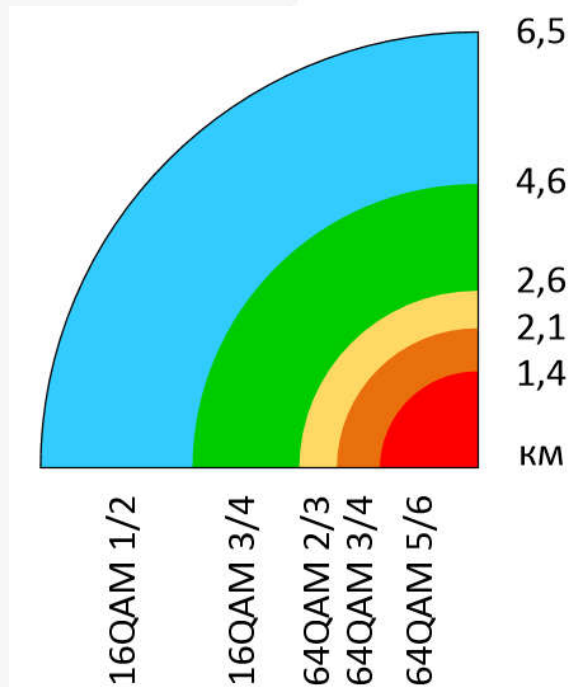
# Стандартный абонент



Модуляция	Пропускная способность сектора при 50 абонентах, Мбит/с
64QAM 5/6 (MCS15)	88.0
64QAM 3/4 (MCS14)	78.0
64QAM 2/3 (MCS13)	70.5
16QAM 3/4 (MCS12)	51.5
16QAM 1/2 (MCS11)	34.5

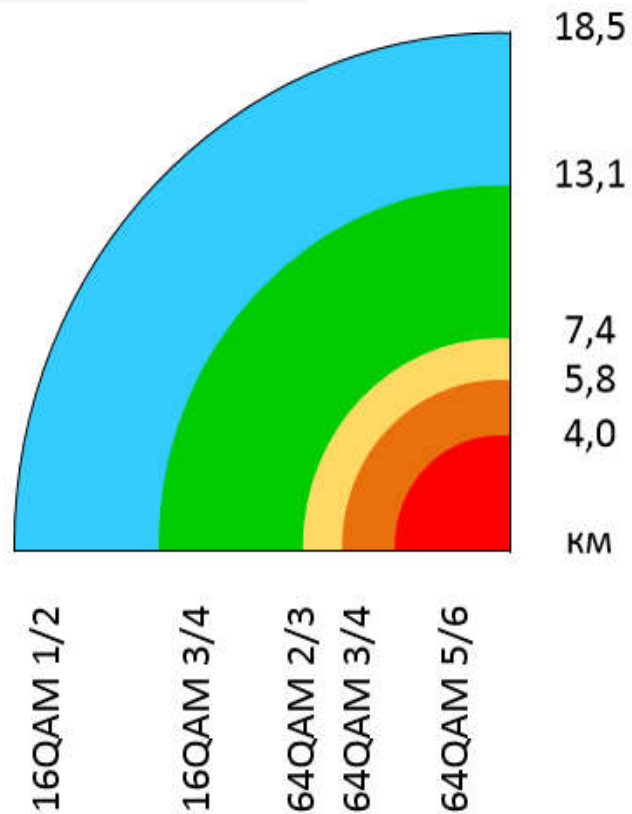


# Абонент Force180



Модуляция	Пропускная способность сектора при 50 абонентах, Мбит/с
64QAM 5/6 (MCS15)	88.0
64QAM 3/4 (MCS14)	78.0
64QAM 2/3 (MCS13)	70.5
16QAM 3/4 (MCS12)	51.5
16QAM 1/2 (MCS11)	34.5

# Абонент Force110/200



Модуляция	Пропускная способность сектора при 50 абонентах, Мбит/с
64QAM 5/6 (MCS15)	88.0
64QAM 3/4 (MCS14)	78.0
64QAM 2/3 (MCS13)	70.5
16QAM 3/4 (MCS12)	51.5
16QAM 1/2 (MCS11)	34.5



# Основные спецификации

Parameter	Specification																		
Frequency Bands	5 GHz: 5150 – 5970 MHz* 2.4 GHz: 2402 – 2472 MHz																		
Headline Throughput (40 MHz Channel)	200+ Mbps																		
Maximum # SMs	120																		
Maximum Tx Power	5 GHz – Global: 30 dBm (5.8 - 5.4), 27 dBm (5.2 - 5.1 GHz)* 5 GHz – FCC: 23 dBm (5.8), 14 dBm (5.4-5.2), 20 dBm (5.1) 2.4 GHz: 30 dBm*																		
Power Consumption	8.5 W Maximum																		
Environmental	-30C to +60C Operating Temp																		
Antenna Gains	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th><u>5 GHz</u></th> <th><u>2.4 GHz</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Integrated:</td> <td>13 dBi</td> <td>12 dBi</td> </tr> <tr> <td>Integrated + Ref</td> <td>19 dBi</td> <td>19 dBi</td> </tr> <tr> <td>ePMP Force</td> <td>25 dBi</td> <td></td> </tr> <tr> <td>90 deg Sector:</td> <td>15 dBi</td> <td>15 dBi</td> </tr> <tr> <td>120 deg Sector:</td> <td>14 dBi</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		<u>5 GHz</u>	<u>2.4 GHz</u>	Integrated:	13 dBi	12 dBi	Integrated + Ref	19 dBi	19 dBi	ePMP Force	25 dBi		90 deg Sector:	15 dBi	15 dBi	120 deg Sector:	14 dBi	
	<u>5 GHz</u>	<u>2.4 GHz</u>																	
Integrated:	13 dBi	12 dBi																	
Integrated + Ref	19 dBi	19 dBi																	
ePMP Force	25 dBi																		
90 deg Sector:	15 dBi	15 dBi																	
120 deg Sector:	14 dBi																		



---

---

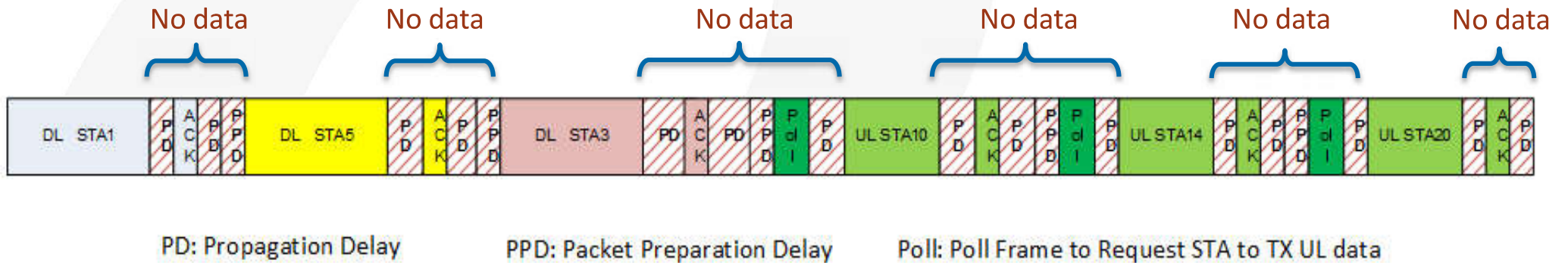
# Преимущества eRMR

---

---

# **TDD/TDMA с поддержкой синхронизации**

# Как это работает у конкурентов...



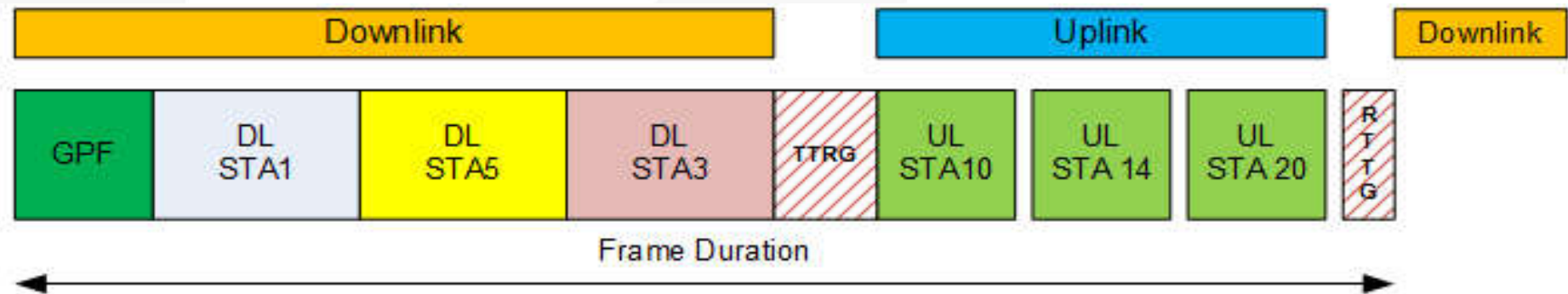
- Задержка распространения сигнала (PD) присуща каждой передаче, квитанциям ACK/NACK и повторным передачам в DL и UL.
- PD присутствует три раза для каждой передачи (Poll, data, ACK)

## Чем мне это грозит?

- Индивидуальные задержки ведут к снижению общего канального времени, доступного для передачи данных.
- С ростом количества абонентов задержка растет в арифметической прогрессии, что существенно снижает пропускную способность.
- «Глухой» абонент может нарушить работу механизма CCA, вызвать повторные передачи и увеличить задержку для всего сектора.

# Как это работает у нас

- Данные для/от всех абонентов плотно «упакованы» в UL & DL
- Задержка распространения до всех станций компенсируется защитным интервалом – TTRG



Широковещательное сообщение – расписание многим SM

Данные, квитанции, повторные передачи выстраиваются по расписанию и передаются вплотную друг к другу.

- Более эффективное использование доступной емкости канала
- Возможность наращивания числа абонентов без ущерба канальной емкости
- Сохранение стабильности даже в условиях помех

# Как на счет внутрисистемных помех?

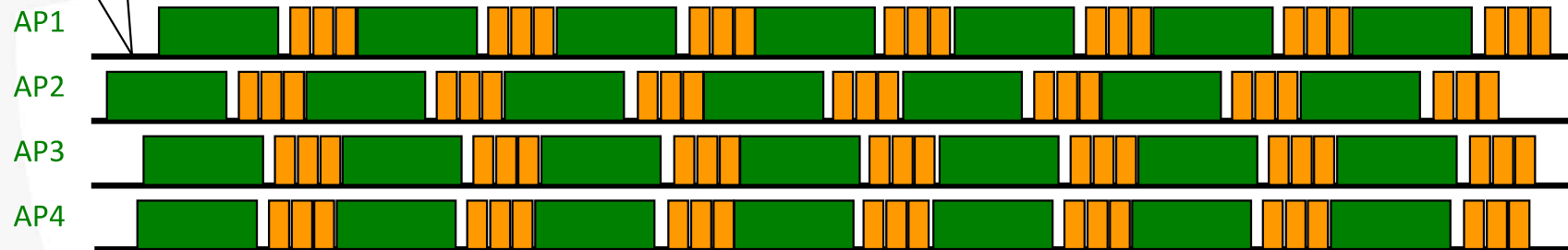
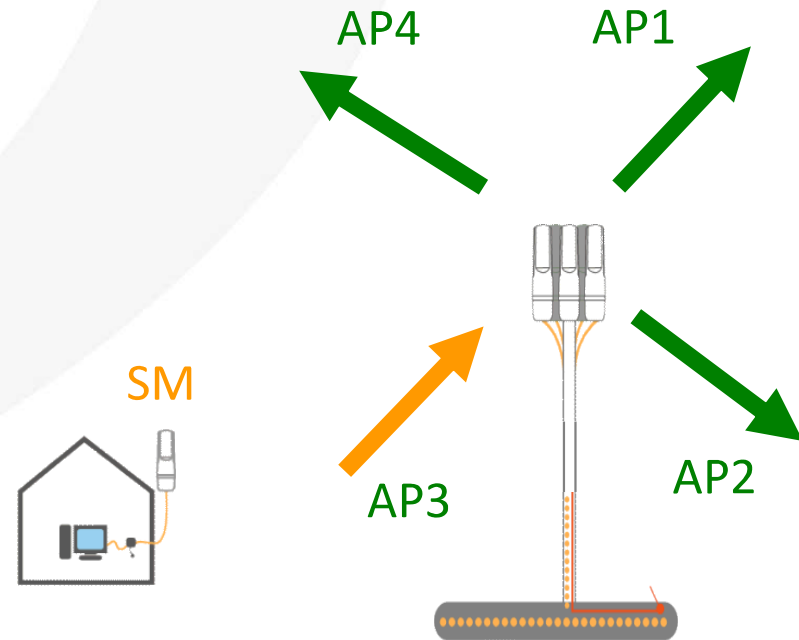
- Оборудование eRMP1000 способно синхронизировать соседние сектора между собой по сигналам GPS/Глонасс
- Синхронизация возможно от встроенного приемника (модули с GPS-Sync), либо от внешних синхронизирующих устройств (СММ)



- Синхронизация позволяет: а) снизить до минимума защитный интервал между смежными секторами (до 5 МГц); б) повторно использовать частоту в секторах «спина к спине»

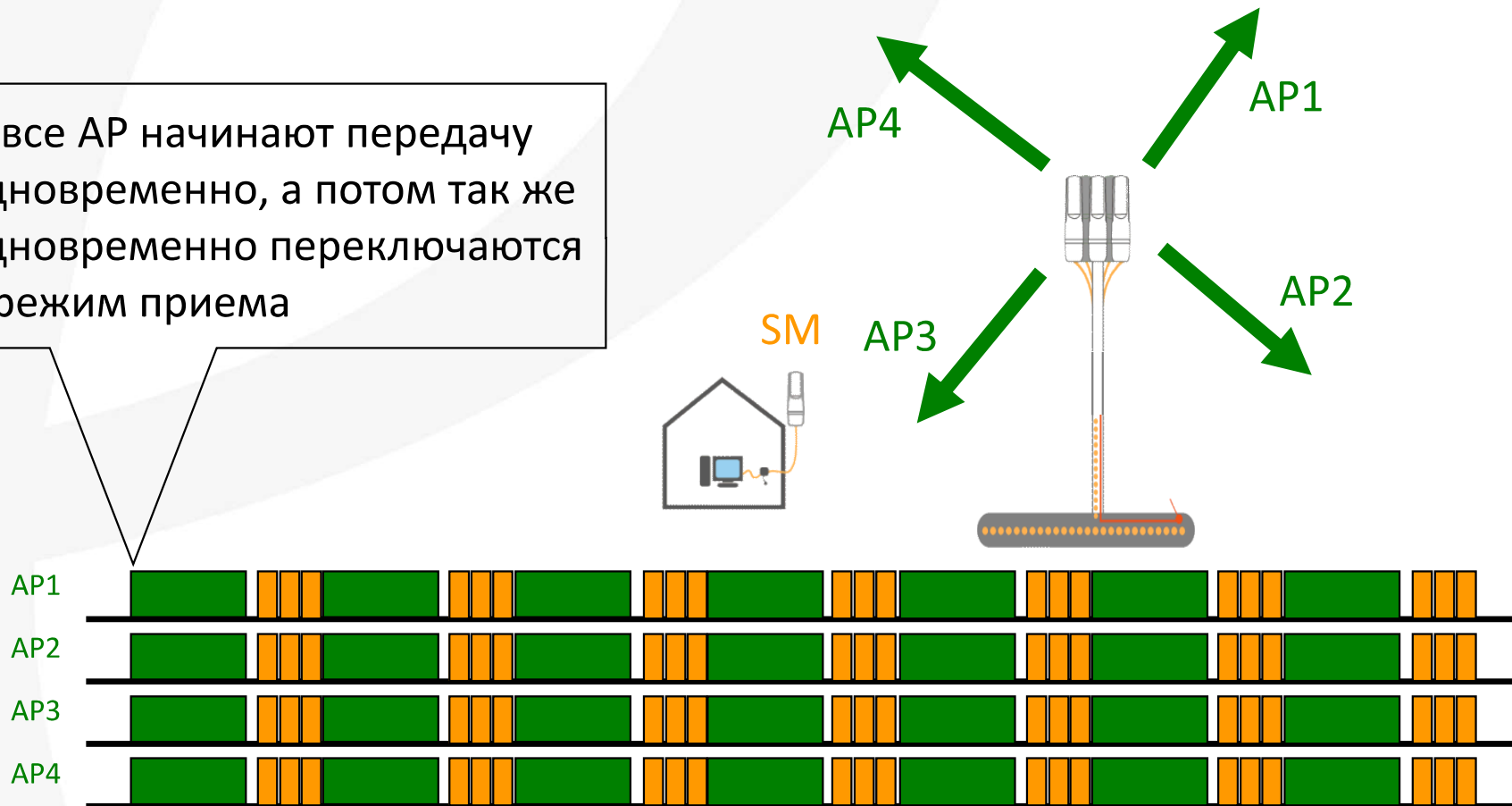
# В сетях без синхронизации...

... каждая AP начинает передачу независимо от других



# В сетях с синхронизацией...

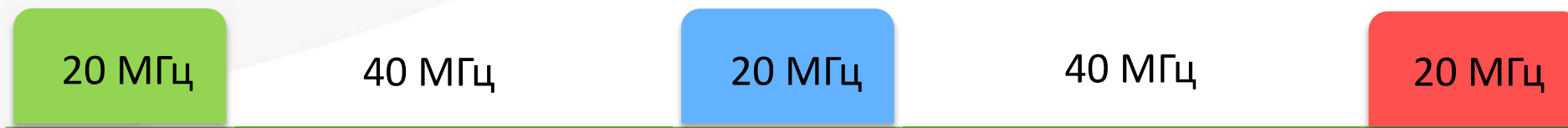
... все AP начинают передачу одновременно, а потом так же одновременно переключаются в режим приема



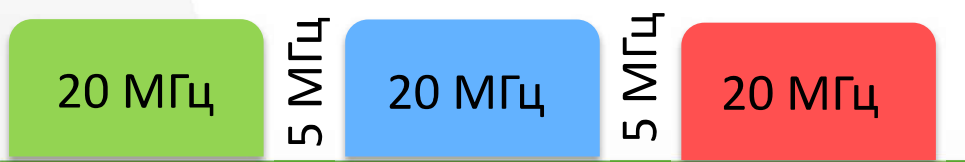
# eRMR экономит частотный ресурс



Сети конкурентов:

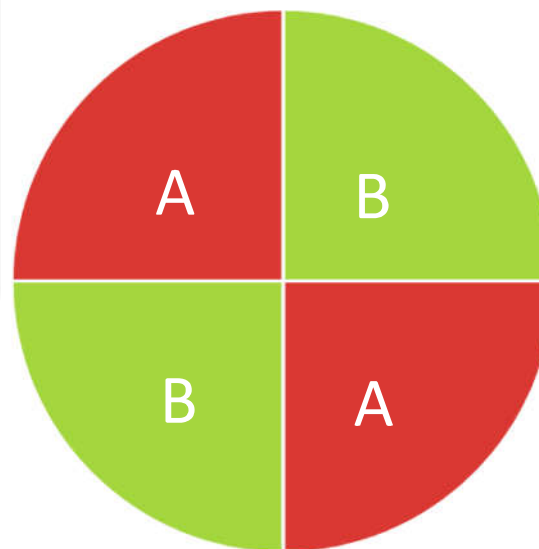
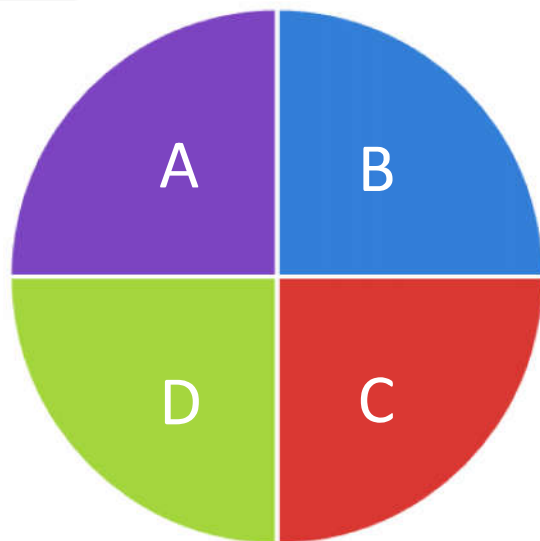


Сети eRMR:





# ...вплоть до повторения частот на БС



Сети конкурентов:

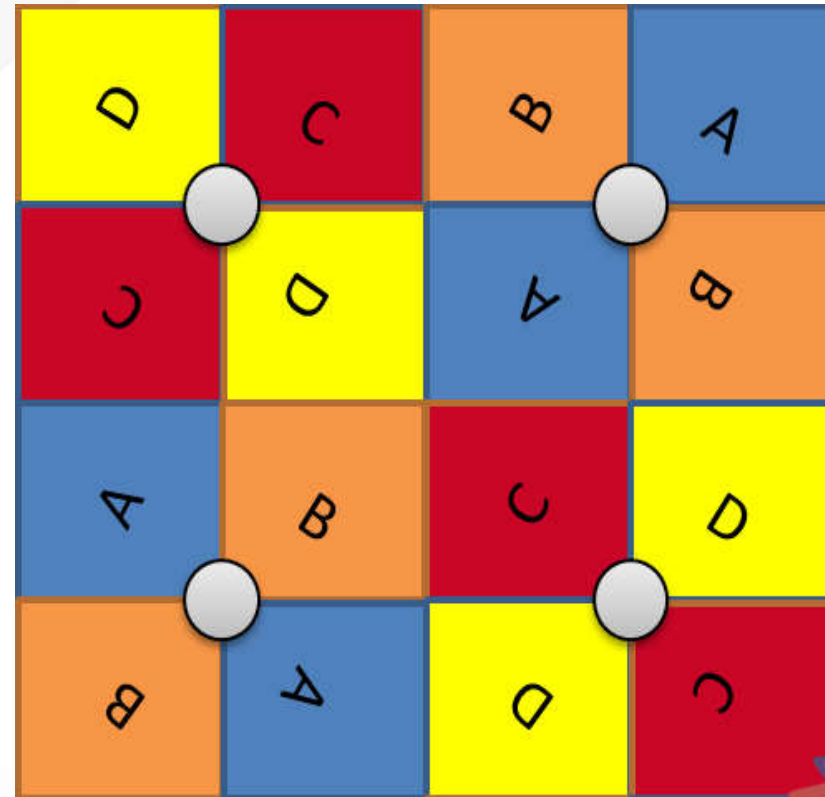
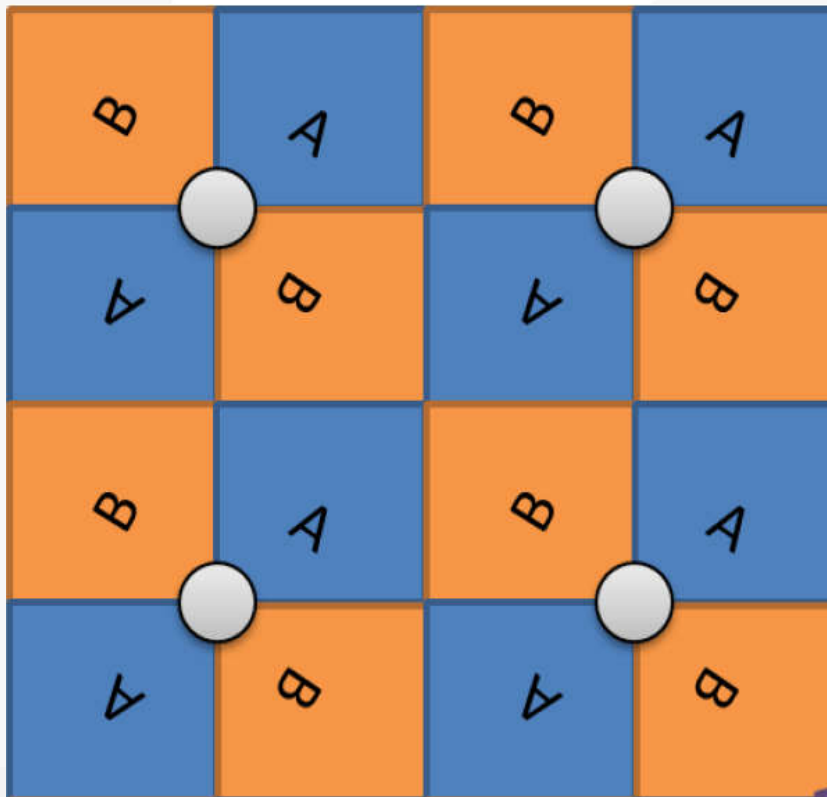


Сети ePMР:



## ...и в пределах сети

- В eRMR возможно добавлять новые базовые станции с повторным использованием частот.
- В зависимости от плотности размещения БС рекомендуется одна из схем:

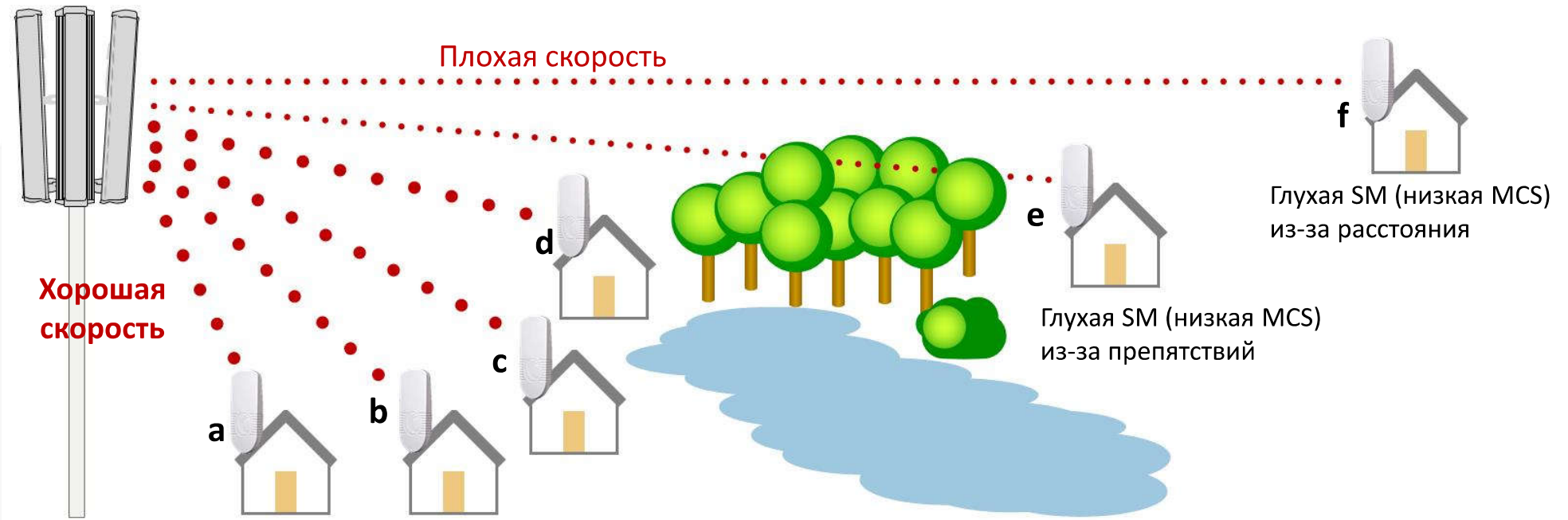


---

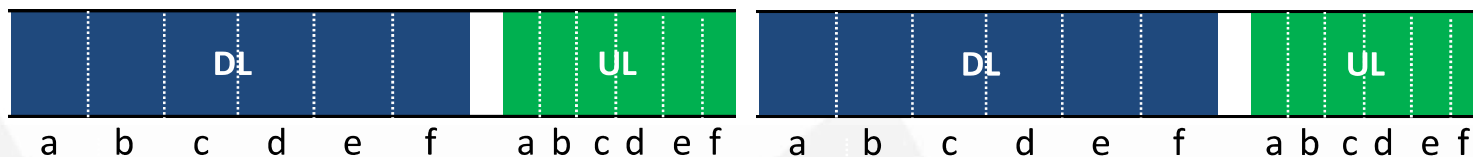
---

# Адаптивный планировщик с контролем времени владения средой (Air fairness)

# Справедливость по времени



- Наш справедливый планировщик предотвращает снижение емкости сектора при появлении «глухих» станций
- «Глухая» SM может появиться из-за большого расстояния, помех или препятствий
- Распределение ресурсов ведется основываясь на времени, а не пропускной способности



---

---

# Приоритезация трафика и поддержка услуг Triple-Play

# Данные + голос + видео

- Поддержка трех уровней приоритета (Voice, High, Low) на основе VLAN ID, DSCP, TOS, EtherType, MAC, IP
- Поддержка дополнительной приоритезации абонентского модуля
- Возможность шейпинга трафика на абонентских модулях (поддержание разных тарифов в пределах одного сектора)
- Поддержка IPTV на основе юникаста и мультикаста. Поддержка IGMP Snooping, MVR

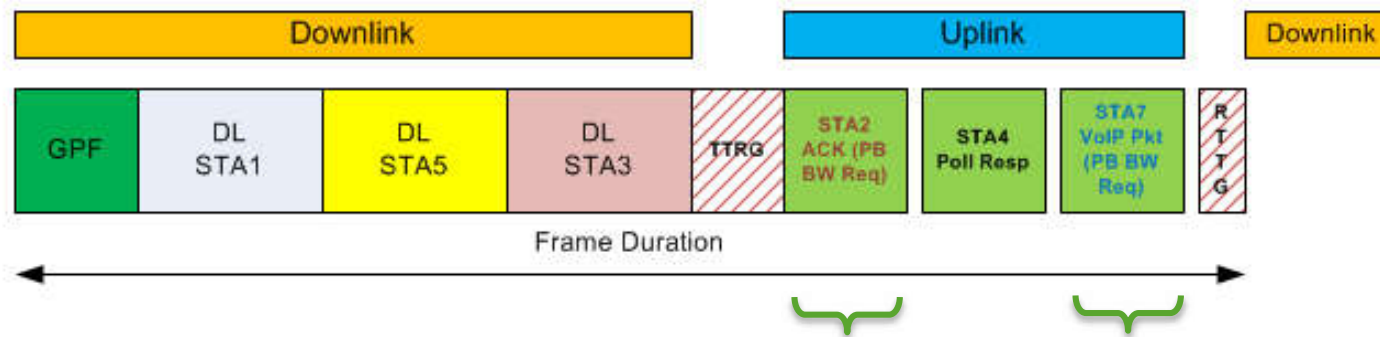
# Приоритезация и очереди

- У eRMP есть три очереди в радиоканале:
  - VoIP priority (только для пакетов меньше 220 Байт)
  - High priority
  - Low priority
- Когда пакет имеет классифицирующий признак, он направляется в назначенную очередь:
  - Признаки L2: VLAN ID, CoS, EtherType, MAC address
  - Признаки L3: IP address, DSCP
- Отдельно трафик Broadcast/Multicast может быть обслужен как High или Low Priority
- Когда радиоканал перегружен пакетами, и они начинают отбрасываться, планировщик старается сохранить VoIP & High пакеты за счет отбрасывания Low Priority
- Приоритезация работает в обоих направлениях: DL & UL
- Дополнительно можно назначить приоритет абонентскому модулю: Normal, High, Low

# Внимание на голос

eRMP использует следующие механизмы по доставке голоса:

- Приоритезация голосового трафика в DL/UL
- Более частое выделение слотов для SM, обслуживающих голос
- Способность SM запрашивать сервис заодно с передачей основного трафика



SM может передать пакет данных или голоса, а заодно запросить сервис для передачи следующего голосового пакета. Это позволяет AP предоставить сервис такой SM быстрее.



# Мультикаст в радиоканале

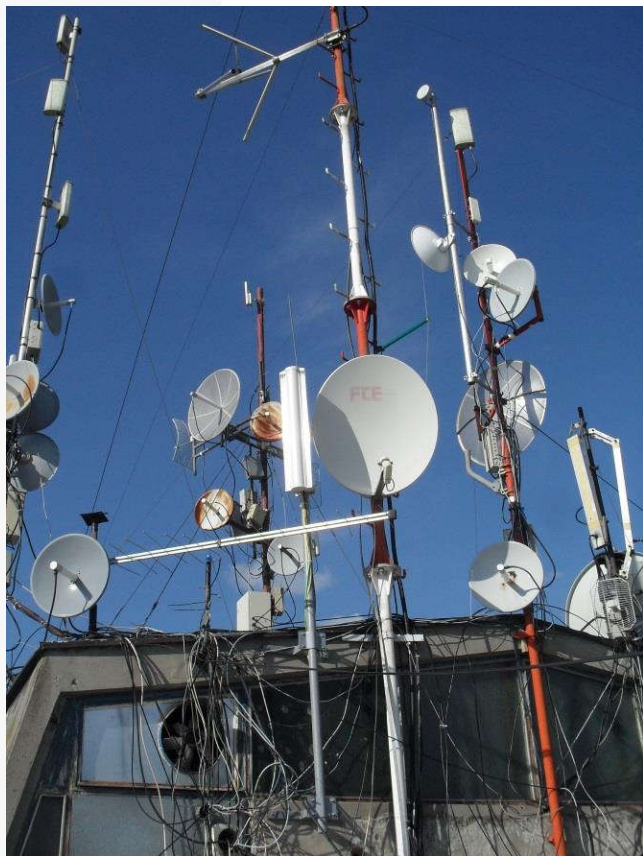
- Мультикаст-трафик не имеет механизма квитирования, поэтому инфраструктура не в курсе, доставлен пакет или нет
- Разные SM, абоненты которых смотрят один и тот же ТВ-канал, часто работают в разных условиях радиовидимости (дистанция до БС, помехи, препятствия), что означает различные модуляции и интенсивность битовых ошибок.
- Поэтому подход «один к многим» не подходит для радио, потому что нет гарантии надежной доставки пакета всем участникам мультикаст-группы
- Наш метод передачи – Reliable Multicast, что означает конвертацию мультикаст в юникаст с использованием механизма IGMP snooping
- Преимущества:
  - Квитанции в радиоканале
  - Возможность повторной передачи для конкретного абонента
  - Передача на высшей возможной модуляции для каждой SM

---

---

# Большая емкость сектора

# На что влияет масштабируемость?

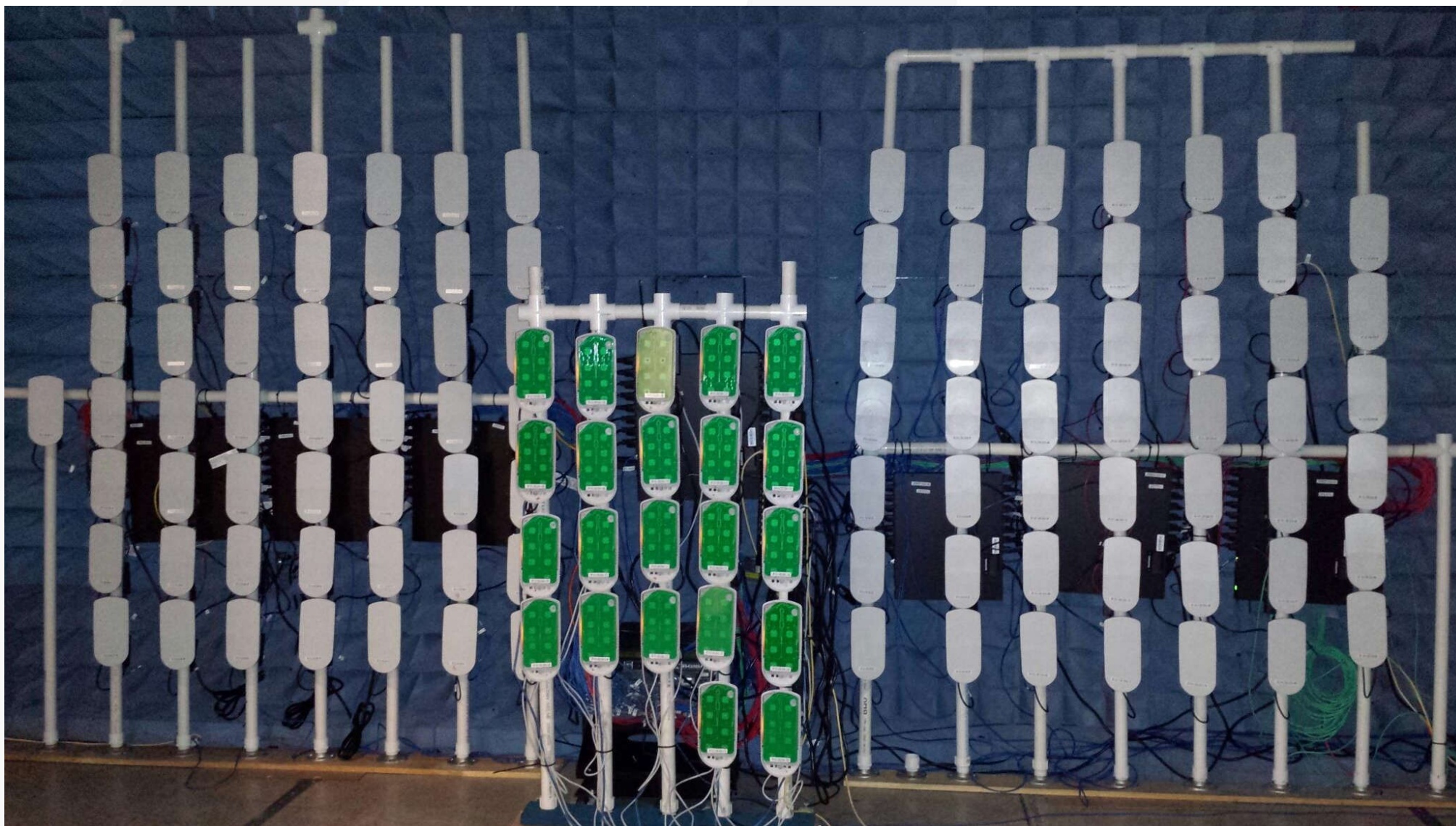


Базовая станция  
на конкурирующей  
платформе



Базовая станция  
eRRM

# 120 абонентов на сектор!



# 106 SM

Quick Search...

- Home
- Quick Start
- Configuration
- Monitor
- Tools

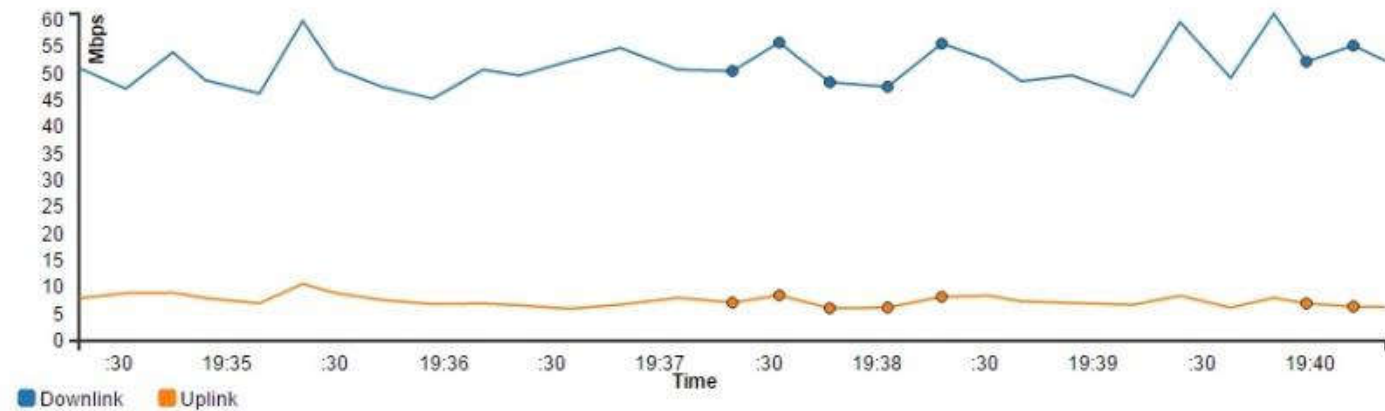
## System Summary

Device Name	Cambium
AP SSID	
Operating Frequency	5865 MHz
Operating Channel Bandwidth	20 MHz
Transmitter Output Power	23 dBm
Antenna Gain	0 dBi
Country	Other
Downlink/Uplink Frame Ratio	Flexible
Wireless Security	Open
Ethernet Interface	1000Mbps/Full
Wireless Interface	Up

Wireless MAC Address	-
Ethernet MAC Address	
IP Address	10.3.254.4
Date and Time	04 Jan 1970, 19:40:32 GMT
System Uptime	3 days, 19 hours
System Description	--
Device Coordinates	--
DFS Status	Not Available
Registered Subscriber Modules	106

**106 абонентов/сектор!**

Average Wireless Throughput



# 117 SM

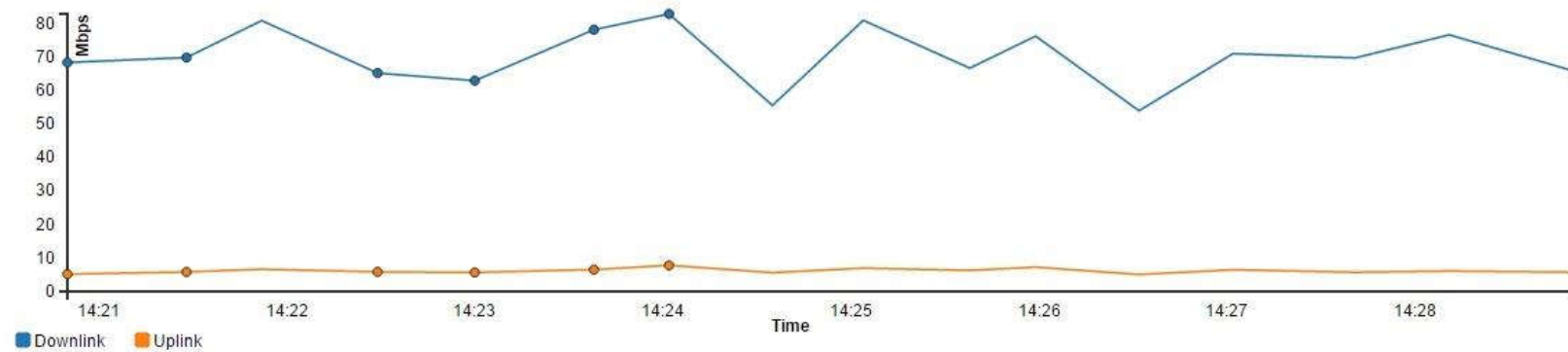
## System Summary

Device Name	Cambium
AP SSID	---
Operating Frequency	5855 MHz
Operating Channel Bandwidth	40 MHz
Transmitter Output Power	23 dBm
Antenna Gain	0 dBi
Country	Other
Downlink/Uplink Frame Ratio	Flexible
Wireless Security	Open
Ethernet Interface	1000Mbps/Full
Wireless Interface	Up

Wireless MAC Address	00:04:56:00:00:00
Ethernet MAC Address	00:00:00:00:00:00
IP Address	10.3.254.4
Date and Time	03 Jan 1970, 14:29:07 GMT
System Uptime	2 days, 14 hours
System Description	--
Device Coordinates	--
DFS Status	Not Available
Registered Subscriber Modules	117

**117 абонентов/сектор!**

Average Wireless Throughput

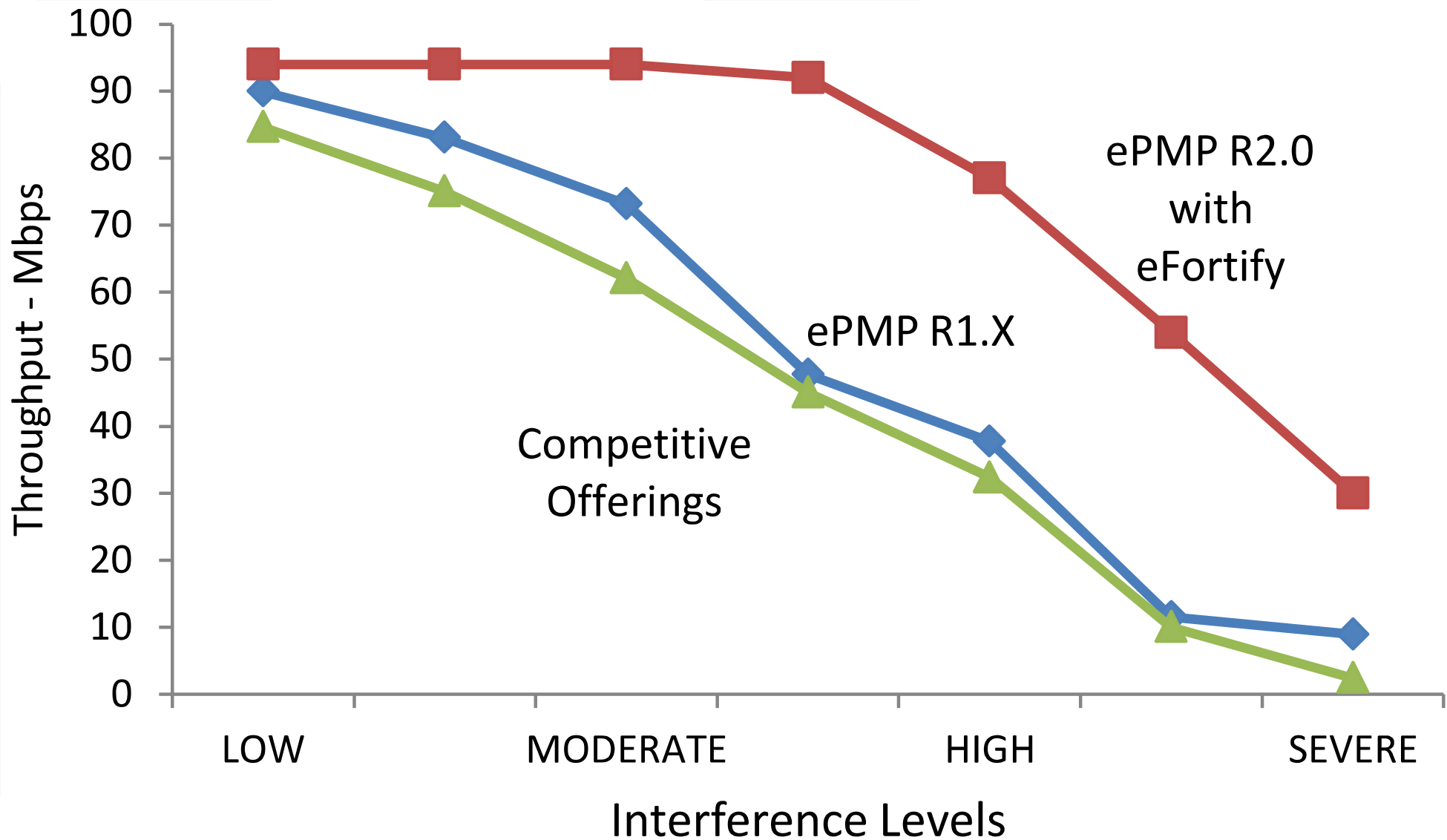


---

---

# Работа в условиях помех

# eFortify – комплекс мер, направленный на повышение пропускной способности в условиях помех





# Outdoor Interference Testing: ePMP vs UBNT

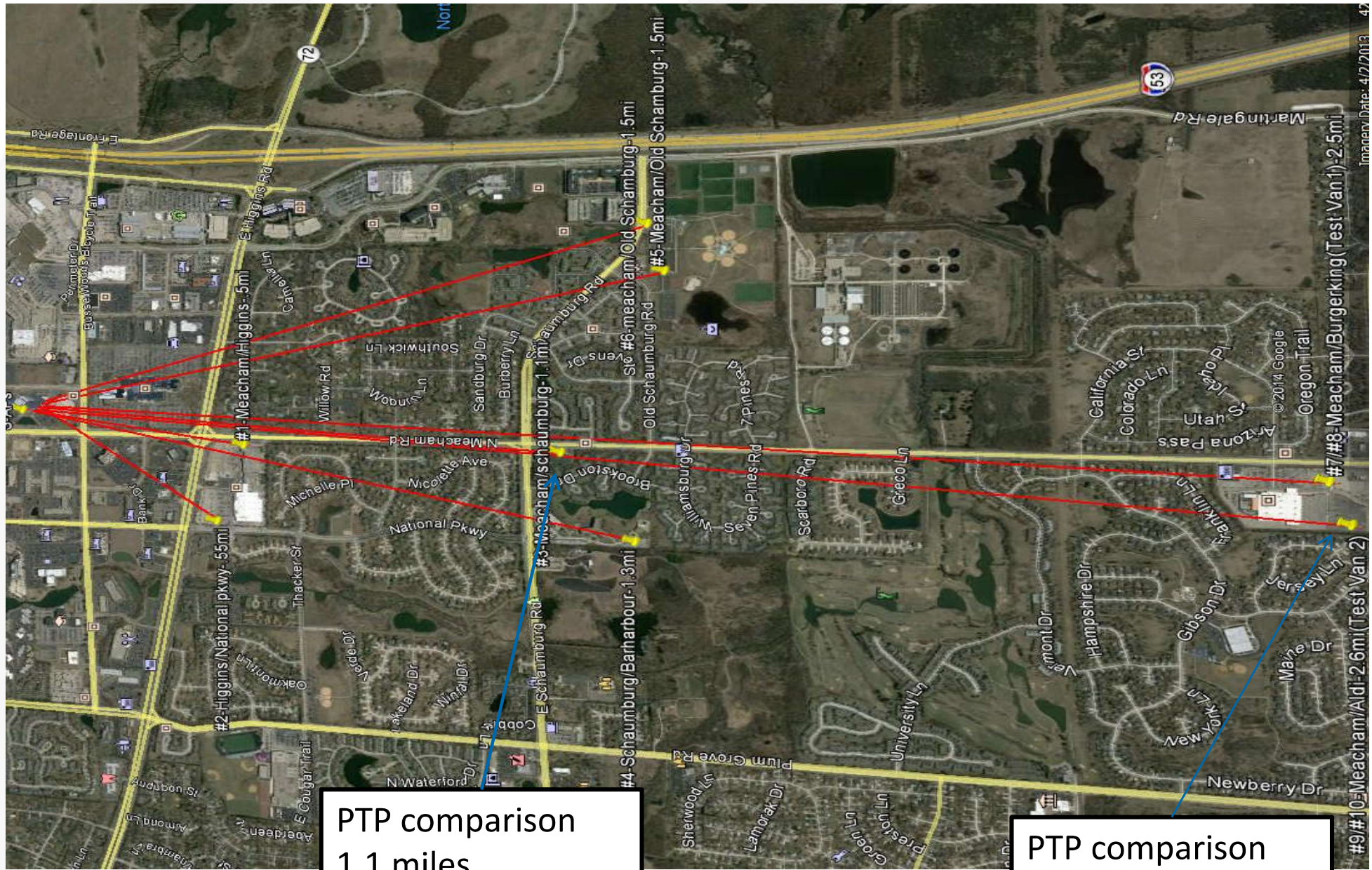
- Head to Head testing of ePMP vrs UBNT
  - PTP (1 SM) and PMP (10 SM) Testing
  - Varying Interference Levels

- ePMP:
  - GPS Sync AP + 15 dBi Sector 90
  - 10 Integrated SM
  - Flexible Frame Ratio Mode

- UBNT:
  - Titanium AP + “19 dBi” Sector 90
  - 10 NanoStation M5
  - airMax Mode



# Outdoor Testing – SM Locations



# Measured Interference Levels

Location	CH = 5660 MHz	CH = 5735 MHz
AP – Zurich Tower	Avg = -90 , peak = -82	Avg = -77 , peak = -67
SM Locations	Avg = -75 to -90 Peak = -67 to -80	Avg = -65 to -80 Peak = -60 to -72

Moderate Interference

High Interference

~10 to 15 dB Higher

# Point to Point Testing

- Low Interference SM location:
  - UBNT and ePMP have good comparable results

Distance	Speed Test Results (Mbps)			
	Ubiquiti		ePMP	
	DL	UL	DL	UL
1.1 miles	61.67	17.03	54.47	26.33
	61.71	13.80	52.53	36.10
	68.22	14.74	51.99	33.31
2.6 miles	0.08	0.2	44.83	36.26
	0.5	0.4	42.00	32.69
	0.8	0.7	46.16	36.57

- High Interference SM location:
  - UBNT throughput near zero – **double negative** impact of interference & retransmit collisions
  - ePMP throughput is excellent

# PMP Testing – Case #1 Moderate Interference

- CH=5660 MHz (DFS Band)

Distance	Speed Test Results (Mbps)			
	Ubiquiti		ePMP	
	DL	UL	DL	UL
0.5 miles	9.98	6.61	10.11	21.09
0.55 miles	0.26	0.2	13.56	24.94
1.1 miles	1.3	22.09	8.04	22.2
1.3 miles	1.29	43.18	12.53	17.2
1.5 miles	0.08	0.11	8.57	15.67
2.6 miles	0.11	0.23	7.12	22.71
2.6 miles	0.08	0.26	7.2	13.03

Average

6.1

14.6

- ePMP had superior throughput in all cases except one
- ePMP Average tput >2X UBNT Average tput

\* Only 7 locations testing due to UBNT equipment restrictions



# PMP Testing – Case #2 High Interference

- CH=5735 MHz

Distance	Speed Test Results (Mbps)			
	Ubiquiti		ePMP	
	DL	UL	DL	UL
0.5 miles	1.24	1.29	6.99	16.03
0.55 miles	0.06	0.14	10.5	30.95
1.1 miles	1.34	0.57	6.62	10.98
1.3 miles	0.27	1.73	5.66	5.91
1.3 miles	0.27	1.5	6.09	10.19
1.5 miles	0.06	0.02	6.49	16.33
2.5 miles	6.18	0.29	6.18	10.61
2.5 miles	0.05	0.02	5.84	9.7
2.6 miles	0.1	0.02	4.36	6.12
2.6 miles	0.09	0.04	4.14	5.72

Average

0.8

9.3

- ePMP tput reduced, but much higher than UBNT in all cases
- ePMP Average tput > 10X UBNT Average tput