


Результаты испытаний оборудования Cambium ePMP Force 425

при опытной эксплуатации беспроводного канала связи

в поселок на дальности 9 км.

Force 400 серии является новым поколением оборудования ШБД на базе новейшего стандарта 802.11ax (Wi-Fi 6) для построения каналов точка-точка в диапазоне частот 5 ГГц.

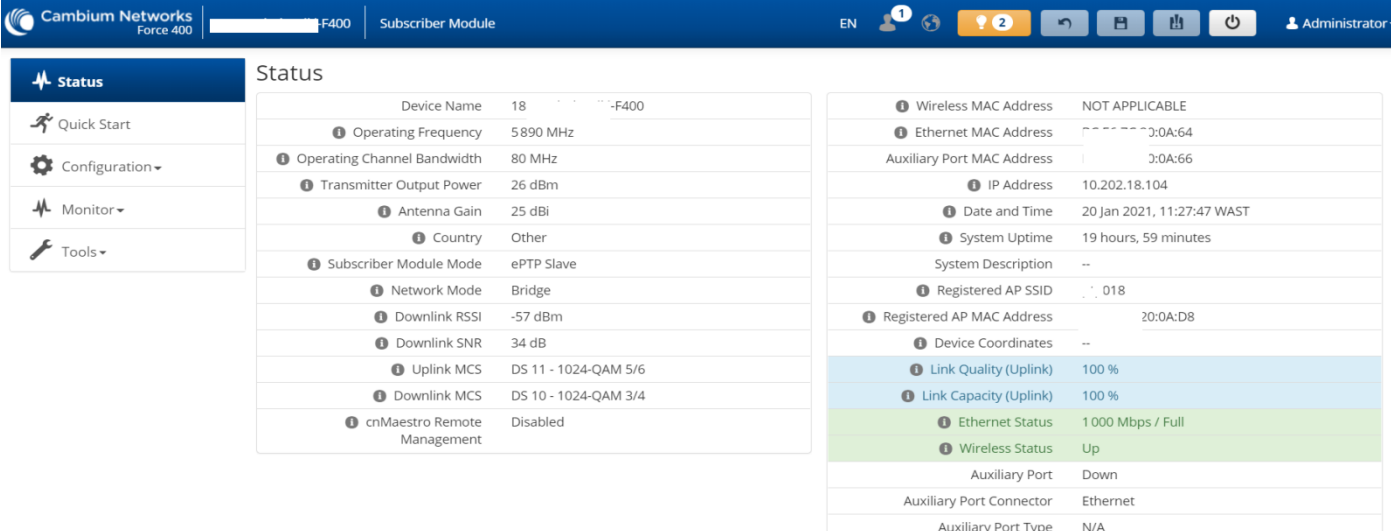
| | |
|---|--|
| <p>Оборудование представлено в трех вариантах исполнения:</p> <ul style="list-style-type: none">- Force 400C с разъемами под внешнюю антенну,- Force 425 с интегрированной антенной с усилением 25dBi,- Force 425 with Range Extender с усилением 28 dBi. |  <p>Force 425</p> <p>Force 400C</p> |
|---|--|

Особенностью данного оборудования является использование радиосигнала OFDM с 512 поднесущими (в канале шириной 40 МГц) с аппаратной реализацией протокола доступа OFDMA, что обеспечивает высокую помехоустойчивость канала связи, эффективную работу оборудования в условиях NearLOS/NLOS при переотражениях радиосигнала от препятствий, в том числе от водной поверхности на линиях над водой.

Максимальная пропускная способность канала связи на Force 400 серии в 80МГц составляет до 1 Gbps.

Ниже представлены результаты испытаний и опытной эксплуатации канала связи на Force 425 в поселок на дальности 9 км.

1. Конфигурация оборудования представлена на скрине Рис.1



| Status | |
|-----------------------------|----------------------------|
| Device Name | 18...-F400 |
| Operating Frequency | 5890 MHz |
| Operating Channel Bandwidth | 80 MHz |
| Transmitter Output Power | 26 dBm |
| Antenna Gain | 25 dBi |
| Country | Other |
| Subscriber Module Mode | ePTP Slave |
| Network Mode | Bridge |
| Downlink RSSI | -57 dBm |
| Downlink SNR | 34 dB |
| Uplink MCS | DS 11 - 1024-QAM 5/6 |
| Downlink MCS | DS 10 - 1024-QAM 3/4 |
| cnMaestro Remote Management | Disabled |
| Wireless MAC Address | NOT APPLICABLE |
| Ethernet MAC Address | ...:0A:64 |
| Auxiliary Port MAC Address | ...:0A:66 |
| IP Address | 10.202.18.104 |
| Date and Time | 20 Jan 2021, 11:27:47 WAST |
| System Uptime | 19 hours, 59 minutes |
| System Description | -- |
| Registered AP SSID | ... 018 |
| Registered AP MAC Address | 20:0A:D8 |
| Device Coordinates | -- |
| Link Quality (Uplink) | 100 % |
| Link Capacity (Uplink) | 100 % |
| Ethernet Status | 1 000 Mbps / Full |
| Wireless Status | Up |
| Auxiliary Port | Down |
| Auxiliary Port Connector | Ethernet |
| Auxiliary Port Type | N/A |

Рис.1 Статус системы

Помеховая обстановка на стороне Master представлена на скрине встроенного анализатора спектра (Рис.2) и стороне Slave (Рис. 3).

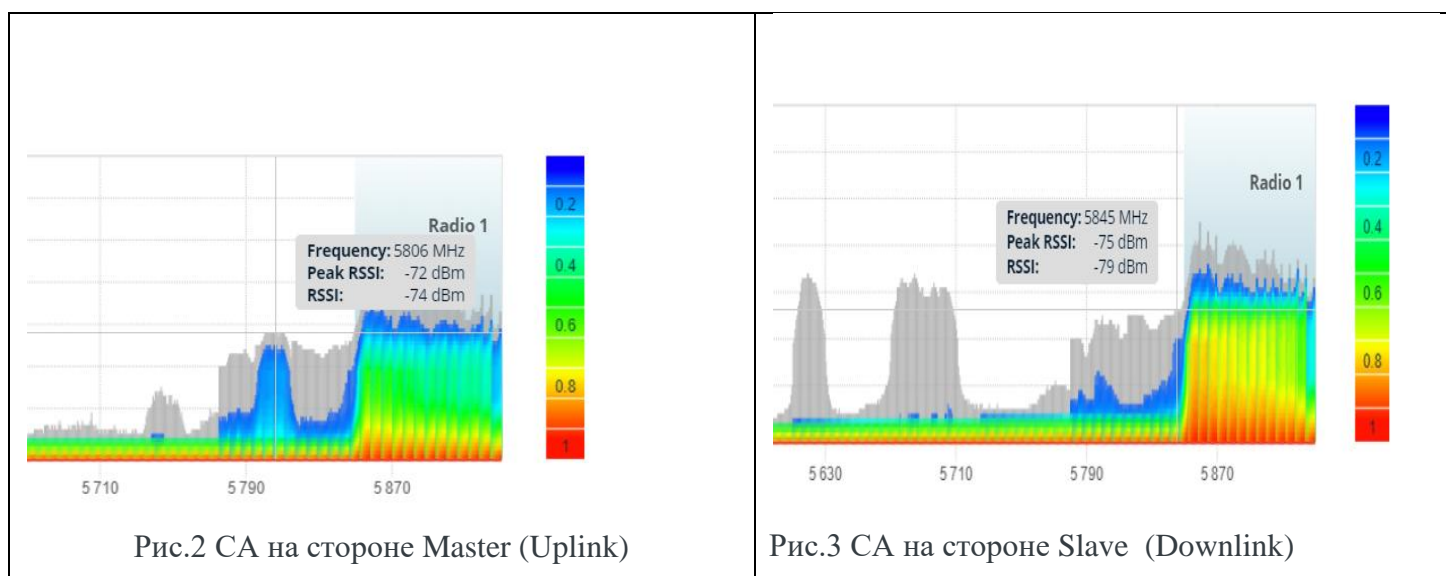


Рис.2 СА на стороне Master (Uplink)

Рис.3 СА на стороне Slave (Downlink)

2. Результаты синтетических тестов

Конфигурация: режим ePTP, канал 80 МГц, рабочие модуляции 1024QAM 5/6-1024QAM3/4,

Результаты синтетических TCP тестов представлены на рис 4.

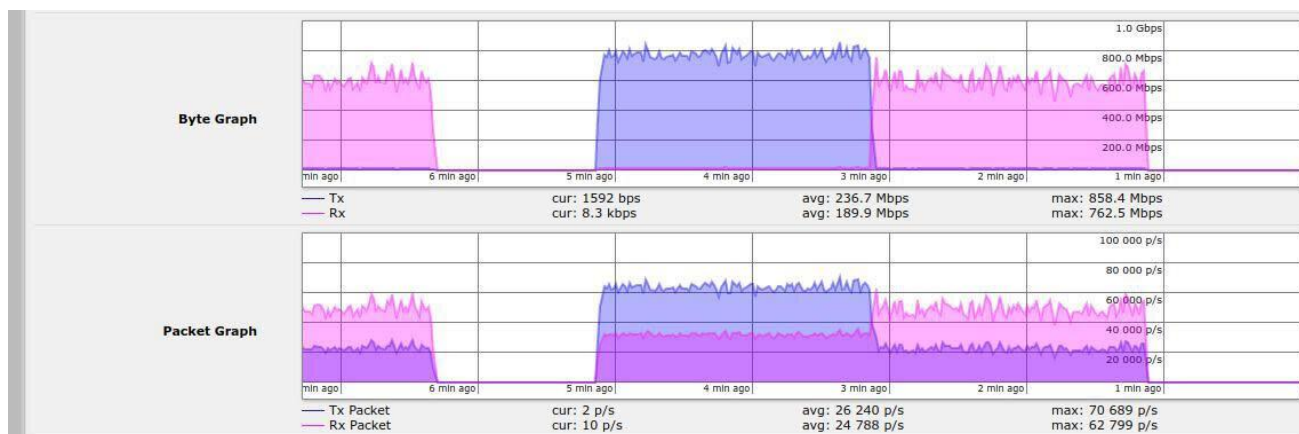


Рис.4 Тест Iperf TCP 10 streams, download/upload simplex

Скорость iPerf TCP 10 потоков, симплекс

- TCP Download в 80 MHz max **870 Mbps**,
- TCP Upload в 80 MHz max **760Mbps**, симплекс

3. Пропускная способность канала связи на Forge 425 на реальном трафике

Канал связи на Forge 425 обслуживает распределительную сеть доступа (BWA Cambium ePMP, PON, Ethernet LAN) в Интернет для более чем 600 клиентов - квартир в многоквартирных домах и домах в частном секторе поселка.

3.1 Канал шириной 20 МГц.

Параметры канала связи представлены на Рис.5.

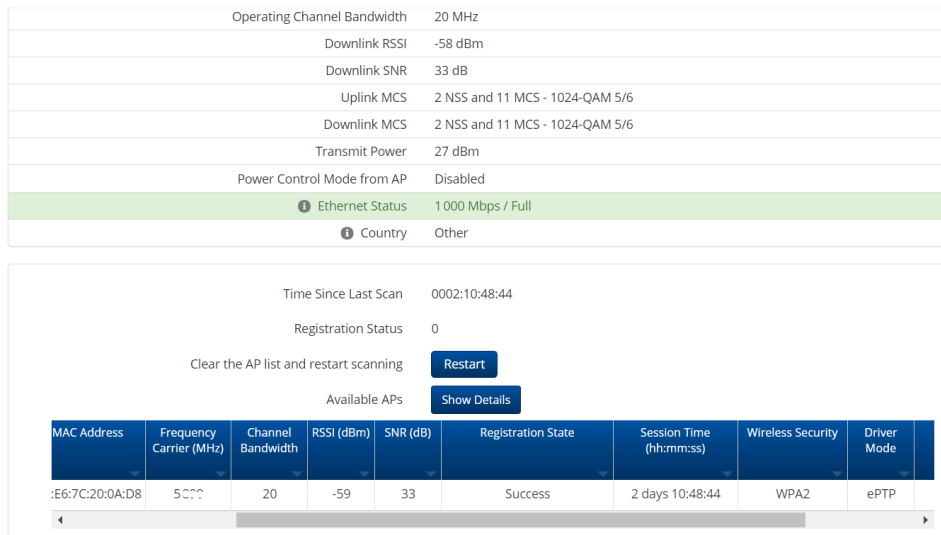


Рис.5 Monitor-Wireless

Скрин суточной загрузки канала связи 9 км реальным коммерческим трафиком, снятый утилитой Zabbix с порта коммутатора, подключенного в порт Ethernet устройства Force 425 на стороне Master представлен на рис. 6, канал 20 MHz.

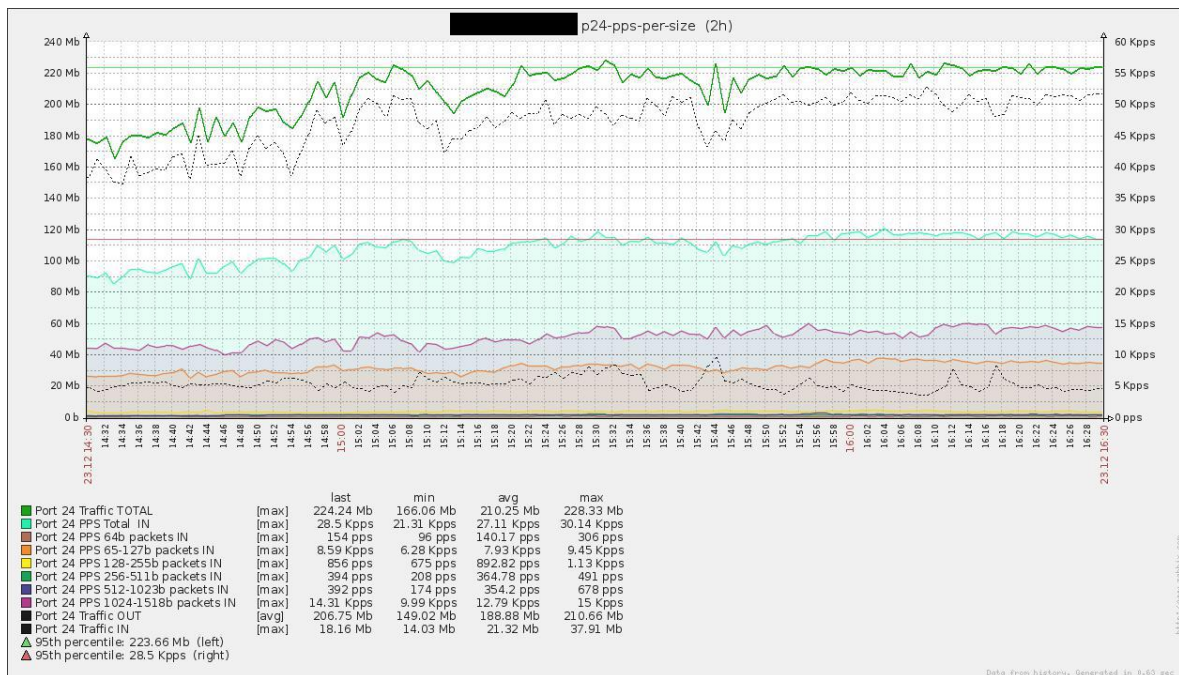


Рис.6 Загрузка реальным трафиком канала 20 МГц, дальность 9 км,

Максимальная загрузка канала 20 MHz в прайм-тайм составила max **210 Mbps Download** и **230Mbps Upload+Download**.

3.2 Канал шириной 40 МГц.

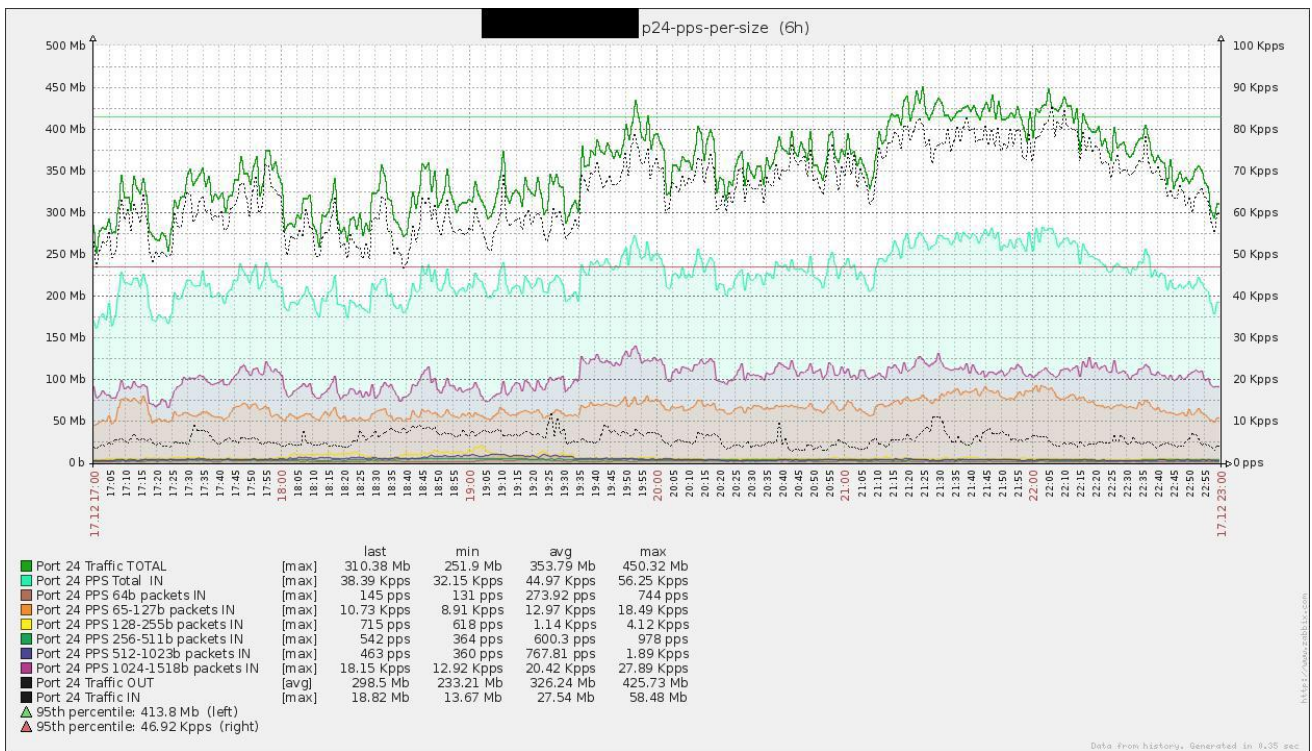


Рис.7 Загрузка реальным трафиком канала 40 МГц, дальность 9 км,

Максимальная загрузка канала 40 МГц реальным трафиком в прайм-тайм составила **max 425 Mbps Download и 450Mbps Upload+Download.**

3.3 Канал шириной 80 МГц.

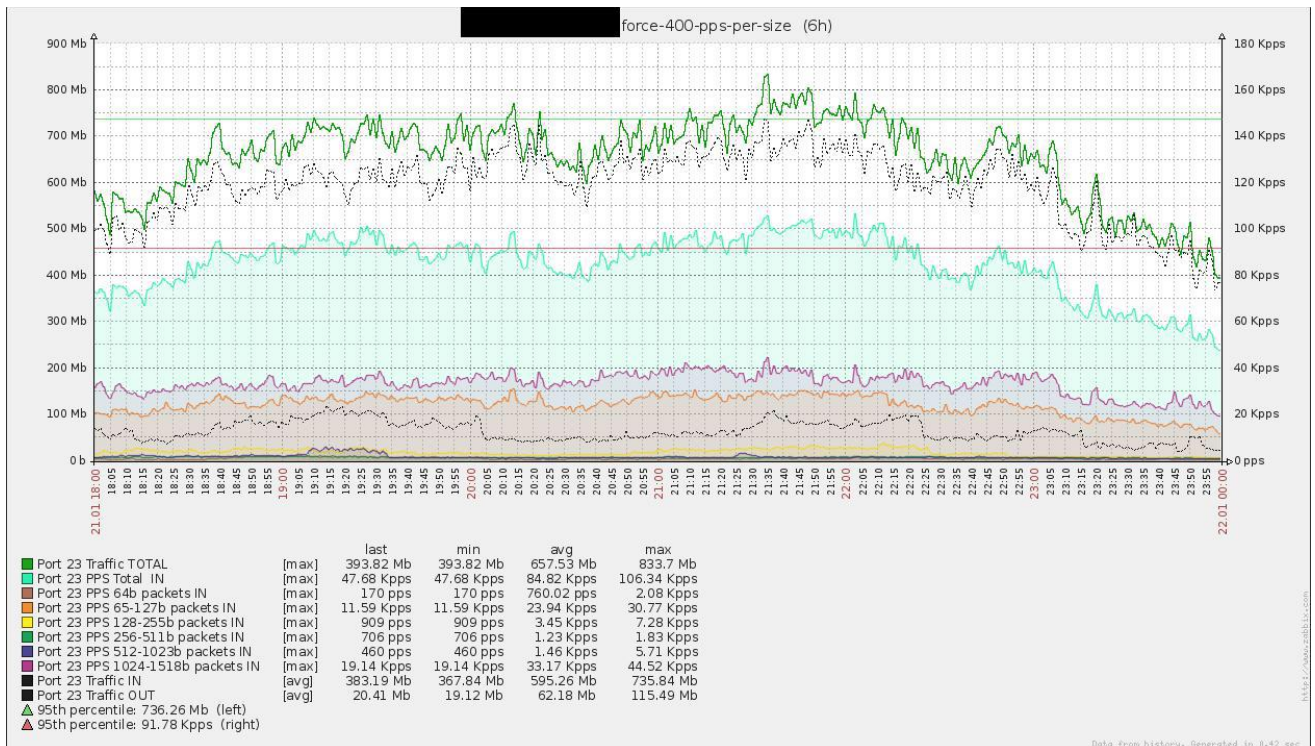


Рис.8 Загрузка реальным трафиком канала 80 МГц, дальность 9 км,

Максимальная загрузка канала 80 MHz реальным трафиком в пайм-тайм составила max **735 Mbps Download** и **935 Mbps Upload+Download**.

3.4 Задержка в канале.

На рис. 9 представлен скрин работы утилиты Ping -задержки (RTT) под загрузкой канала 80 МГц реальным трафиком в пайм-тайм.

```
1478 bytes from 10.202.18.99: icmp_req=6 ttl=64 time=5.29 ms
1478 bytes from 10.202.18.99: icmp_req=7 ttl=64 time=2.90 ms
1478 bytes from 10.202.18.99: icmp_req=8 ttl=64 time=3.79 ms
1478 bytes from 10.202.18.99: icmp_req=9 ttl=64 time=5.33 ms
1478 bytes from 10.202.18.99: icmp_req=10 ttl=64 time=4.91 ms
1478 bytes from 10.202.18.99: icmp_req=11 ttl=64 time=4.12 ms
1478 bytes from 10.202.18.99: icmp_req=12 ttl=64 time=5.46 ms
1478 bytes from 10.202.18.99: icmp_req=13 ttl=64 time=4.43 ms
1478 bytes from 10.202.18.99: icmp_req=14 ttl=64 time=5.06 ms
1478 bytes from 10.202.18.99: icmp_req=15 ttl=64 time=4.56 ms
1478 bytes from 10.202.18.99: icmp_req=16 ttl=64 time=4.28 ms
1478 bytes from 10.202.18.99: icmp_req=17 ttl=64 time=6.06 ms
1478 bytes from 10.202.18.99: icmp_req=18 ttl=64 time=4.56 ms
1478 bytes from 10.202.18.99: icmp_req=19 ttl=64 time=6.72 ms
1478 bytes from 10.202.18.99: icmp_req=20 ttl=64 time=6.17 ms

--- 10.202.18.99 ping statistics ---
20 packets transmitted, 20 received, 0% packet loss, time 19026ms
rtt min/avg/max/mdev = 2.129/4.752/6.729/1.305 ms
```

Рис.9 Задержка в канале 80МГц

Задержка Round Trip Time (RTT) в канале 80 МГц под полной загрузкой канала, измеренная пакетами 1470 байт утилитой Ping, составила rtt min/avg/max 2.1/4.7/6.7 ms.

Выводы

Максимальная пропускная способность нового поколения оборудования Cambium ePMP Force 425 на реальном коммерческом трафике на дальности 9 км составила:

-835Mbps UL+DL в 80 МГц

-450 Mbps UL+DL в 40 МГц

-230Mbps UL+DL в 20 МГц

Средняя задержка на загруженном реальным трафиком канале составила RTT avg 5 ms.