

Новейшие тенденции и неочевидные аспекты Wi-Fi

Белоусов Алексей, abelousov@amt.ru

Главный инженер проекта, АМТ-ГРУП

CCNP Wireless, CWAP, CWSP

Содержание

- Основные слагаемые успеха технологии (потенциал Wi-Fi)
- Неочевидные аспекты скорости передачи
- Неочевидные аспекты качества обслуживания
- Неочевидные аспекты применения Wi-Fi

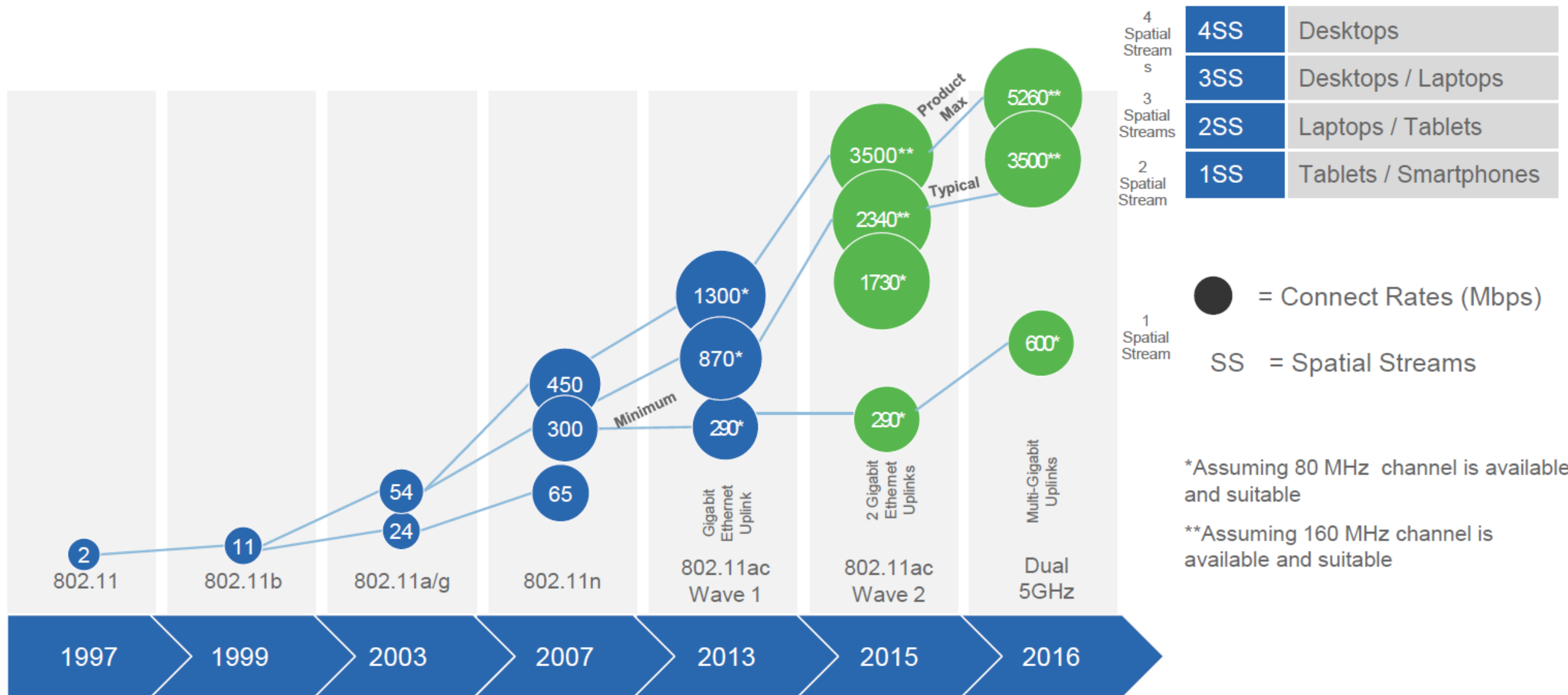


Потенциал Wi-Fi



Эволюция скоростей Wi-Fi

Gigabit Wi-Fi как основной метод подключения пользователей

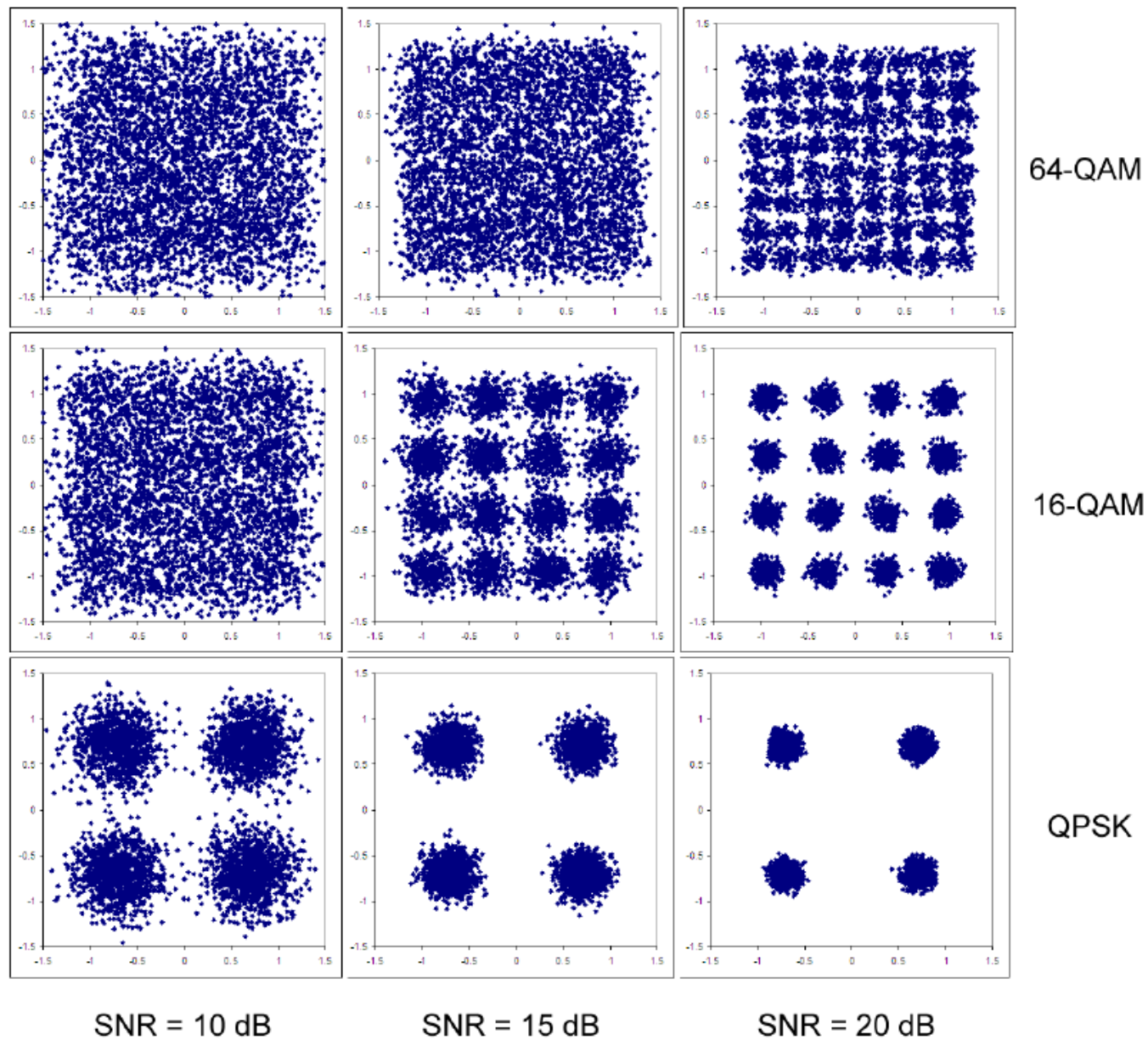


За счет чего увеличивается скорость?

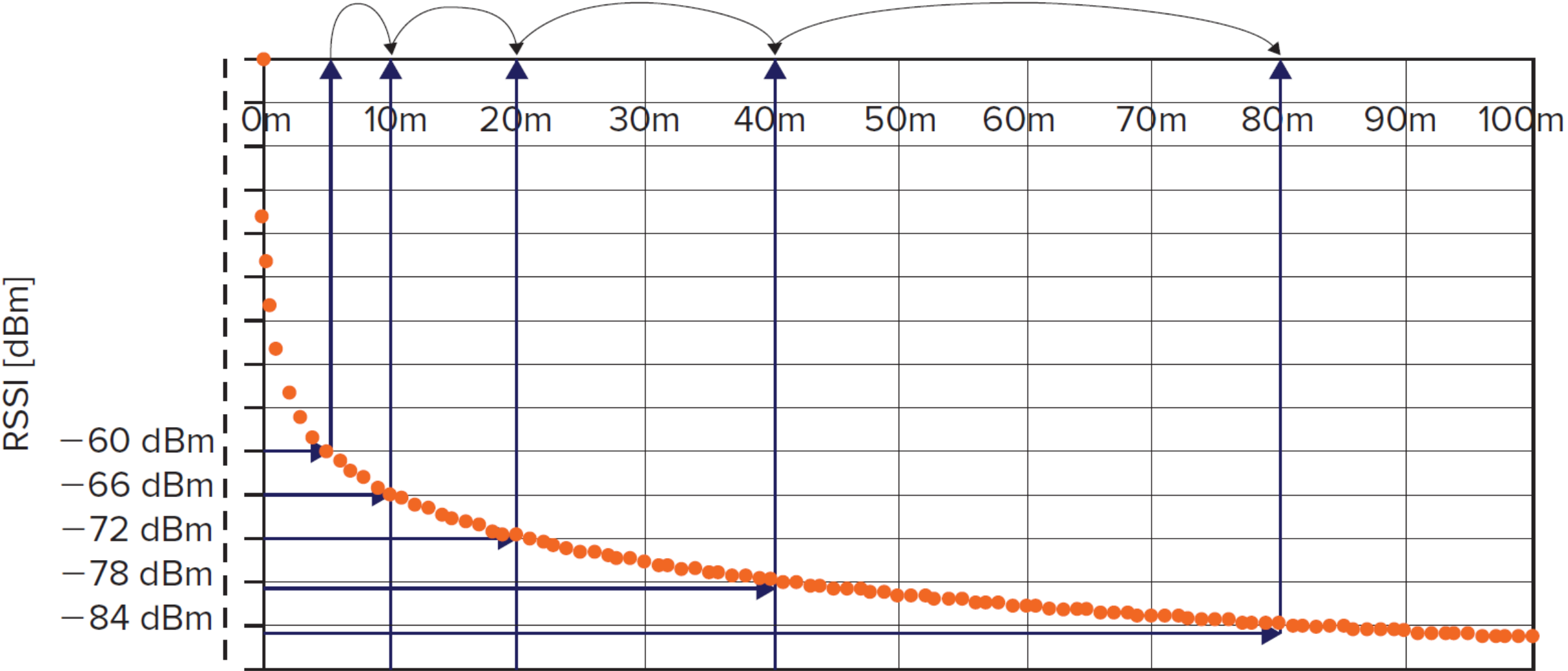
- 1) Увеличение количества пространственных потоков (до 4-х SS)
- 2) Усложнение модуляции (до 256-QAM)
- 3) Расширение каналов (до 160 MHz)

HT VHT					20MHz		40MHz		80MHz		160MHz	
MCS	MCS	Spatial	Modulation	Coding	Data Rate	Data Rate	Data Rate	Data Rate	Data Rate	Data Rate	Data Rate	Data Rate
Index	Index	Streams			No SGI	SGI	No SGI	SGI	No SGI	SGI	No SGI	SGI
0	0	1	BPSK	1/2	6.5	7.2	13.5	15	29.3	32.5	58.5	65
1	1	1	QPSK	1/2	13	14.4	27	30	58.5	65	117	130
2	2	1	QPSK	3/4	19.5	21.7	40.5	45	87.8	97.5	175.5	195
3	3	1	16-QAM	1/2	26	28.9	54	60	117	130	234	260
4	4	1	16-QAM	3/4	39	43.3	81	90	175.5	195	351	390
5	5	1	64-QAM	2/3	52	57.8	108	120	234	260	468	520
6	6	1	64-QAM	3/4	58.5	65	121.5	135	263.3	292.5	526.5	585
7	7	1	64-QAM	5/6	65	72.2	135	150	292.5	325	585	650
	8	1	256-QAM	3/4	78	86.7	162	180	351	390	702	780
	9	1	256-QAM	5/6	n/a	n/a	180	200	390	433.3	780	866.7
8	0	2	BPSK	1/2	13	14.4	27	30	58.5	65	117	130
9	1	2	QPSK	1/2	26	28.9	54	60	117	130	234	260
10	2	2	QPSK	3/4	39	43.3	81	90	175.5	195	351	390
11	3	2	16-QAM	1/2	52	57.8	108	120	234	260	468	520
12	4	2	16-QAM	3/4	78	86.7	162	180	351	390	702	780
13	5	2	64-QAM	2/3	104	115.6	216	240	468	520	936	1040
14	6	2	64-QAM	3/4	117	130.3	243	270	526.5	585	1053	1170
15	7	2	64-QAM	5/6	130	144.4	270	300	585	650	1170	1300
	8	2	256-QAM	3/4	156	173.3	324	360	702	780	1404	1560
	9	2	256-QAM	5/6	n/a	n/a	360	400	780	866.7	1560	1733.3
16	0	3	BPSK	1/2	19.5	21.7	40.5	45	87.8	97.5	175.5	195
17	1	3	QPSK	1/2	39	43.3	81	90	175.5	195	351	390
18	2	3	QPSK	3/4	58.5	65	121.5	135	263.3	292.5	526.5	585
19	3	3	16-QAM	1/2	78	86.7	162	180	351	390	702	780
20	4	3	16-QAM	3/4	117	130	243	270	526.5	585	1053	1170
21	5	3	64-QAM	2/3	156	173.3	324	360	702	780	1404	1560
22	6	3	64-QAM	3/4	175.5	195	364.5	405	n/a	n/a	1579.5	1755
23	7	3	64-QAM	5/6	195	216.7	405	450	877.5	975	1755	1950
	8	3	256-QAM	3/4	234	260	486	540	1053	1170	2106	2340
	9	3	256-QAM	5/6	260	288.9	540	600	1170	1300	n/a	n/a

Зависимость скорости от уровня сигнала



Зависимость уровня сигнала от расстояния



Signal-to-Noise Ratio		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Modulation Key
802.11b	20 MHz	None	None	None	MCS 0	MCS 0	MCS 0	MCS 1	MCS 1	MCS 1	MCS 1	
802.11ag	20 MHz	None	MCS 0	MCS 0	MCS 1	MCS 2	MCS 2	MCS 2	MCS 2	MCS 3	MCS 3	
802.11n	20 MHz	None	MCS 0	MCS 0	MCS 0	MCS 1	MCS 1	MCS 1	MCS 1	MCS 2	MCS 2	
802.11n	40 MHz	None	None	None	None	MCS 0	MCS 0	MCS 0	MCS 1	MCS 1	MCS 1	
802.11ac	20 MHz	None	MCS 0	MCS 0	MCS 0	MCS 1	MCS 1	MCS 1	MCS 1	MCS 2	MCS 2	
802.11ac	40 MHz	None	None	None	None	MCS 0	MCS 0	MCS 0	MCS 1	MCS 1	MCS 1	16-QAM = Yellow
802.11ac	80 MHz	None	None	None	None	None	None	None	MCS 0	MCS 0	MCS 0	64-QAM = Blue
802.11ac	160 MHz	None	None	None	None	None	None	None	None	None	None	256-QAM = Green

Signal-to-Noise Ratio		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	802.11b
802.11b	20 MHz	MCS 2	MCS 2	MCS 2	MCS 2	MCS 2	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 0 - DBPSK
802.11ag	20 MHz	MCS 4	MCS 4	MCS 4	MCS 4	MCS 5	MCS 5	MCS 5	MCS 6	MCS 6	MCS 7	MCS 1 - DQPSK
802.11n	20 MHz	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 4	MCS 4	MCS 4	MCS 5	MCS 5	MCS 6	MCS 2 - DQPSK
802.11n	40 MHz	MCS 1	MCS 2	MCS 2	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 4	MCS 4	MCS 4	MCS 3 - DQPSK
802.11ac	20 MHz	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 4	MCS 4	MCS 4	MCS 5	MCS 5	MCS 6	
802.11ac	40 MHz	MCS 1	MCS 2	MCS 2	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 4	MCS 4	MCS 4	
802.11ac	80 MHz	MCS 1	MCS 1	MCS 1	MCS 1	MCS 2	MCS 2	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 3	
802.11ac	160 MHz	MCS 0	MCS 0	MCS 0	MCS 1	MCS 1	MCS 1	MCS 1	MCS 2	MCS 2	MCS 3	

Signal-to-Noise Ratio		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	802.11a/g
802.11b	20 MHz	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 0 - BPSK
802.11ag	20 MHz	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 1 - BPSK
802.11n	20 MHz	MCS 6	MCS 6	MCS 6	MCS 6	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 2 - QPSK
802.11n	40 MHz	MCS 5	MCS 5	MCS 6	MCS 6	MCS 6	MCS 6	MCS 6	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 3 - QPSK
802.11ac	20 MHz	MCS 6	MCS 6	MCS 6	MCS 6	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 8	MCS 8	MCS 4 - 16-QAM
802.11ac	40 MHz	MCS 5	MCS 5	MCS 6	MCS 6	MCS 6	MCS 6	MCS 6	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 5 - 16-QAM
802.11ac	80 MHz	MCS 4	MCS 4	MCS 4	MCS 5	MCS 5	MCS 6	MCS 6	MCS 6	MCS 6	MCS 6	MCS 6 - 64-QAM
802.11ac	160 MHz	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 4	MCS 4	MCS 4	MCS 5	MCS 5	MCS 6	MCS 6	MCS 7 - 64-QAM

Signal-to-Noise Ratio		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	802.11n
802.11b	20 MHz	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 3	MCS 0 - BPSK
802.11ag	20 MHz	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 1 - QPSK
802.11n	20 MHz	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 2 - QPSK
802.11n	40 MHz	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 3 - 16-QAM
802.11ac	20 MHz	MCS 9	MCS 9	MCS 9	MCS 9	MCS 9	MCS 9	MCS 9	MCS 9	MCS 9	MCS 9	MCS 4 - 16-QAM
802.11ac	40 MHz	MCS 7	MCS 8	MCS 8	MCS 9	MCS 9	MCS 9	MCS 9	MCS 9	MCS 9	MCS 9	MCS 5 - 64-QAM
802.11ac	80 MHz	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 8	MCS 8	MCS 9	MCS 9	MCS 9	MCS 9	MCS 6 - 64-QAM
802.11ac	160 MHz	MCS 6	MCS 6	MCS 6	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 7	MCS 8	MCS 8	MCS 9	MCS 7 - 64-QAM

Выводы

- Большие скорости передачи работают на меньших расстояниях
 - Каналы большей ширины работают на меньших расстояниях
 - Более сложные модуляции работают на меньших расстояниях
 - Большее количество пространственных потоков работает на меньших расстояниях
- Радио-обследование проводить необходимо
 - Сложность процедуры радио-обследований увеличилась
 - Увеличились требования к квалификации при проведении радио-обследований
- Плотность точек доступа с увеличением скоростей растет

Качество обслуживания

CUPERTINO, California and SAN JOSE, California - August 31, 2015

Apple and Cisco announced a partnership

- Оптимизация роуминга (802.11k, 802.11v, 802.11r)
- Оптимизация приоритезации приложений (802.11e)



High-performance mobility
for business.



Optimizing networks to deliver improved performance for iPhone and iPad.



Creating an even better experience for Cisco voice communication on iPhone.



Reinventing teamwork and meetings with Cisco collaboration tools.

Качество обслуживания

Постойте, разве эти стандарты уже не были ратифицированы, причем достаточно давно?

- 802.11e (QoS) – 2005
- 802.11r (Fast Roaming) – 2008
- 802.11k (RRM)– 2008
- 802.11v (Client optimization)– 2011

Качество обслуживания

Device Model	Application	Traffic Type	QoS marking done by Client		DSCP in CAPWAP	DSCP in Wired Packet
			802.11 UP	IP DSCP		
iPad2	Jabber	RTP-Vocie/Video	UP-0 (Best Effort)	00	00	00 - Best Effort
iPad2	Jabber	SIP-Vocie signalling	UP-0 (Best Effort)	CS3	00	N/A
iPad2	Policom RealPresence	RTP-Vocie/Video	UP-0 (Best Effort)	00	00	00 - Best Effort
iPad2	Policom RealPresence	H.245-Signalling	UP-0 (Best Effort)	00	00	00 - Best Effort
iPad3	Jabber	RTP-Voice/Video	UP-0 (Best Effort)	00	00	00 - Best Effort
iPad3	Jabber	SIP-Vocie signalling	UP-0 (Best Effort)	CS3	00	N/A
iPad3	Policom RealPresence	RTP-Vocie/Video	UP-0 (Best Effort)	00	00	00 - Best Effort
iPad3	Policom RealPresence	H.245-Signalling	UP-0 (Best Effort)	00	00	00 - Best Effort
iPad mini	Jabber	RTP-Vocie/Video	UP-0 (Best Effort)	00	00	00 - Best Effort
iPad mini	Jabber	SIP-Vocie signalling	UP-0 (Best Effort)	CS3	00	N/A
iPad mini	Policom RealPresence	RTP-Vocie/Video	UP-0 (Best Effort)	00	00	00 - Best Effort
iPad mini	Policom RealPresence	H.245-Signalling	UP-0 (Best Effort)	00	00	00 - Best Effort
Nexus 7						
Nexus 7						
Samsung Galaxy	Policom RealPresence	RTP-Vocie/Video	UP-0 (Best Effort)	00	00	00 - Best Effort
Samsung Galaxy	Policom RealPresence	H.245-Signalling	UP-0 (Best Effort)	00	00	00 - Best Effort

По данным <https://mrncciew.com/2013/01/08/byod-with-qos/>

Качество обслуживания

- September 13, 2016 – iOS 10 (iPhone, iPad)

Cisco выпустило Design Guide

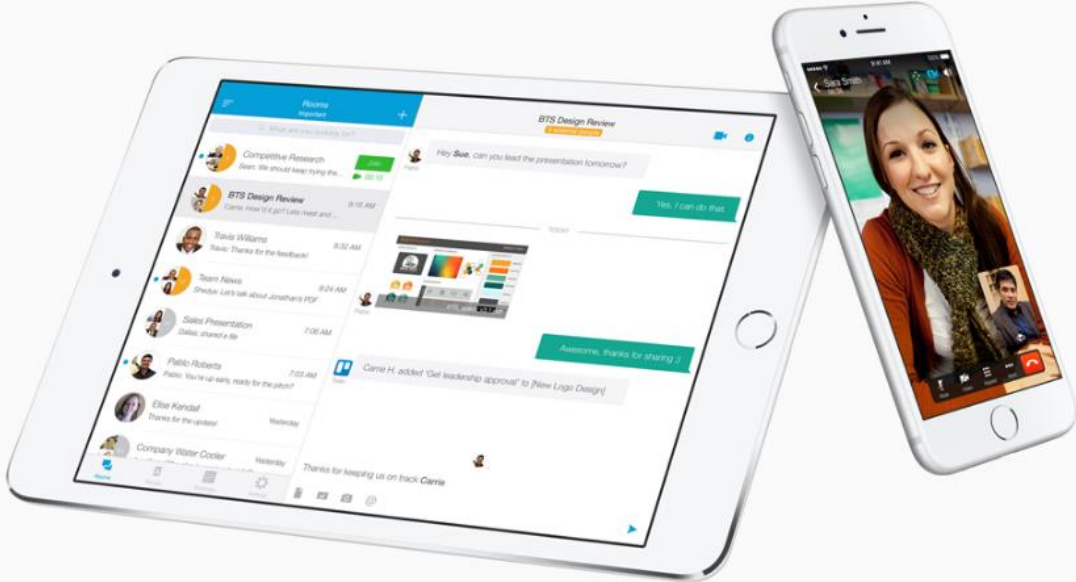
Apple анонсировало поддержку

Выводы: движение идет, требует тестирования



Mobile enterprise. Full speed ahead.

Apple and Cisco are creating the very best app and voice experience for iPhone and iPad on corporate networks. With new features in iOS 10 combined with the latest networking software and hardware from Cisco, businesses everywhere can take full advantage of their infrastructure to deliver a great user experience for apps, calling, and collaboration.

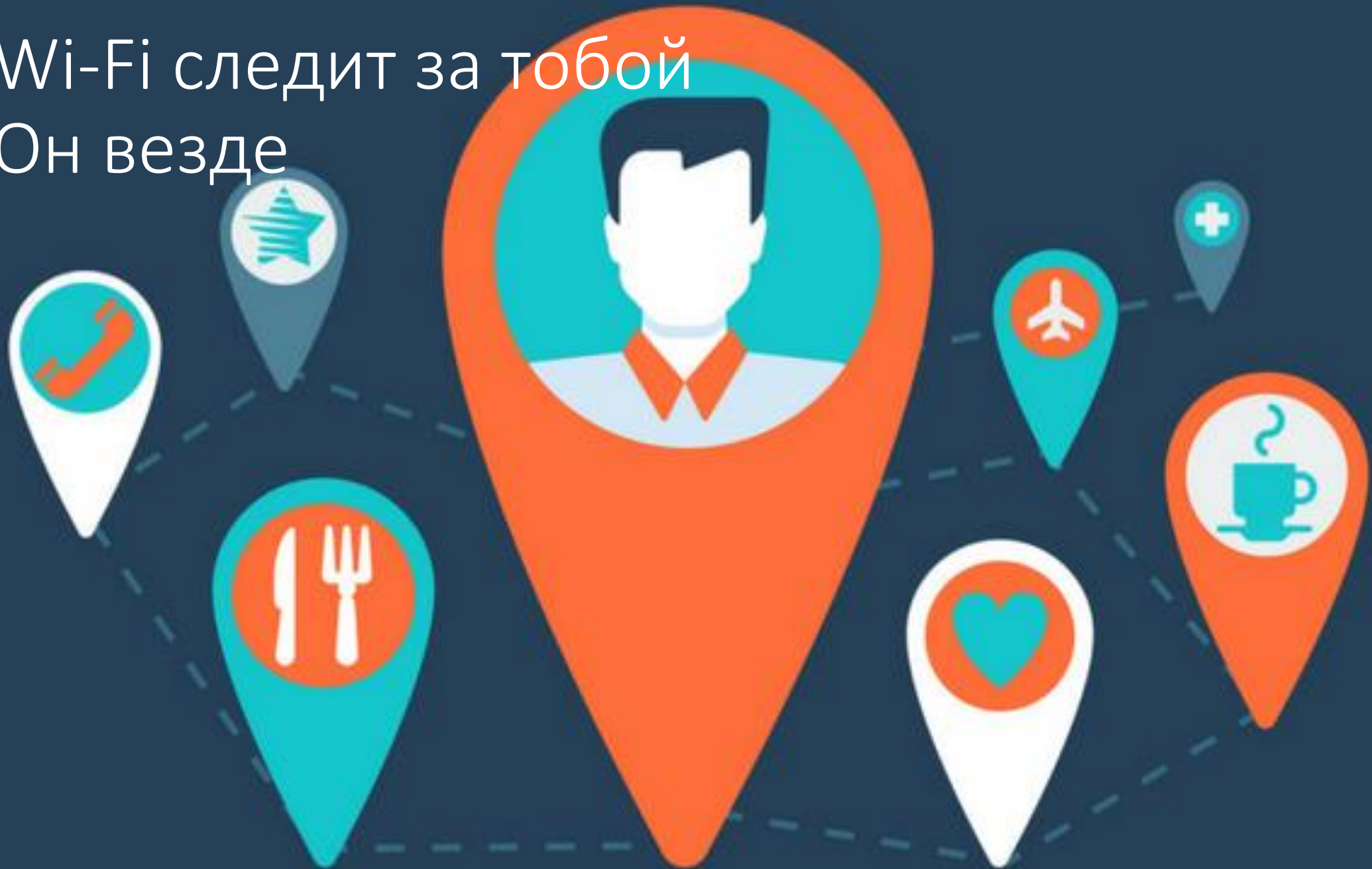


А что с безопасностью?

С ней все хорошо!

- Шифрование AES устойчиво ко всем видам атак
- Двухфакторная аутентификация устойчива ко всем видам атак (EAP-PEAP, EAP-TLS)

Wi-Fi следит за тобой
Он везде



Сеть МаксимаТелеком в метро

ВРЕМЯ

08:21

КОЛ-ВО ПОДКЛЮЧЕНИЙ

711563

СКОРОСТЬ

ЯРКОСТЬ

ПРОЗРАЧНОСТЬ

+

-

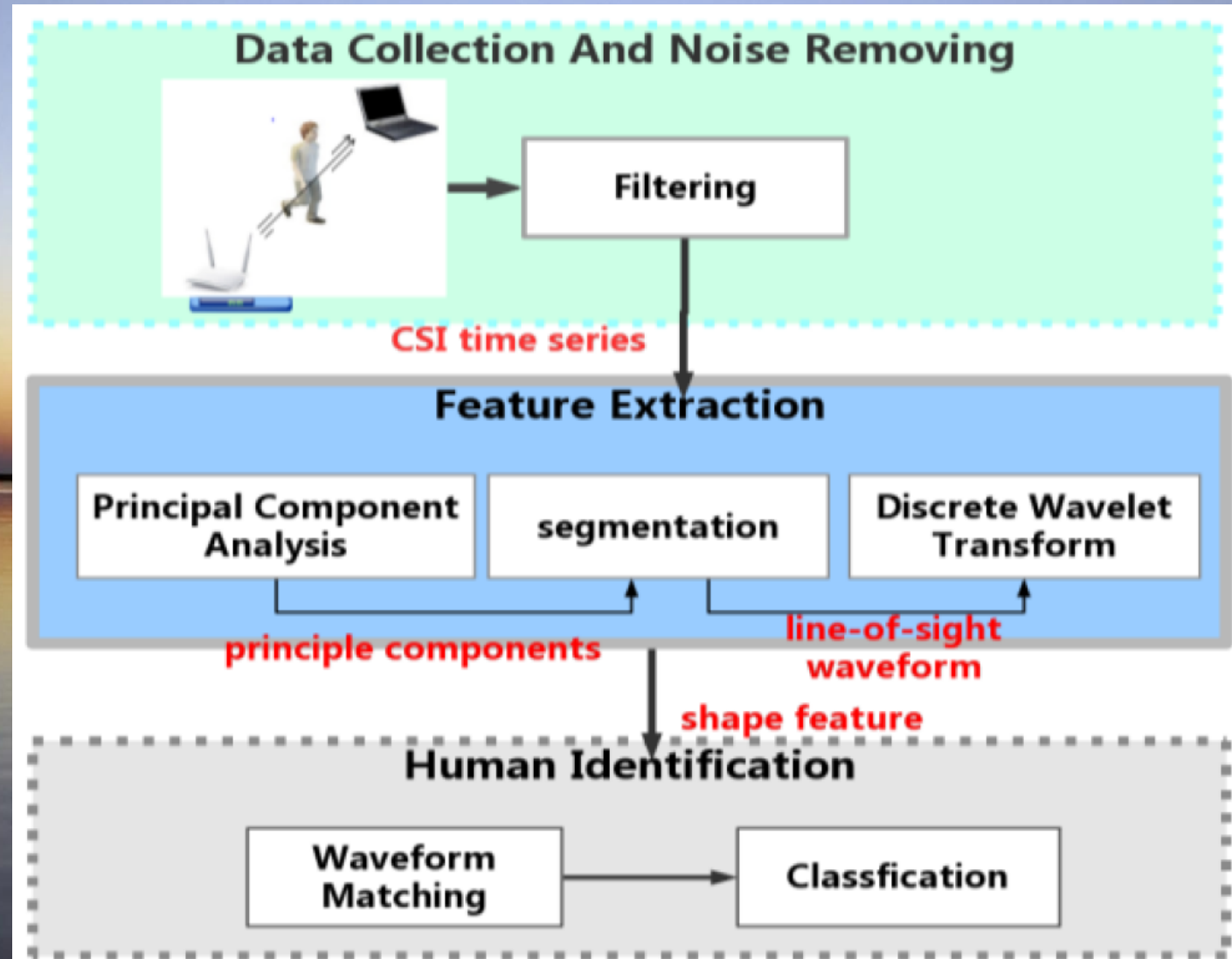
↑

↓

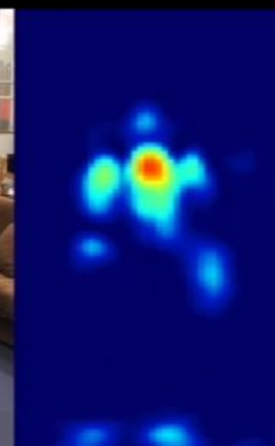
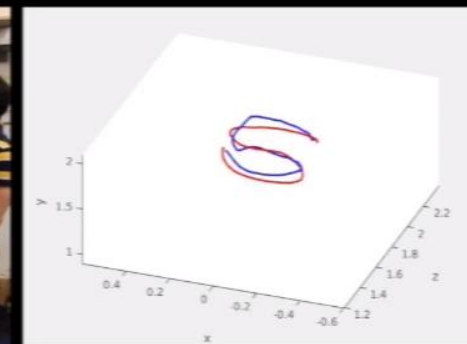
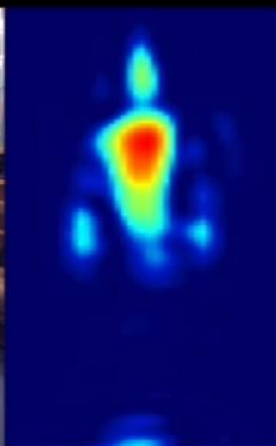
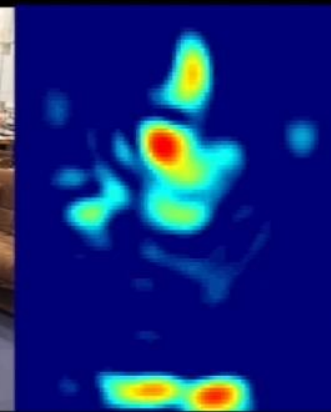
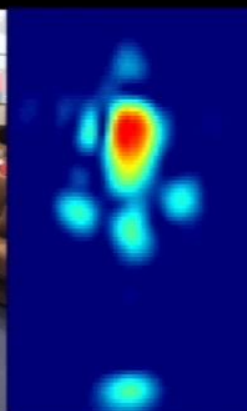
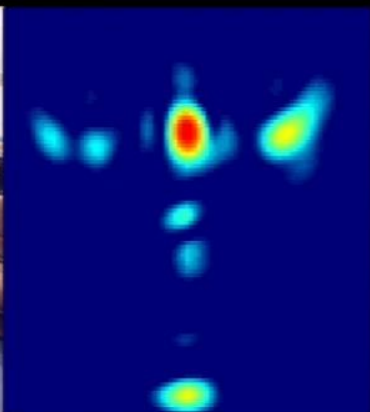
←

→

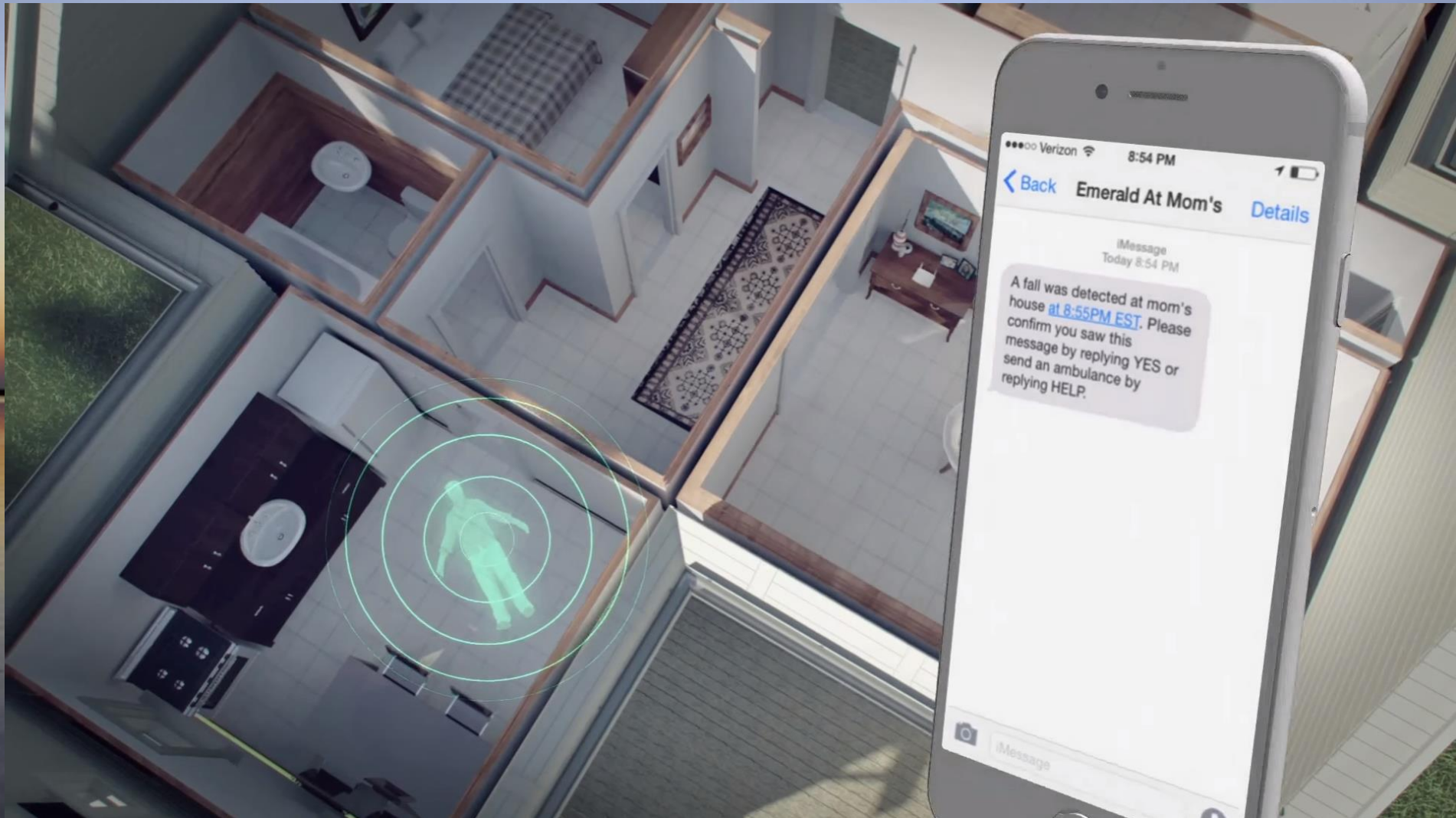
Система идентификации FreeSense и Wi-Fi ID



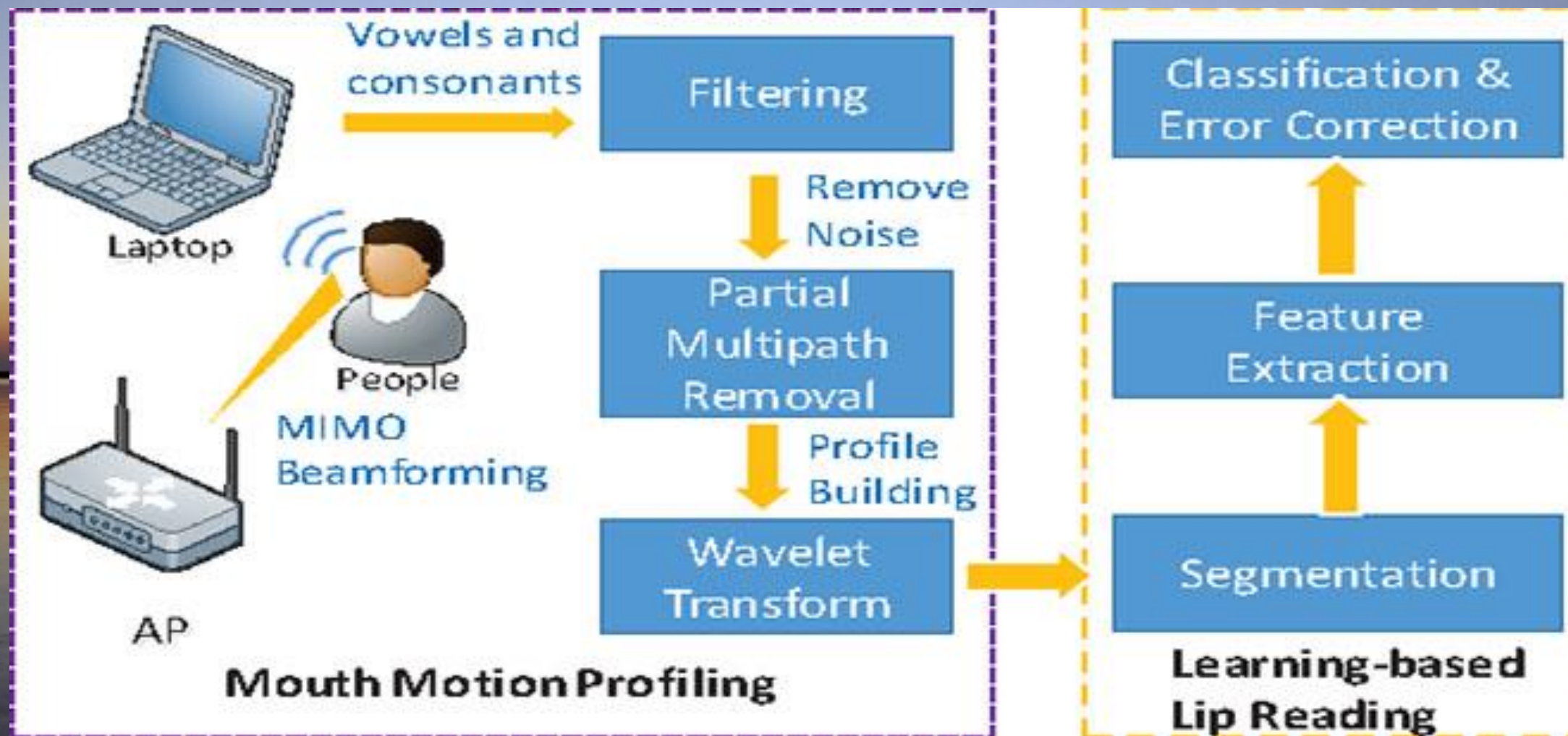
Отслеживание дыхания, сердцебиения, жестов



Система Emerald, отслеживающая падение человека



Отслеживание движения пальцев и речи



Wi-Fi как система мониторинга и слежения



