

Популярно про Wi-Fi 6



Андрей Парамонов

инженер отдела беспроводных технологий Comptek

Традиционное расширение хронометража презентации историей Wi-Fi:

- В 1997 году *In the galaxy far, far away...*
- В 1999 году *Lorem ipsum dolor sit amet;*
- В 2003 году *I'm sorry, Dave, I'm afraid I can't do that*
- *Long live the King!*



!=



Зачем вообще изобретать велосипед (снова)?

Пропускные способности и так зашкаливают!

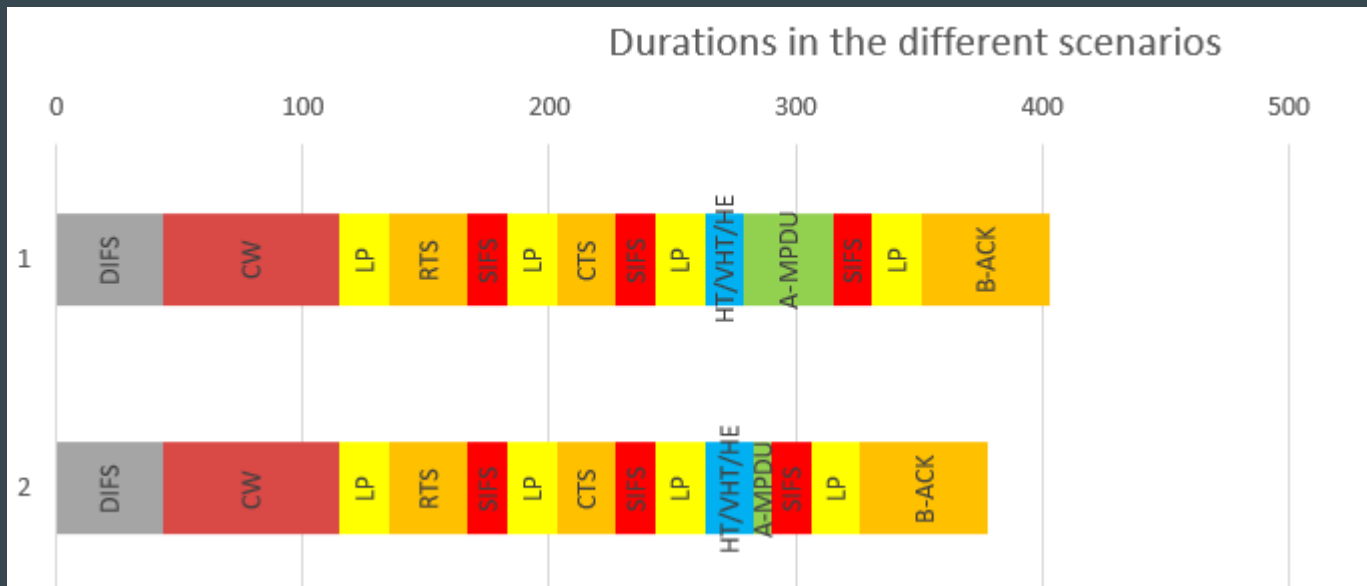
Можно пихать 4 МБ данных в один фрейм!

MU-MIMO и так есть — в чём смысл ещё добавлять OFDMA?

Технологий миллион, чего не хватает-то?

Зачем вообще изобретать велосипед (снова)?

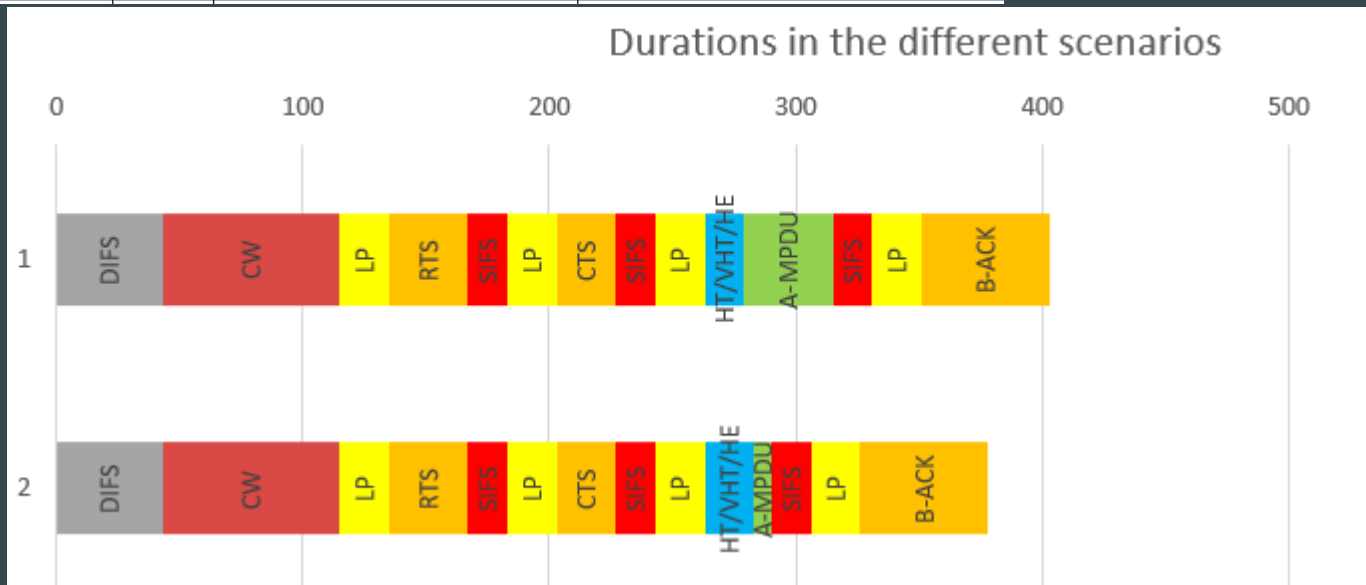
PHY	20MHz HT	80MHz VHT
data subcarriers	52	234
Modulation and Coding	mcs7, 64-QAM 5/6	mcs9, 256-QAM 5/6 (VHT only)
bits pr subcarrier	6	8
coding value	0,83	0,83
Spatial streams	1	1
Guard Interval	0,4	0,4



Зачем вообще изобретать велосипед (снова)?

A-MPDU	A-MPDU	36	7,2
SIFS	SIFS	16	16
Legacy preamble	LP	20	20
ACK/B-ACK	B-ACK	52	52
Duration including DIFS&CW		403	378,2
Duration excluding DIFS&CW		288	263,2

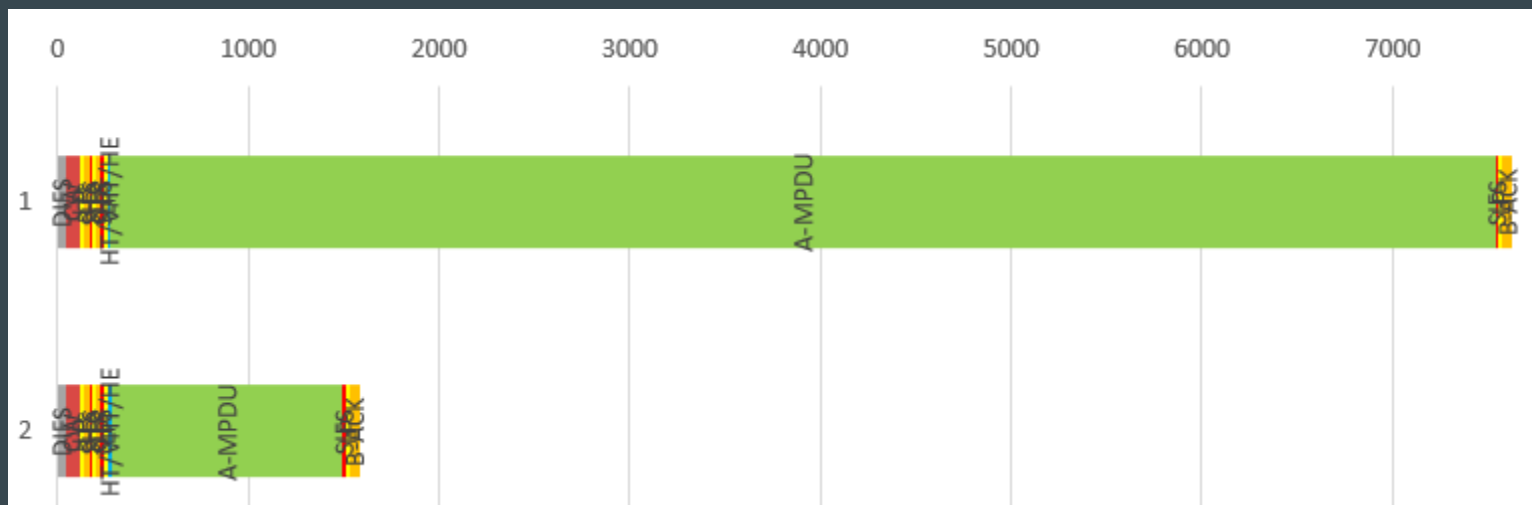
~9% утилизации!



Зачем вообще изобретать велосипед (снова)?

RTS, bytes		20	20
Symbols RTS		8	8
CTS, bytes		14	14
symbols CTS		6	6
ACK/B-ACK, bytes		34	34
symbols ACK		13	13
A-MPDU, bytes		65535	65535
databits to send		524302	524302
databits pr symbol		260	1560
symbols A-MPDU		2017	337

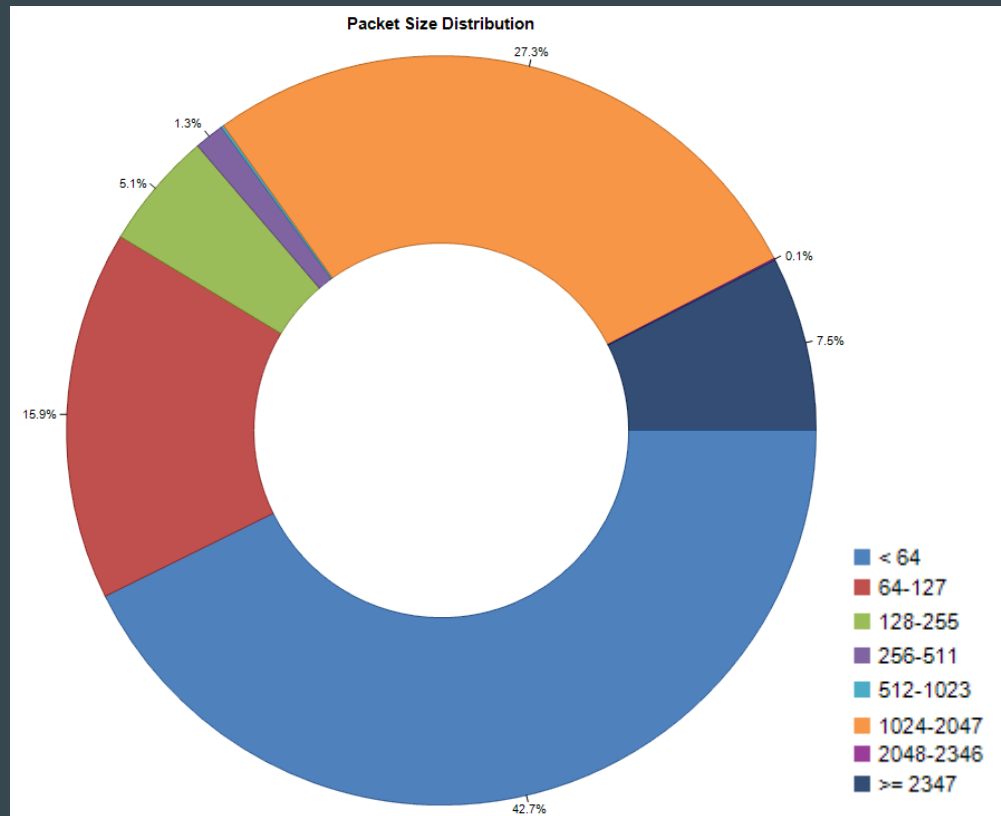
Сократили время
передачи почти в 5 раз!



Зачем вообще изобретать велосипед (снова)?

Network	Packets	Bytes	Value
Total Bytes		139 712 784	
Total Packets	202 620		
Total Broadcast	6 651	1 413 991	
Total Multicast	78	10 641	

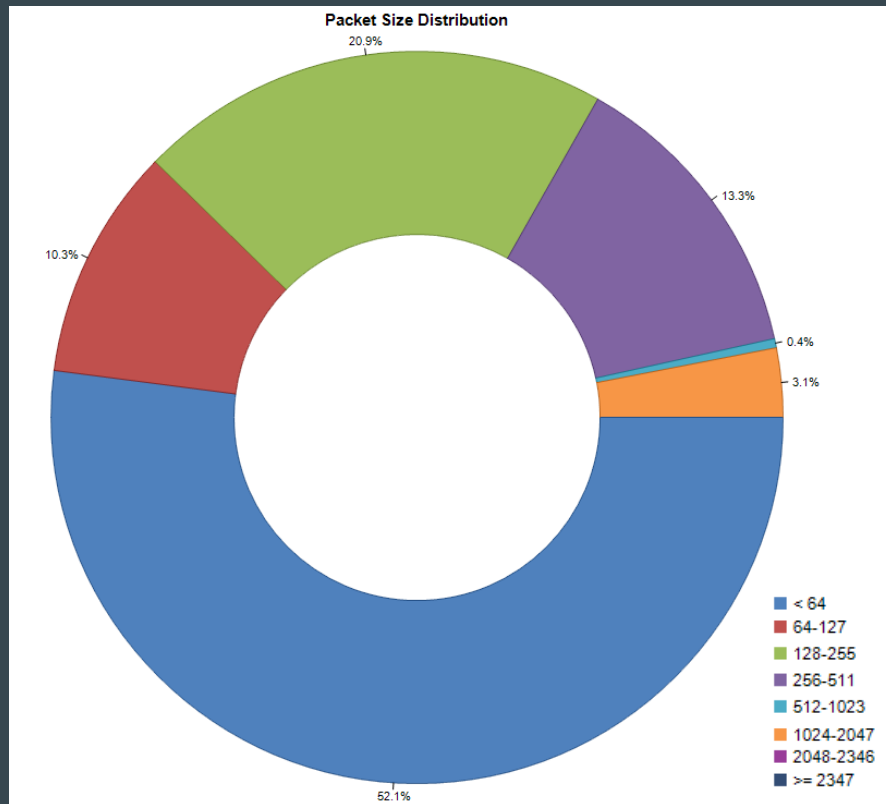
Только 7,5% фреймов
длиннее (возможно), чем
ограничения 802.11g!



Зачем вообще изобретать велосипед (снова)?

Network	Packets	Bytes	Value
Total Bytes		69 508 130	
Total Packets	445 885		
Total Broadcast	90 440	19 675 693	
Total Multicast	4 567	1 141 531	

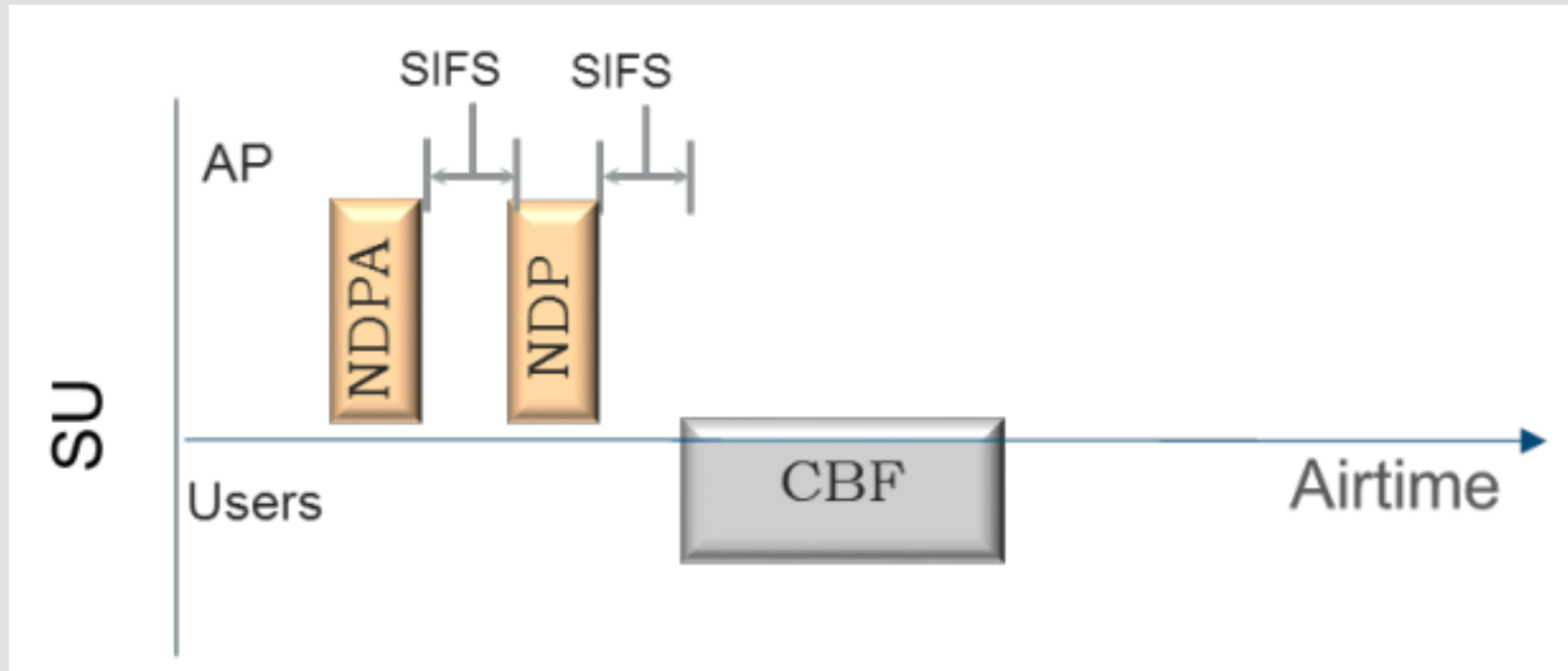
Фреймов длиннее 2048 нет



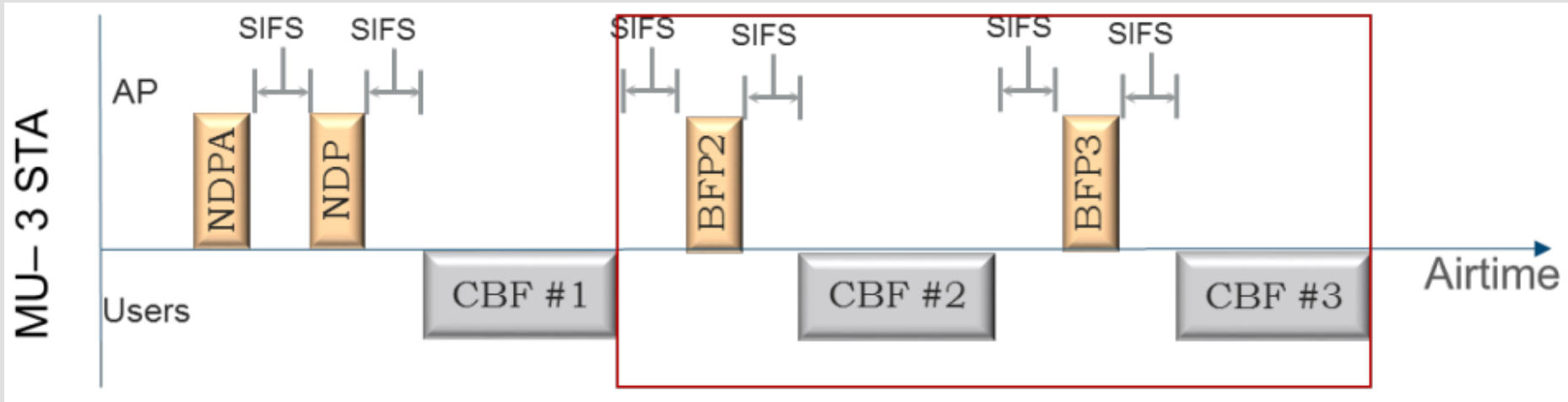
Так ведь есть MU-MIMO!

**Передаём два фрейма одновременно
— экономим 50% времени сразу!**

Так ведь есть MU-MIMO!



Так ведь есть MU-MIMO!



Мы до сих пор не передали ни единого клиентского бита, между прочим!

Ну так и что делать-то?

Переходить на Wi-Fi 6?

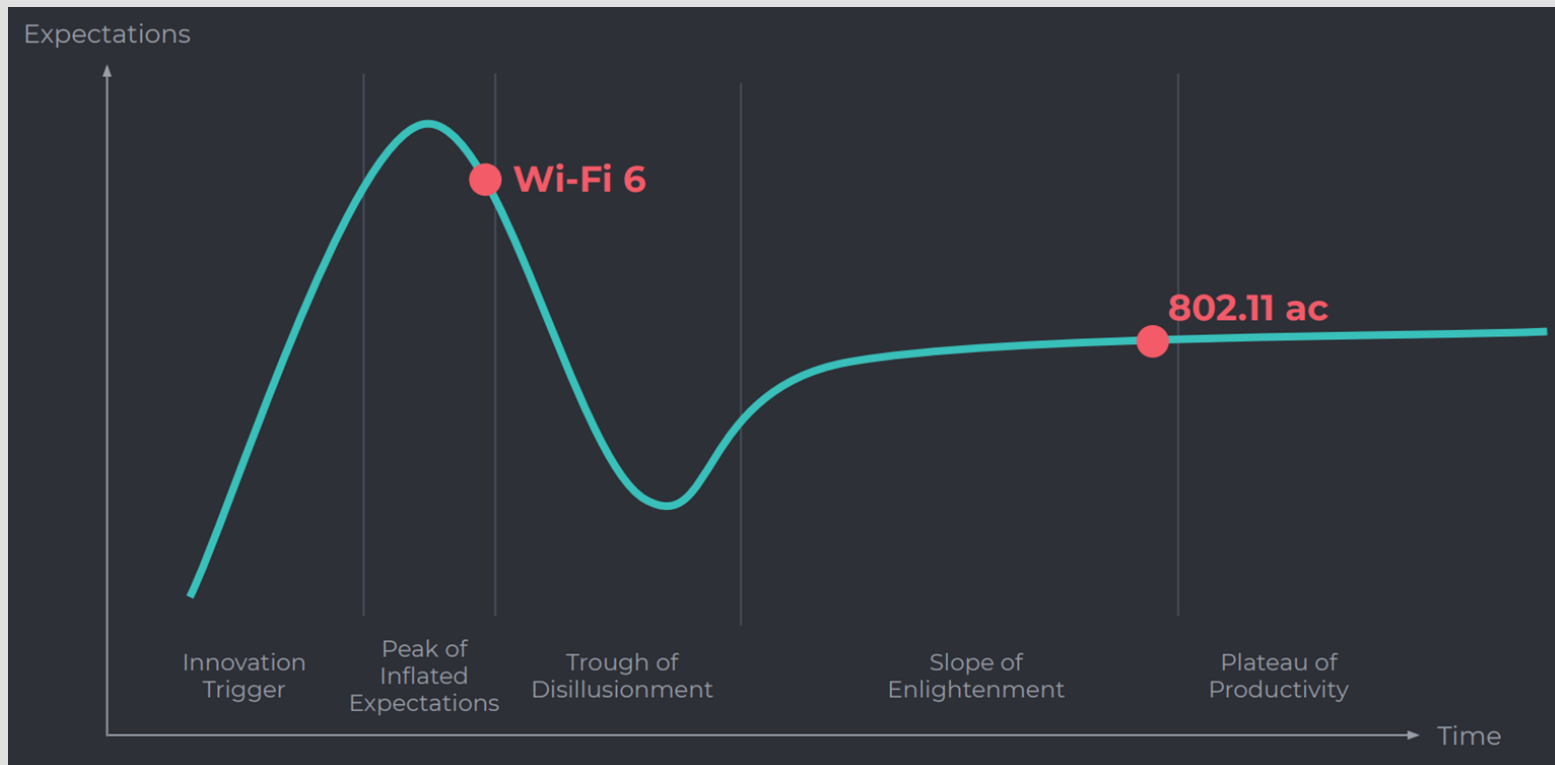
Где Wi-Fi 6 сейчас?

OFFICIAL IEEE 802.11 WORKING GROUP PROJECT TIMELINES - 2019-09-25

IN PROCESS - Standards, Amendments, and Recommended Practices

IEEE Project and Final Document	Final Doc Type	Project Authorization Request (PAR)	Task Group and Activity	Documentation		Current Status	PAR Approved, Modified, or Extended [Expires]	WG Letter Ballots			Form Standards Association (SA) Ballot Pool / Reform	MEC / MDR Done	IEEE SA Ballots			Final 802.11 WG Approval	Final or Conditional 802 EC Approval	RevCom & Standards Board Final or Continuous Process Approval	ANSI Approved	Superseded or Withdrawn by Standards Board
				Session End Snapshot				Draft	Date	Result			Draft	Date	Result					
				Format & Version	Incorporated Baselines															
IEEE Std P802.11ax	A	High Efficiency WLAN	TGax	PDF D4.30	802.11-2016 802.11ai-2016 802.11ah-2016 802.11aj-2018 802.11ak-2018 802.11aq-2018 802.11md	Actual	2014-03-27 [2020-12-31]	D1.0	2017-01-08	58%	2019-09-01	2019-05-01								
						Predicted	C	C	C	C										C

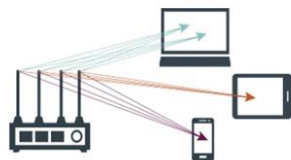
Где Wi-Fi 6 сейчас?



В чём профит, Лебовски?

Wi-Fi CERTIFIED 6™ key features

Downlink Multi-User MIMO



OFDMA



Beamforming



160 MHz Channel Bandwidth



Target Wake Time



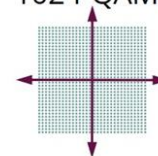
BSS Coloring



8 Spatial Streams



1024-QAM



Кому что выгодно?

“Много данных, мало клиентов”

“Мало данных, мало батареи”

“Много данных, много клиентов”



Wi-Fi опять стал быстрее!

802.11ax, MCS9@40 = 229,4 Мб/с

802.11ac, MCS9@40 = 200 Мб/с

Modulation and coding schemes for single spatial stream

MCS index ^[a]	Modulation type	Coding rate	Data rate (in Mb/s) ^[b]							
			20 MHz channels		40 MHz channels		80 MHz channels		160 MHz channels	
			1600 ns GI ^[c]	800 ns GI	1600 ns GI	800 ns GI	1600 ns GI	800 ns GI	1600 ns GI	800 ns GI
0	BPSK	1/2	8	8.6	16	17.2	34	36.0	68	72
1	QPSK	1/2	16	17.2	33	34.4	68	72.1	136	144
2	QPSK	3/4	24	25.8	49	51.6	102	108.1	204	216
3	16-QAM	1/2	33	34.4	65	68.8	136	144.1	272	282
4	16-QAM	3/4	49	51.6	98	103.2	204	216.2	408	432
5	64-QAM	2/3	65	68.8	130	137.6	272	288.2	544	576
6	64-QAM	3/4	73	77.4	146	154.9	306	324.4	613	649
7	64-QAM	5/6	81	86.0	163	172.1	340	360.3	681	721
8	256-QAM	3/4	98	103.2	195	206.5	408	432.4	817	865
9	256-QAM	5/6	108	114.7	217	229.4	453	480.4	907	961
10	1024-QAM	3/4	122	129.0	244	258.1	510	540.4	1021	1081
11	1024-QAM	5/6	135	143.4	271	286.8	567	600.5	1134	1201

Modulation and coding schemes

MCS index ^[a]	Spatial Streams	Modulation type	Coding rate	Data rate (in Mbit/s) ^{[16][b]}							
				20 MHz channels		40 MHz channels		80 MHz channels		160 MHz channels	
				800 ns GI	400 ns GI	800 ns GI	400 ns GI	800 ns GI	400 ns GI	800 ns GI	400 ns GI
0	1	BPSK	1/2	6.5	7.2	13.5	15	29.3	32.5	58.5	65
1	1	QPSK	1/2	13	14.4	27	30	58.5	65	117	130
2	1	QPSK	3/4	19.5	21.7	40.5	45	87.8	97.5	175.5	195
3	1	16-QAM	1/2	26	28.9	54	60	117	130	234	260
4	1	16-QAM	3/4	39	43.3	81	90	175.5	195	351	390
5	1	64-QAM	2/3	52	57.8	108	120	234	260	468	520
6	1	64-QAM	3/4	58.5	65	121.5	135	263.3	292.5	526.5	585
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



160 МГц (снова?)

5 GHz Channel Allocations

Frequency (GHz)	5.150	5.250	5.470	5.600	5.640	5.725	5.850											
802.11 Allocations	UNII-1				UNII-2a		UNII-3											
Center Frequency	5180	5200	5220	5240	5260	5280	5300	5320	5660	5680	5700	5720	5745	5765	5785	5805	5825	
20 MHz	36	40	44	48	52	56	60	64	132	136	140	144	149	153	157	161	165	
40 MHz	38		46		54		62		134		142		151		159			
80 MHz	42				58				138				155					
160 MHz	50																	
									TDWR									

DFS (по-прежнему!)

5 GHz Channel Allocations

Frequency (GHz)	5.150	5.250	5.470	5.600	5.640	5.725	5.850																		
802.11 Allocations	UNII-1				UNII-2a				UNII-2c (Extended)								UNII-3								
Center Frequency	5180	5200	5220	5240	5260	5280	5300	5320	5500	5520	5540	5560	5580	5600	5620	5640	5660	5680	5700	5720	5745	5765	5785	5805	5825
20 MHz	36	40	44	48	52	56	60	64	100	104	108	112	116	120	124	128	132	136	140	144	149	153	157	161	165
40 MHz	38		46		54		62		102		110		118		126		134		142		151		159		
80 MHz	42				58				106				122				138				155				
160 MHz	50								114																

DFS никто особо не любит!

DFS (по-прежнему!)

Избегать радары.

Как?

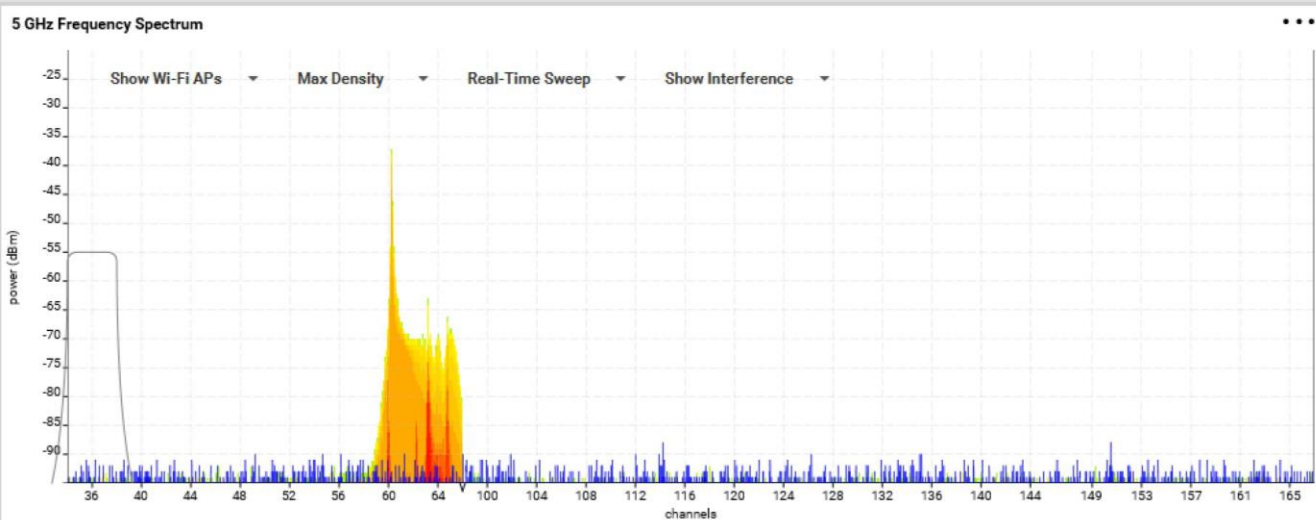
Убегая на другой канал.

Какой?

Какой выбрал производитель.

Молчать, пока не услышишь, что кто-то говорит!

DFS (по-прежнему!)



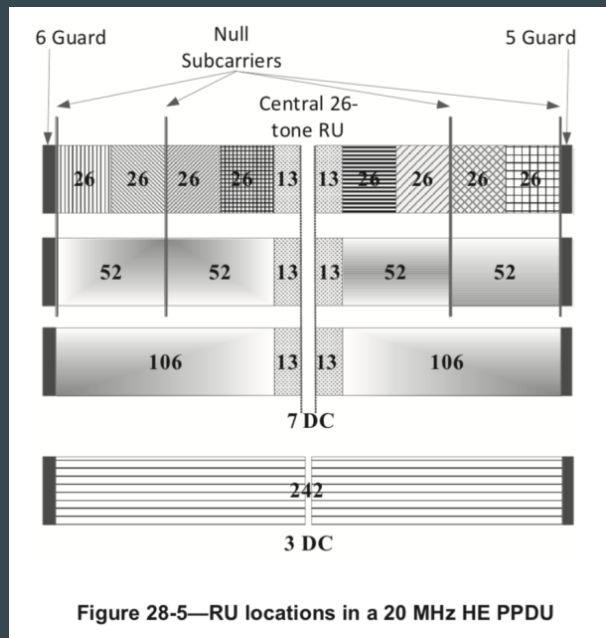
```
[*10/17/2019 07:25:37.1008] DOT11_UPLINK_SCAN: Scanning again in 5 Seconds
[*10/17/2019 07:25:39.2952] Radar detected: cf=5312 bw=4 evt='DFS Radar Detection Chan = 64'
[*10/17/2019 07:25:39.2954] wcp/dfs :: RadarDetection: radar detected
[*10/17/2019 07:25:39.2954] wcp/dfs :: RadarDetection: sending packet out to capwapd, slotId=1, msgLen=386, chanCnt=1 -64
[*10/17/2019 07:26:33.4939] DOT11_UPLINK_SCAN: Scanning again in 5 Seconds
[*10/17/2019 07:27:29.8876] DOT11_UPLINK_SCAN: Scanning again in 5 Seconds
[*10/17/2019 07:27:35.7828] Radar detected: cf=5323 bw=4 evt='DFS Radar Detection Chan = 64'
[*10/17/2019 07:27:35.7829] wcp/dfs :: RadarDetection: radar detected
[*10/17/2019 07:27:35.7830] wcp/dfs :: RadarDetection: sending packet out to capwapd, slotId=1, msgLen=386, chanCnt=1 -64
[*10/17/2019 07:27:49.7051] Radar detected: cf=5324 bw=4 evt='DFS Radar Detection Chan = 64'
[*10/17/2019 07:27:49.7052] wcp/dfs :: RadarDetection: radar detected
[*10/17/2019 07:27:49.7053] wcp/dfs :: RadarDetection: sending packet out to capwapd, slotId=1, msgLen=386, chanCnt=1 -64
[*10/17/2019 07:28:26.2717] DOT11_UPLINK_SCAN: Scanning again in 5 Seconds
```

Привет. Как
вайфай?)))



OFDMA (ну наконец-то, Андрей, давно пора, обычно с этого начинают рассказывать про Wi-Fi 6)

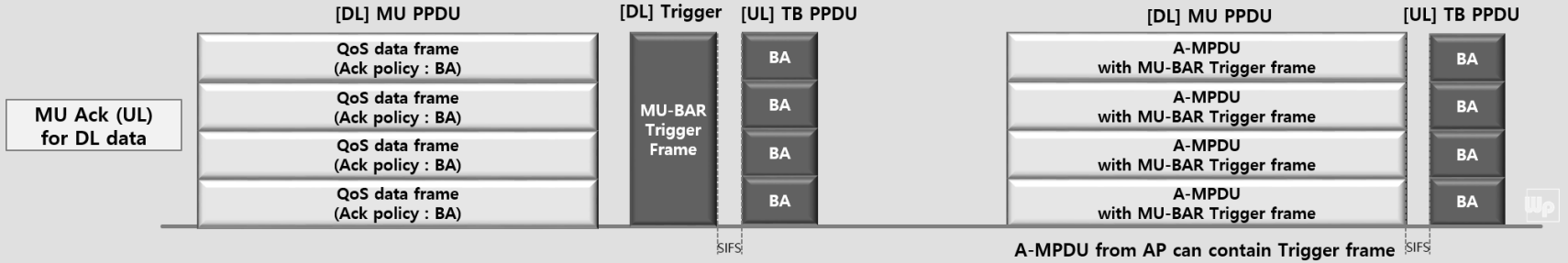
(представьте здесь картинку с однополосной дорогой и многополосным шоссе)



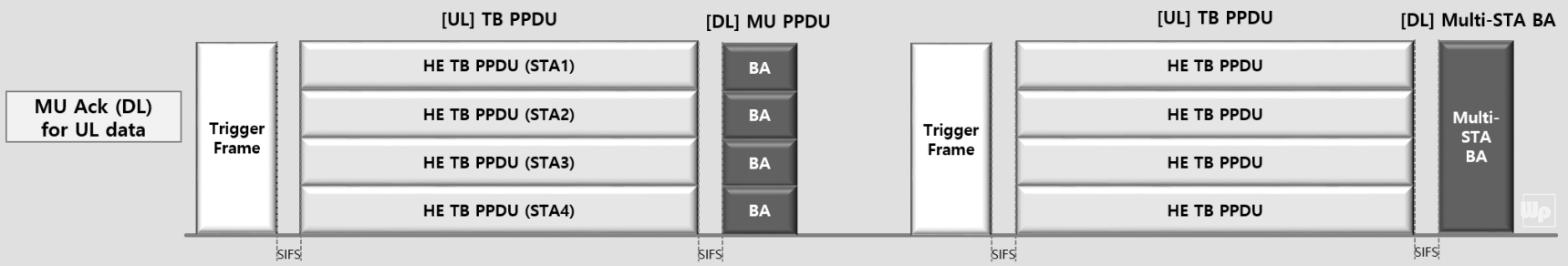
Точка решает, чьи данные уложатся в каждый из RU, как их сгруппировать, на основании каких критериев



MU-MIMO (было же уже, нет?)



Но теперь ещё и Uplink!



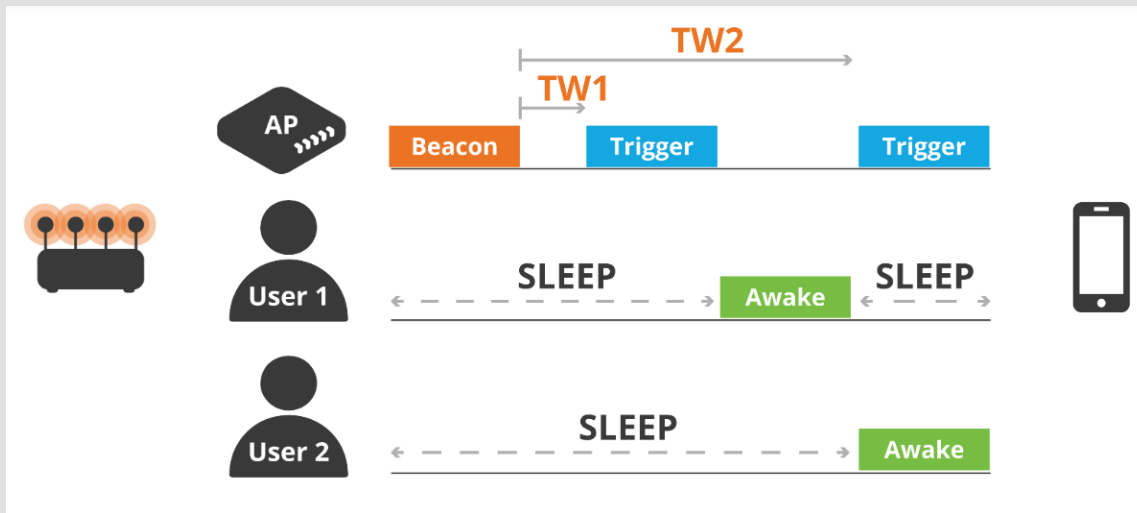
Осторожно, триггеры!

Trigger frame — новый тип Control Frame в 802.11

Контролирует всё, что так или иначе связано с MU, вне зависимости от направления и реализации (DL-OFDMA, UL-OFDMA, MU-MIMO, Beamforming)



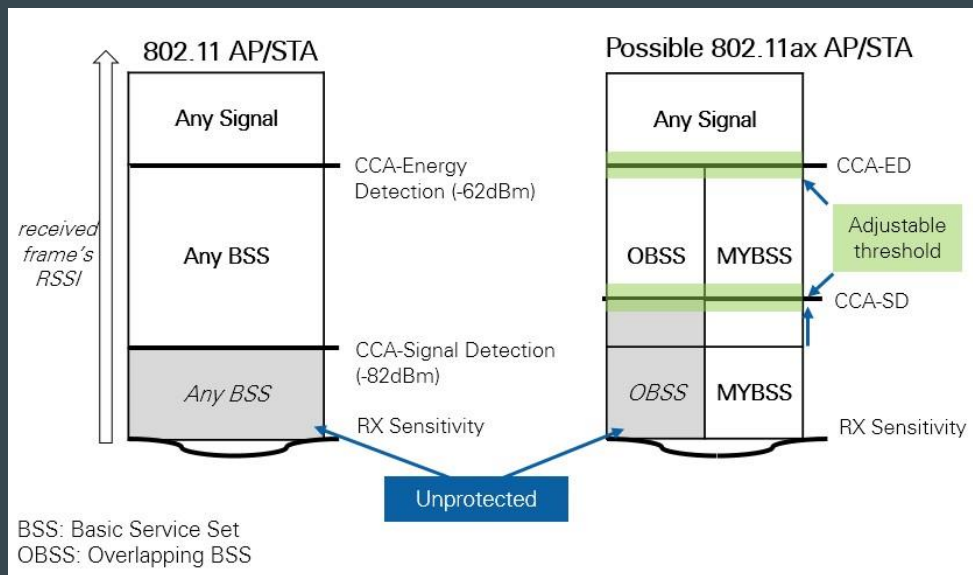
Target Wake Time



Каждый сам предложит, сколько емв
спать, но решит в итоге точка д



BSS Coloring



Два NAV — разное поведение при занятии среды своими фреймами и чужими фреймами

Можно играть мощностью своих клиентов

Не спасает полностью от CCI!

Остальные мелочи

MultiBSS

Увеличение длины символа OFDM и GI

Probe Response Dwell Time — ?

Прав ли Карамзин?

BSS coloring, TWT — 802.11ah (2016)

Увеличение длины символов

— 802.11p, 2010 год

MultiBSS — 802.11-2012, идея из 2007

802.16e-2005 — OFDMA, MIMO

Прав ли Карамзин?



802.16e-2005 — OFDMA, MIMO









Точки есть, а где клиенты?

Карнавал самсунгов закончился — подтягиваются остальные:

Радио — Qualcomm, Broadcom, Intel, Marvell,
Cypress

Они же — в списке testbench-оборудования:

- Broadcom® BCM4375
- Broadcom® BCM43698
- Broadcom® BCM43684
- Cypress CYW 89650 Auto-Grade Wi-Fi 6 Certified
- Intel® Wi-Fi 6 (Gig+) AX200 (for PCs)
- Intel® Home Wi-Fi Chipset WAV600 Series (for routers and gateways)
- Marvell 88W9064 (4x4) Wi-Fi 6 Dual-Band STA
- Marvell 88W9064 (4x4) + 88W9068 (8x8) Wi-Fi 6 Concurrent Dual-Band AP
- Qualcomm® Networking Pro 1200 Platform
- Qualcomm® FastConnect 6800 Wi-Fi 6 Mobile Connectivity Subsystem
- Ruckus R750 Wi-Fi 6 Access Point

 Product Name: M.2 Module / 782183-... Model Number: 782183-11ax Brand: Fujitsu Client Computing Limited Category: Computers & Accessories Last Certified Date: 2019-10-25	 Product Name: Surface Model 1867, 1... Model Number: 1867, 1868, 1872 Brand: Microsoft Category: Computers & Accessories Last Certified Date: 2019-10-30
 Product Name: Intel(R) Wi-Fi 6 AX201 ... Model Number: 6 AX201 Brand: Intel Category: Computers & Accessories Last Certified Date: 2019-10-25	 Product Name: Intel(R) Wi-Fi 6 AX200 ... Model Number: 6 AX200 Brand: Intel Category: Computers & Accessories Last Certified Date: 2019-08-29
 Product Name: Intel(R) Wi-Fi 6 AX200 ... Model Number: 6 AX200 Brand: Intel Category: Computers & Accessories Last Certified Date: 2019-08-29	 Product Name: SM-G970U Model Number: SM-G970U Brand: Samsung Electronics Category: Phones Last Certified Date: 2019-11-01
 Product Name: SM-G970F/DS Model Number: SM-G970F/DS Brand: Samsung Electronics Category: Phones Last Certified Date: 2019-11-01	 Product Name: SM-G973F Model Number: SM-G973F Brand: Samsung Electronics Category: Phones Last Certified Date: 2019-11-01

Клиенты есть, что с фичами?

Тестируются:

OFDMA MU-MIMO/Beamforming

TWT QAM1024/160 MHz MultiBSS

Не тестируется — BSS Coloring

Когда переходим?

Сейчас

(морально подготовившись к разным моделям оркестрации)

Спасибо за внимание!