

АРХИТЕКТУРА ALL WIRELESS OFFICE: СОВРЕМЕННЫЙ ОФИС БЕЗ ПРОВОДОВ

ПОЛУЧИТЬ МАКСИМУМ ОТ БЕСПРОВОДНОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ

АНДРЕЙ ДЕНИСОВ

ВЕДУЩИЙ ИНЖЕНЕР ПО СЕТЕВЫМ РЕШЕНИЯМ LWCOSM

Типовые подходы к построению инфраструктуры Wi-Fi



Wi-Fi долгое время оставался «дополнительным» ИТ-сервисом



Реализация сетей соответствовала требованиям от бизнеса



Анализ задач. Основные драйверы развития инфраструктуры БЛВС в Организации

- Мобильность сотрудников
- Изменение ландшафта пользовательских устройств
- Стоимость подключения
- Увеличение продуктивности за счет удобства
- Изменение ландшафта приложений
- Интеграция в ИТ-инфраструктуру организации
- Сквозные безопасность и контроль

Стандартизация и конвергенция сервисов сетевого доступа (провод, беспровод, VPN)

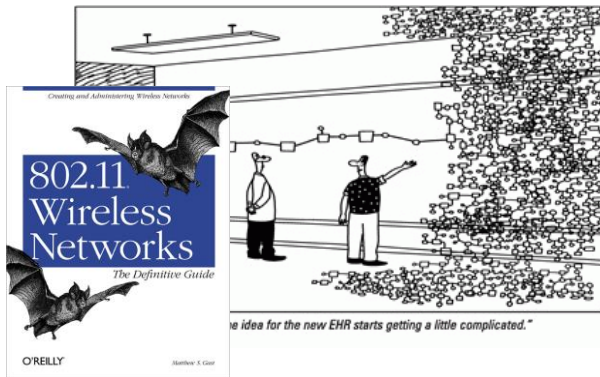
Анализ итераций. Критический взгляд



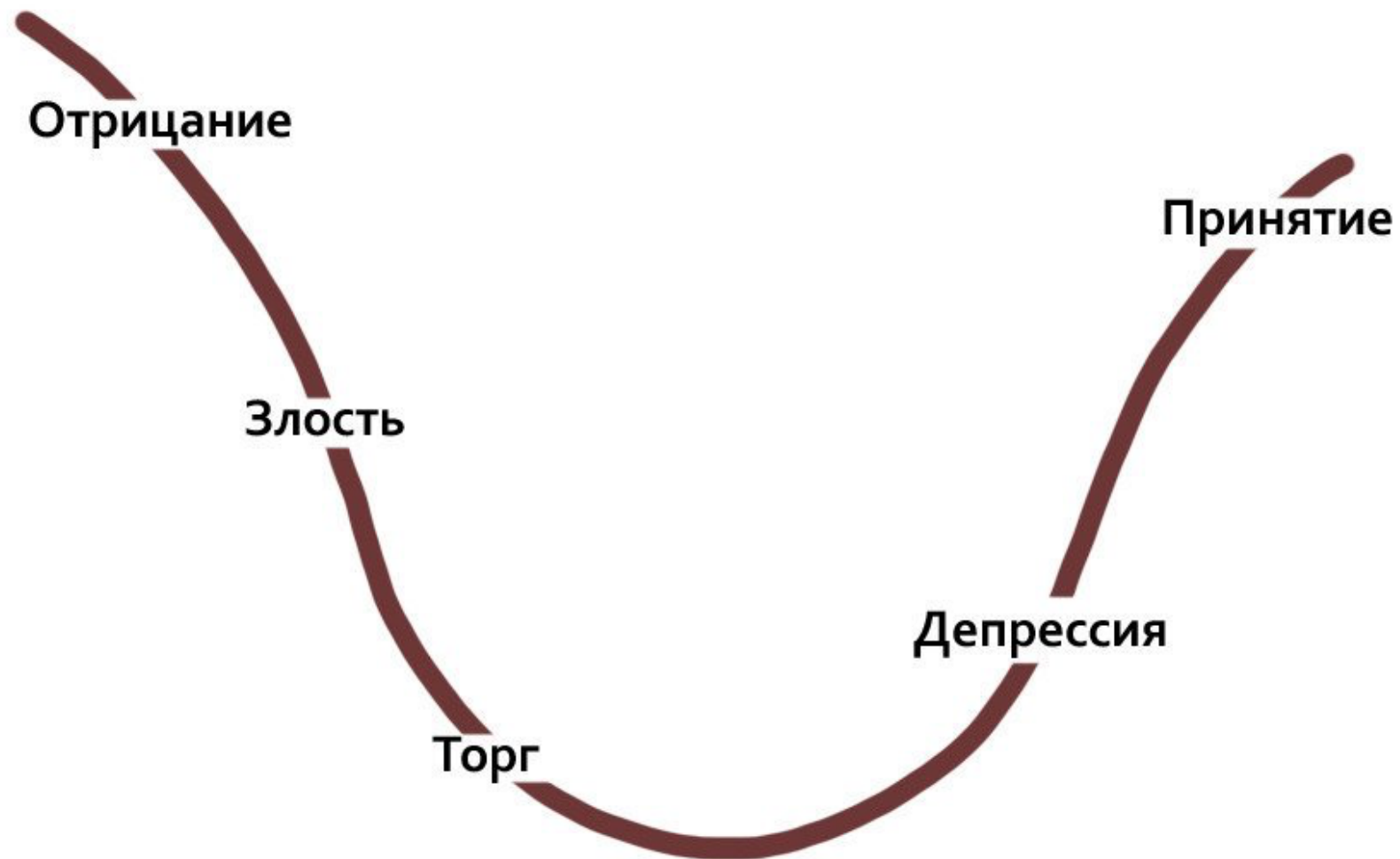
Эти интеграторы со своими инженерами, обследованиями и проектами хотят так много за свои услуги ...

... инженерные основы технологий и референсные дизайны вендоров чрезмерно сложные ...

... но гомеопатия, экстрасенсы, шаманство профильные форумы и развитое сообщество не помогают ...



Анализ итераций. Критический взгляд





Надежно ли это?

Рефакторинг. Системный подход.

- В чем проблема?
- Что мы делаем и какова цель?
- Для чего мы это делаем?
- Каковы метрики оценки успеха?



Архитектура All Wireless Office. Интеграция в корпоративную ИТ инфраструктуру



Архитектура All Wireless Office.

Ориентация на приложения “by Design”

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ПРИЛОЖЕНИЙ	ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ	ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К ЗАДЕРЖКАМ	ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К ВАРИАЦИИ ЗАДЕРЖКИ	ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К ПОТЕРЯМ
Email	низкие	низкая	Низкая	низкая
WEB-серфинг	низкие	низкая	Низкая	низкая
Файловый обмен, работа с документами в облаке	средние-высокие	низкая	Низкая	низкая
Обмен сообщениями (в современном виде)	низкие	средняя	Средняя	средняя
Стриминг (включая рабочий стол)	средние-высокие	средняя	Средняя	средняя
Видео по запросу	высокие	средняя	Средняя	низкая
VoIP/VoWiFi	низкие	высокая	высокая	высокая
Видеоконференции	средние-высокие	высокая	высокая	высокая

Архитектура All Wireless Office. Учет возможностей клиентов

Device	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	SS	.11	MU-MIMO	.11v	Link	Region	Version	Max Tx	.11w
Intel AX200NGW	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	2	ax	Y	N	PCAP	US		22	
Intel 6235	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	2	n			PCAP	US		15	
Intel 7265	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	2	ac			PCAP	US	3.16.0-49-generi	22	
Intel 7260	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	2	ac			PCAP	US	3.16.0-49-generi	22	
Intel 6300-Ultimate	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	3	n			PCAP	US	Windows10	15	
Intel 8265	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	2	ac	Y		PCAP	US	Windows		
iMac 5K	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	3	ac			PCAP	US			
iMac (Mid 2007)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	2	n			PCAP	US	OSX		
iMac (Mid 2011)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	3	n			PCAP	US	10.11		
iPad2 (Retina)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	/	/	/	/	/	/	1	n			PCAP	EU				
iPad2	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	1	n			PCAP	US			
iPad 3	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	1	n			PCAP	US			
iPad 4	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	2	ac	N	Y	PCAP	US			
iPad Air	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	2	n			PCAP	US			
iPad Air 2	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	2	ac	N		PCAP	US			
iPad Mini 1	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	1	n			PCAP	US	iOS 9		
iPad Mini 2	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y					PCAP	US			
iPad Mini 4	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	2	ac	N	Y	PCAP	US			
iPad Pro	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	2	ac	Y		PCAP	US			
iPad Pro 7	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	2	ac			PCAP	EU			
iPad Pro 10	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	2	ac	N	Y	PCAP	US			
iPad 9 (2017)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	2	ac	N		PCAP	EU	iOS 9		
iPhone 5	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	1	n			PCAP	EU			
iPhone 5c	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	1	n	Y		PCAP	US	iOS 8		
iPhone 5s	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	1	n		Y	PCAP	US			
iPhone 5s	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	1	n		Y	PCAP	US			
iPhone 6	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	1	ac	N	Y	PCAP	US			
iPhone 6	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	1	ac	N	Y	PCAP	EU			
iPhone 6S	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	2	ac							
iPhone 6S+	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	2	ac							
iPhone 7	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	2	ac							
iPhone 7+	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	2	ac							
iPhone 7	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	2	ac							

<https://clients.mikealbano.com>

MacBook Air

▼ Hardware

- ATA
- Audio
- Bluetooth
- Card Reader
- Diagnostics
- Disc Burning
- Ethernet Cards
- Fibre Channel
- FireWire
- Graphics/Displays
- Hardware RAID
- Memory
- PCI Cards
- Parallel SCSI
- Power
- Printers
- SAS
- Serial-ATA
- Thunderbolt
- USB

▼ Network

- Firewall
- Locations
- Modems
- Volumes
- WWAN
- Wi-Fi

Software Versions:

- CoreWLAN: 3.0.1 (301.11)
- CoreWLANKit: 2.0 (200.10)
- Menu Extra: 8.0 (800.7)
- configd plug-in: 8.0.1 (801.17)
- System Information: 8.0 (800.1)
- IO80211 Family: 5.0 (500.15)
- WiFi Diagnostics: 1.1 (110.26)
- AirPort Utility: 6.1 (610.31)

Interfaces:

en0:

- Card Type: AirPort Extreme (0x14E4, 0xE9)
- Firmware Version: Broadcom BCM43xx 1.0 (5.106.98.81.22)
- MAC Address:
- Locale: FCC
- Country Code: US
- Supported PHY Modes: 802.11 a/b/g/n
- Supported Channels: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 36, 40, 44, 48, 52, 56, 60, 64, 100, 104, 108, 112, 116, 120, 124, 128, 132, 136, 140, 149, 153, 157, 161, 165
- Wake On Wireless: Supported
- AirDrop: Supported
- Status: Connected

Mac mini

Звук

Камера

Карты Ethernet

Контроллер

Память

Параллельный SCSI

Принтеры

Устройство чтени...

Хранилище

Электропитание

▼ Сеть

- WWAN
- Wi-Fi

Брандмауэр

Размещения

Томы

▼ ПО

Frameworks

Версии ПО:

- CoreWLAN: 13.0 ((null))
- CoreWLANKit: 13.0 ((null))
- Дополнительное меню: 13.0 ((null))
- Информация о системе: 12.0 (1355)
- Семейство IO80211: 12.0 (1200.12.2b1)
- Диагностика: 1.0 (910)
- Утилита AirPort: Не установлено

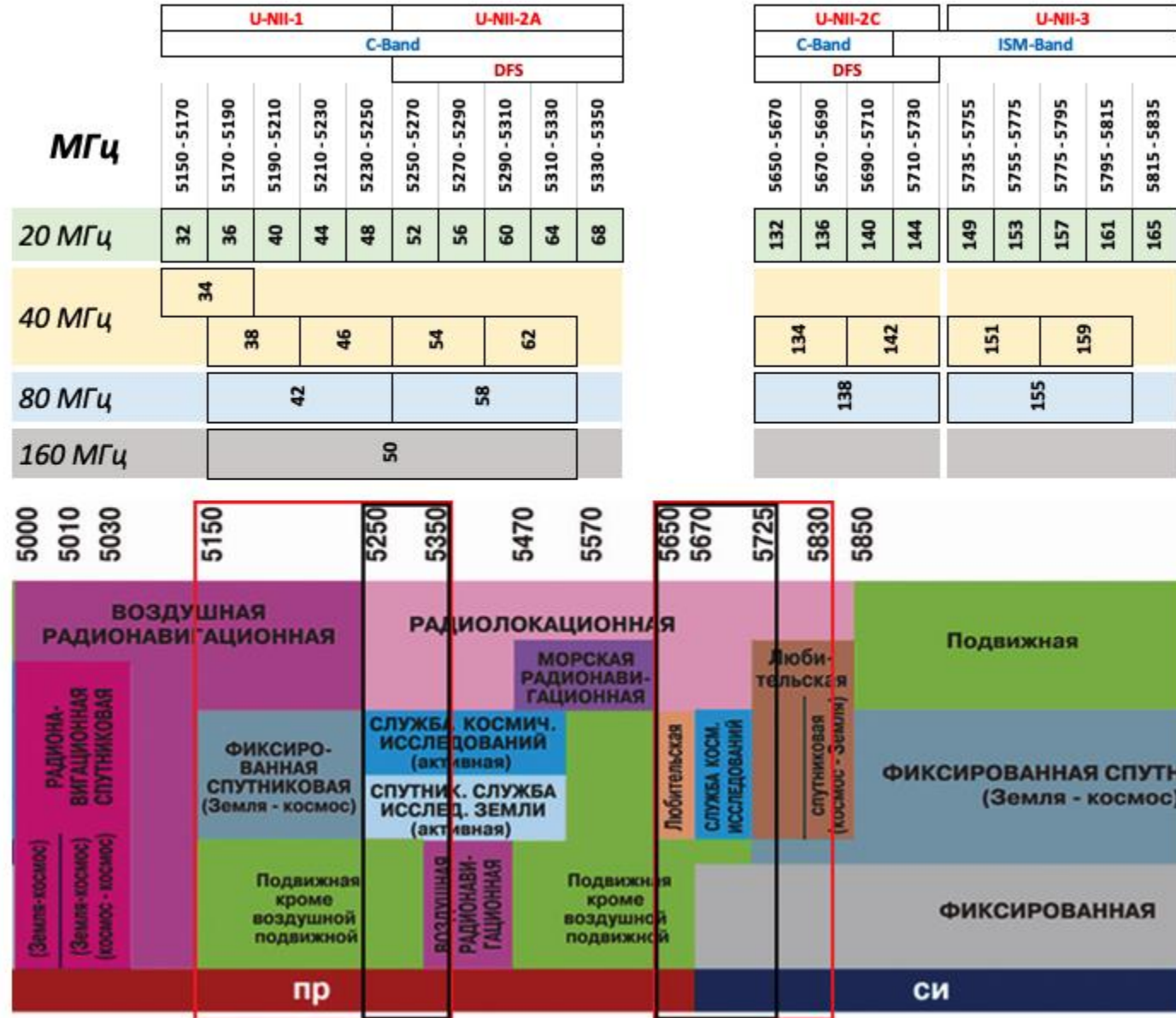
Интерфейсы:

en1:

- Тип карты: AirPort Extreme (0x14E4, 0x10E)
- Версия прошивки: Broadcom BCM43xx 1.0 (7.21.190.33 AirPortDriverBrcm4360-1415)
- MAC-адрес: 28:cf:e9:0d:40:93
- Регион: RoW
- Код страны: IL
- Поддерживаемые режимы PHY: 802.11 a/b/g/n
- Поддерживаемые каналы: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 36, 40, 44, 48, 52, 56, 60, 64
- Завершить режим сна по команде по беспроводной сети: Поддерживается
- AirDrop: Поддерживается
- Канал AirDrop: 44
- Статус: Подключено

Mac mini - admin > Сеть > Wi-Fi

Радиоресурсы. Планирование



Радиоресурсы. Основы и фундаментальные ограничения

Теорема Шеннона — Хартли

$$C = B * \log_2 (1 + SNR)$$

где

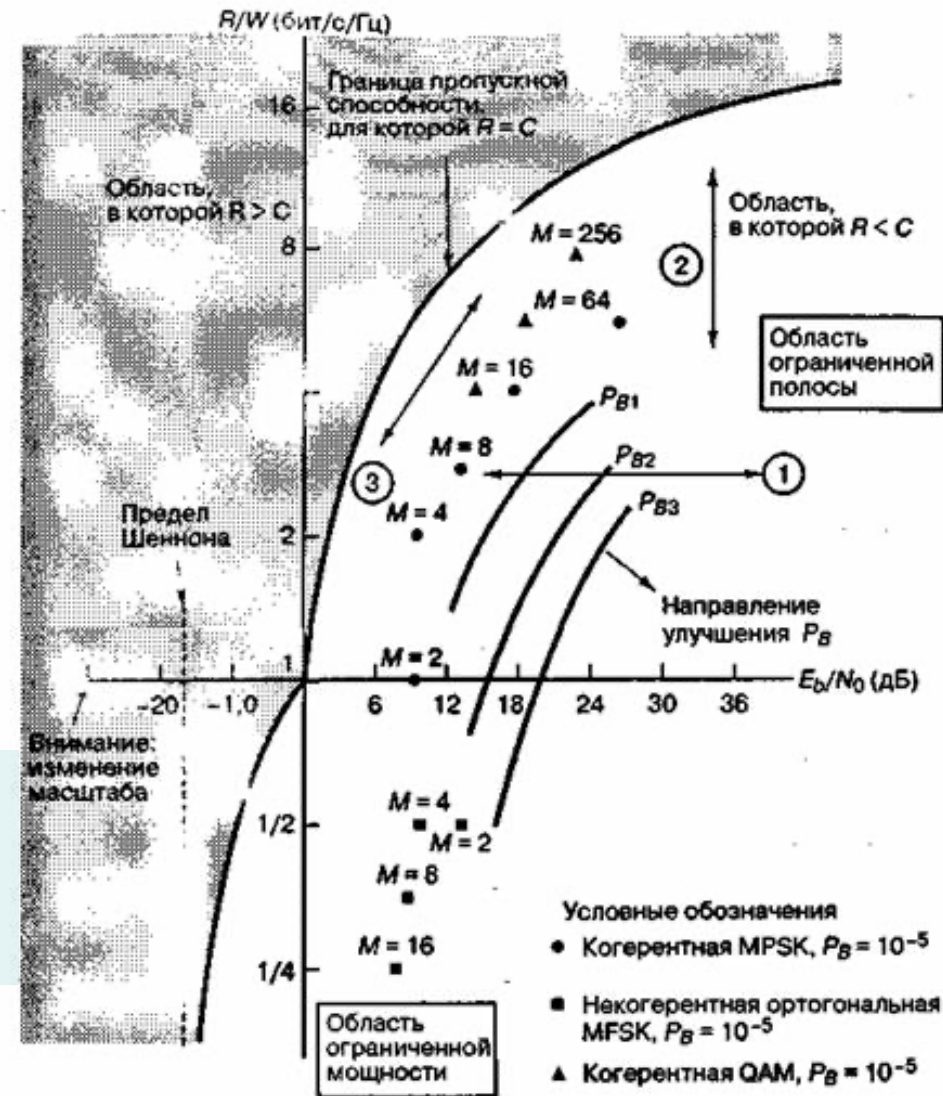
C (Capacity) — пропускная способность канала, бит/с;

B (Bandwidth) — полоса пропускания канала, Гц;

SNR (Signal to Noise ratio) — отношение мощности сигнала

Пропускная способность канала передачи данных **логарифмически зависит от SNR**

SNR – ключевой параметр при планировании радиопокрытия!



Радиоресурсы. Кодировки

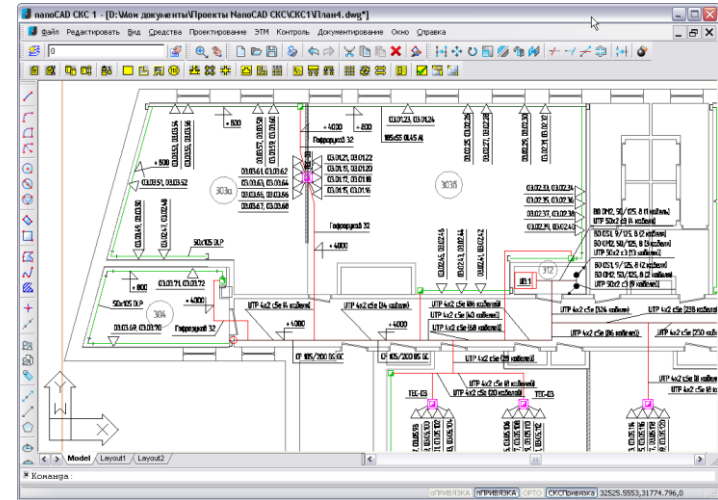
<https://www.wlanpros.com/resources/mcs-index-802-11ac-vht-chart/>

802.11ac - VHT

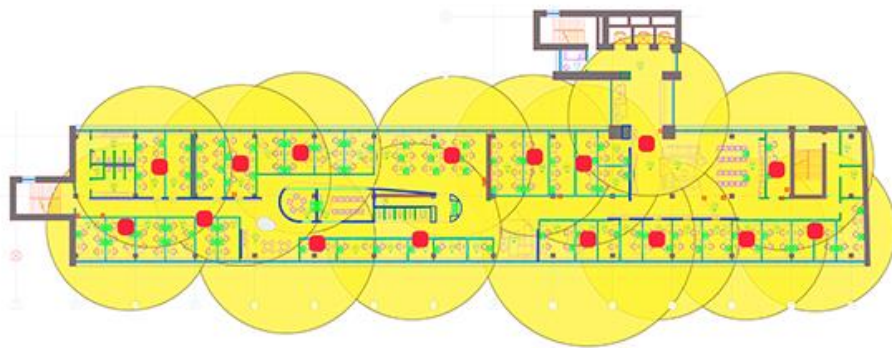
MCS, SNR and RSSI

VHT MCS	Modulation	Coding	20 MHz				40 MHz				80 MHz				160 MHz			
			Data Rate		Min.	RSSI	Data Rate		Min.	RSSI	Data Rate		Min.	RSSI	Data Rate		Min.	RSSI
			800ns	400ns	SNR		800ns	400ns	SNR		800ns	400ns	SNR		800ns	400ns	SNR	
1 Spatial Stream																		
0	BPSK	1/2	6.5	7.2	2	-82	13.5	15	5	-79	29.3	32.5	8	-76	58.5	65	11	-73
1	QPSK	1/2	13	14.4	5	-79	27	30	8	-76	58.5	65	11	-73	117	130	14	-70
2	QPSK	3/4	19.5	21.7	9	-77	40.5	45	12	-74	87.8	97.5	15	-71	175.5	195	18	-68
3	16-QAM	1/2	26	28.9	11	-74	54	60	14	-71	117	130	17	-68	234	260	20	-65
4	16-QAM	3/4	39	43.3	15	-70	81	90	18	-67	175.5	195	21	-64	351	390	24	-61
5	64-QAM	2/3	52	57.8	18	-66	108	120	21	-63	234	260	24	-60	468	520	27	-57
6	64-QAM	3/4	58.5	65	20	-65	121.5	135	23	-62	263.3	292.5	26	-59	526.5	585	29	-56
7	64-QAM	5/6	65	72.2	25	-64	135	150	28	-61	292.5	325	31	-58	585	650	34	-55
8	256-QAM	3/4	78	86.7	29	-59	162	180	32	-56	351	390	35	-53	702	780	38	-50
9	256-QAM	5/6			31	-57	180	200	34	-54	390	433.3	37	-51	780	866.7	40	-48
2 Spatial Streams																		
0	BPSK	1/2	13	14.4	2	-82	27	30	5	-79	58.5	65	8	-76	117	130	11	-73
1	QPSK	1/2	26	28.9	5	-79	54	60	8	-76	117	130	11	-73	234	260	14	-70
2	QPSK	3/4	39	43.3	9	-77	81	90	12	-74	175.5	195	15	-71	351	390	18	-68
3	16-QAM	1/2	52	57.8	11	-74	108	120	14	-71	234	260	17	-68	468	520	20	-65
4	16-QAM	3/4	78	86.7	15	-70	162	180	18	-67	351	390	21	-64	702	780	24	-61
5	64-QAM	2/3	104	115.6	18	-66	216	240	21	-63	468	520	24	-60	936	1040	27	-57
6	64-QAM	3/4	117	130.3	20	-65	243	270	23	-62	526.5	585	26	-59	1053	1170	29	-56
7	64-QAM	5/6	130	144.4	25	-64	270	300	28	-61	585	650	31	-58	1170	1300	34	-55
8	256-QAM	3/4	156	173.3	29	-59	324	360	32	-56	702	780	35	-53	1404	1560	38	-50
9	256-QAM	5/6			31	-57	360	400	34	-54	780	866.7	37	-51	1560	1733.3	40	-48
3 Spatial Streams																		
0	BPSK	1/2	19.5	21.7	2	-82	40.5	45	5	-79	87.8	97.5	8	-76	175.5	195	11	-73
1	QPSK	1/2	39	43.3	5	-79	81	90	8	-76	175.5	195	11	-73	351	390	14	-70
2	QPSK	3/4	58.5	65	9	-77	121.5	135	12	-74	263.3	292.5	15	-71	526.5	585	18	-68
3	16-QAM	1/2	78	86.7	11	-74	162	180	14	-71	351	390	17	-68	702	780	20	-65
4	16-QAM	3/4	117	130	15	-70	243	270	18	-67	526.5	585	21	-64	1053	1170	24	-61
5	64-QAM	2/3	156	173.3	18	-66	324	360	21	-63	702	780	24	-60	1404	1560	27	-57
6	64-QAM	3/4	175.5	195	20	-65	364.5	405	23	-62			26	-59	1579.5	1755	29	-56
7	64-QAM	5/6	195	216.7	25	-64	405	450	28	-61	877.5	975	31	-58	1755	1950	34	-55
8	256-QAM	3/4	234	260	29	-59	486	540	32	-56	1053	1170	35	-53	2106	2340	38	-50
9	256-QAM	5/6	260	288.9	31	-57	540	600	34	-54	1170	1300	37	-51			40	-48

Радиоресурсы. Проектирование покрытия – инженерная задача



Эффективное планирование радиопокрытия Wi-Fi в помещениях, пока, не регулируется СНиПами и т.п. ...

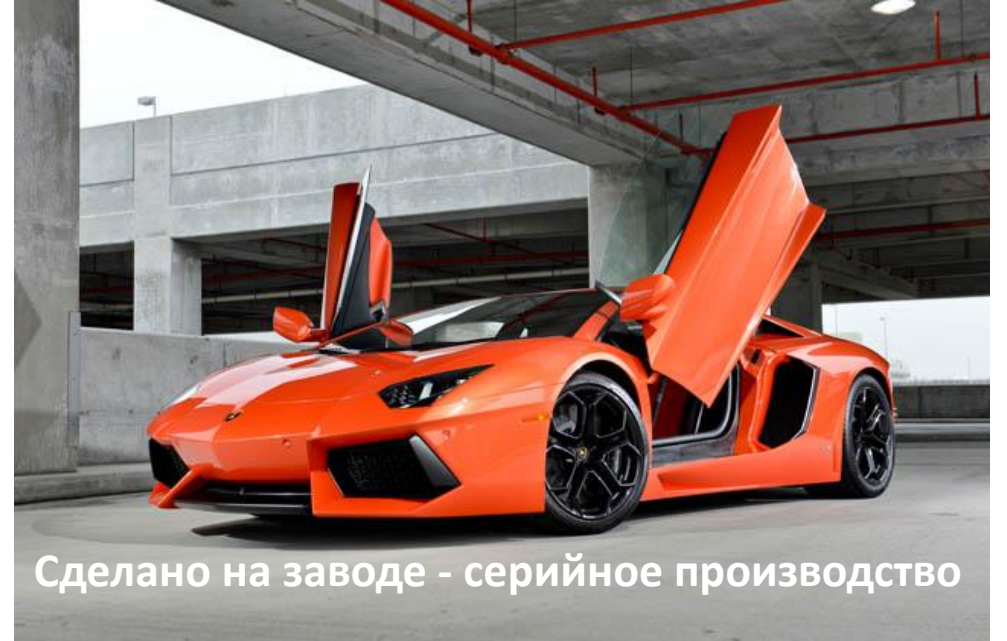


... но это серьезная инженерная задача и субъект многофакторного анализа

Радиоресурсы. Проектирование покрытия – инженерная задача



Сделано «своими руками» из того, что было



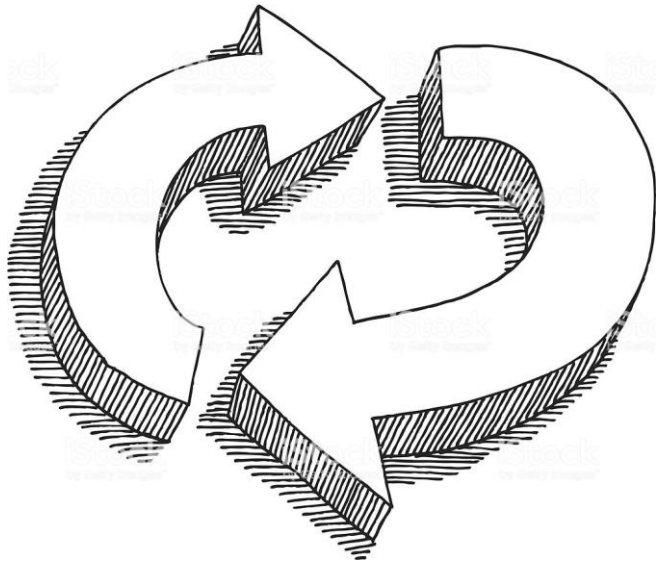
Сделано на заводе - серийное производство

Аналогия из другой инженерной отрасли - автомобилестроения



Решена инженерная задача

Итерация адаптации



- Сегментирование
- Оптимизация настроек инфраструктуры проводной сети
- Оптимизация настроек инфраструктурных сервисов
- Оптимизация архитектуры приложений
- Перенастройка и оптимизация настроек транспортных протоколов

Enterprise Roaming

Roaming Process

Table Key:
 X = Frame Exchange Occurs
 C = Client Variations
 S = Subset of Exchange Occurs
 P = Protocol Variation
 N/A = Step Not Performed

	Year Introduced
Passive Scanning	1997
Active Scanning (Probing)	1997
802.11 Open Auth	1997
802.11 Shared Key Auth	1997
802.11 Association	1997
802.1X/EAP Authentication	2000
DWEP Key Assignment (EAPoL)	2000
4-Way Handshake (EAPoL)	2000
2-Way GTK Handshake (EAPoL)	2000

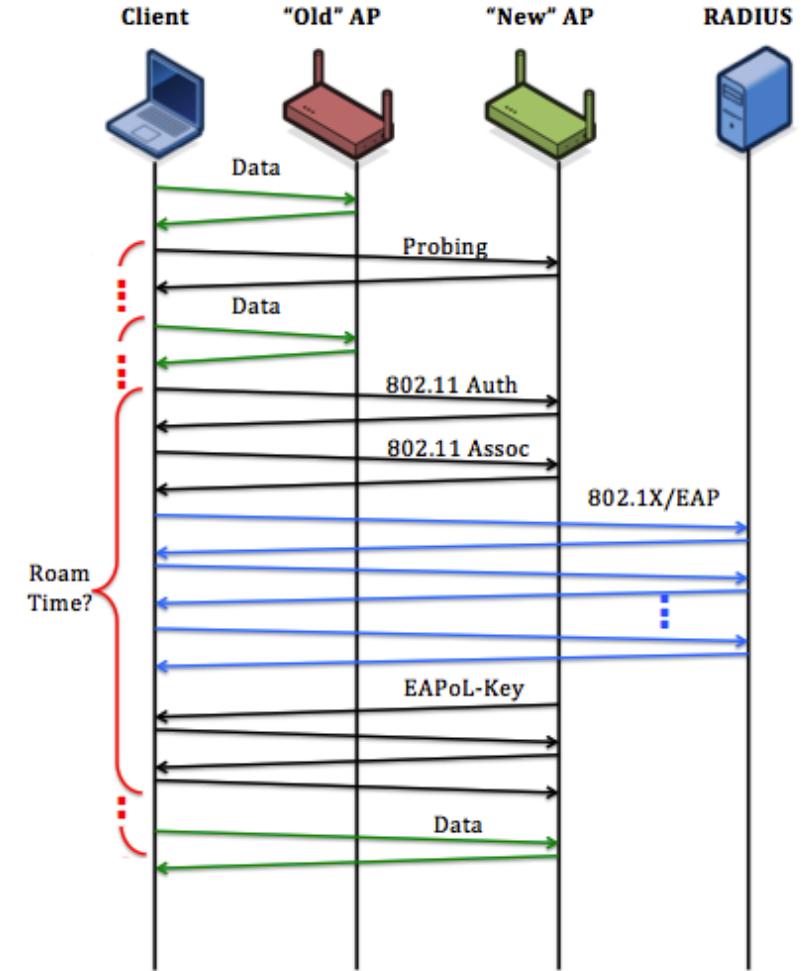
Revolution Wi-Fi

Wi-Fi Roaming Analysis <http://revolutionwifi.blogspot.com/2011/12/wi-fi-roaming-analysis-part-1.html>

Data

Wi-Fi Roaming Variations

Data Transfer Through Existing AP Allowed?	Open Network	Static WEP	Static WEP Shared Key	Dynamic WEP	Cisco CCKM	WPA/WPA2 Pre-Shared Key	WPA/WPA2 Full Authentication	WPA/WPA2 EAP Session Resumption	WPA2 PMK Caching	WPA2 PKC/OKC Caching	WPA2 Fast BSS Transition
	1997	1997	1997	2000	2004	2003	2003	2003	2004	2004	2008
Data Transfer Through Old AP											
Passive Scanning	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Active Scanning (Probing)	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
802.11 Open Auth	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
802.11 Shared Key Auth	N/A	N/A	X	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
802.11 Association	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
802.1X/EAP Authentication	N/A	N/A	N/A	X	N/A	N/A	X	S	N/A	N/A	N/A
DWEP Key Assignment (EAPoL)	N/A	N/A	N/A	X	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
4-Way Handshake (EAPoL)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	X	X	X	X	X	N/A
2-Way GTK Handshake (EAPoL)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	P	P	P	N/A	N/A	N/A
Data Transfer Through New AP											



- Стабильность ассоциации клиента – важнейший параметр сервиса
- Роуминг – прерогатива Клиента
- Разные клиенты имеют разные настройки драйверов в части пороговых значений роуминга
- Разные клиенты имеют различную поддержку механизмов оптимизации роуминга (802.11r/k/v)
- Стабильность роуминга опирается на стабильность инфраструктурных сервисов и проводной сети
- Не стоит излишествовать механизмами «подталкивания к роумингу» из-за потери стабильности ассоциации

Итоги

Wi-Fi стал важным сервисом и неотъемлемой частью рабочей среды организаций

All Wireless Office – комплексная архитектура, успех внедрения которой зависит от:

- Понимания требований приложений и возможностей клиентов
- Проработки эффективного радиопокрытия
- Готовности инфраструктуры проводной сети
- Готовности инфраструктурных сервисов

Вопросы?
wifi@lwcom.ru

LWCOM – ведущий системный интегратор региона.
Мы предоставляем полный комплекс решений в области
создания корпоративной ИТ-инфраструктуры.

ОФИС В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

199397, ул. Кораблестроителей, д.30 лит. А
+7(812) 640-07-44

ОФИС В МОСКВЕ

111033, Золоторожский вал, д.11, стр. 21
+7 (495) 640-07-44