

Компьютерные системы и сети



Физический и канальный
уровни взаимодействия.
Распределенные сети (WAN)

Олизарович Евгений Владимирович

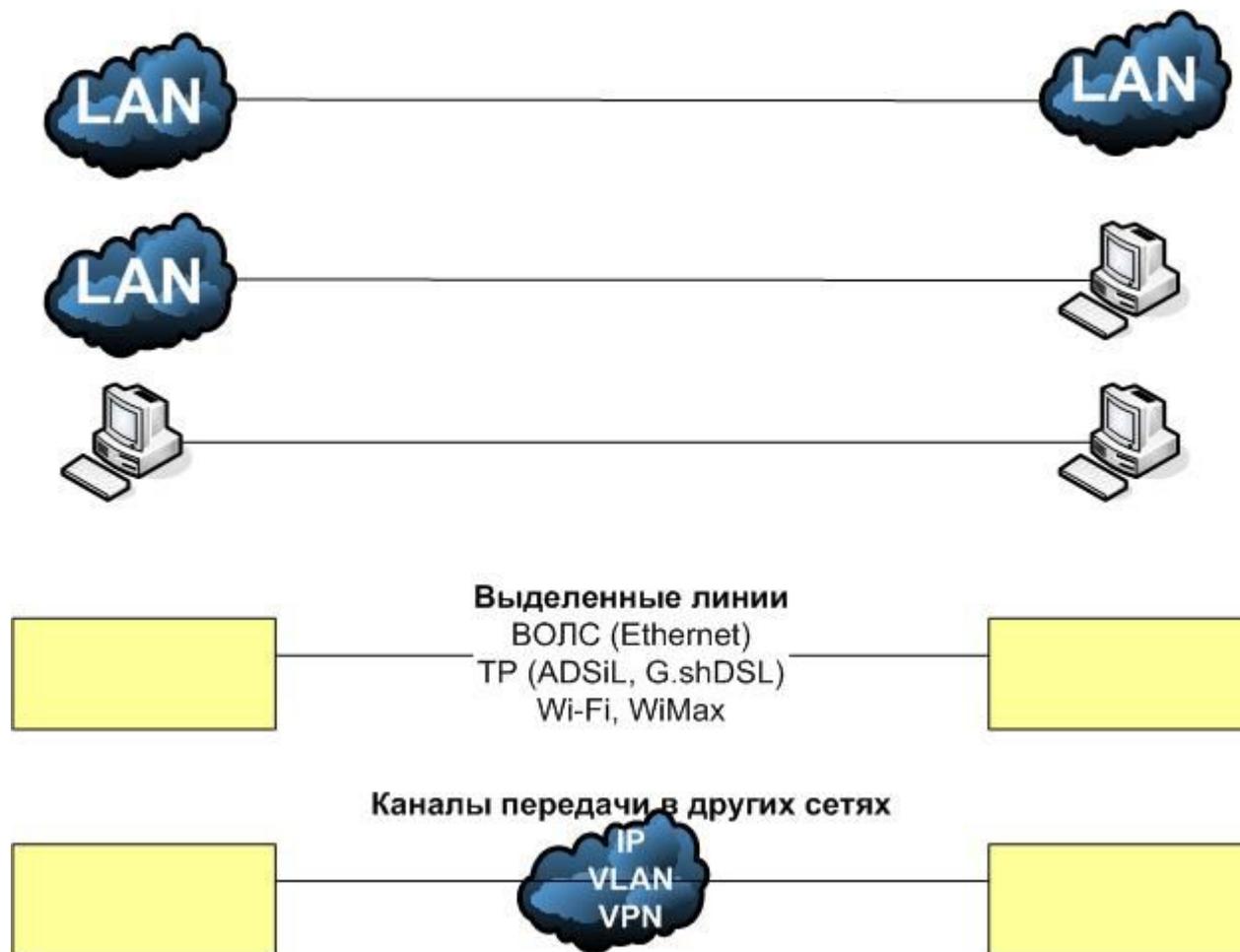
ГрГУ им. Я.Купалы. 2011/2012

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

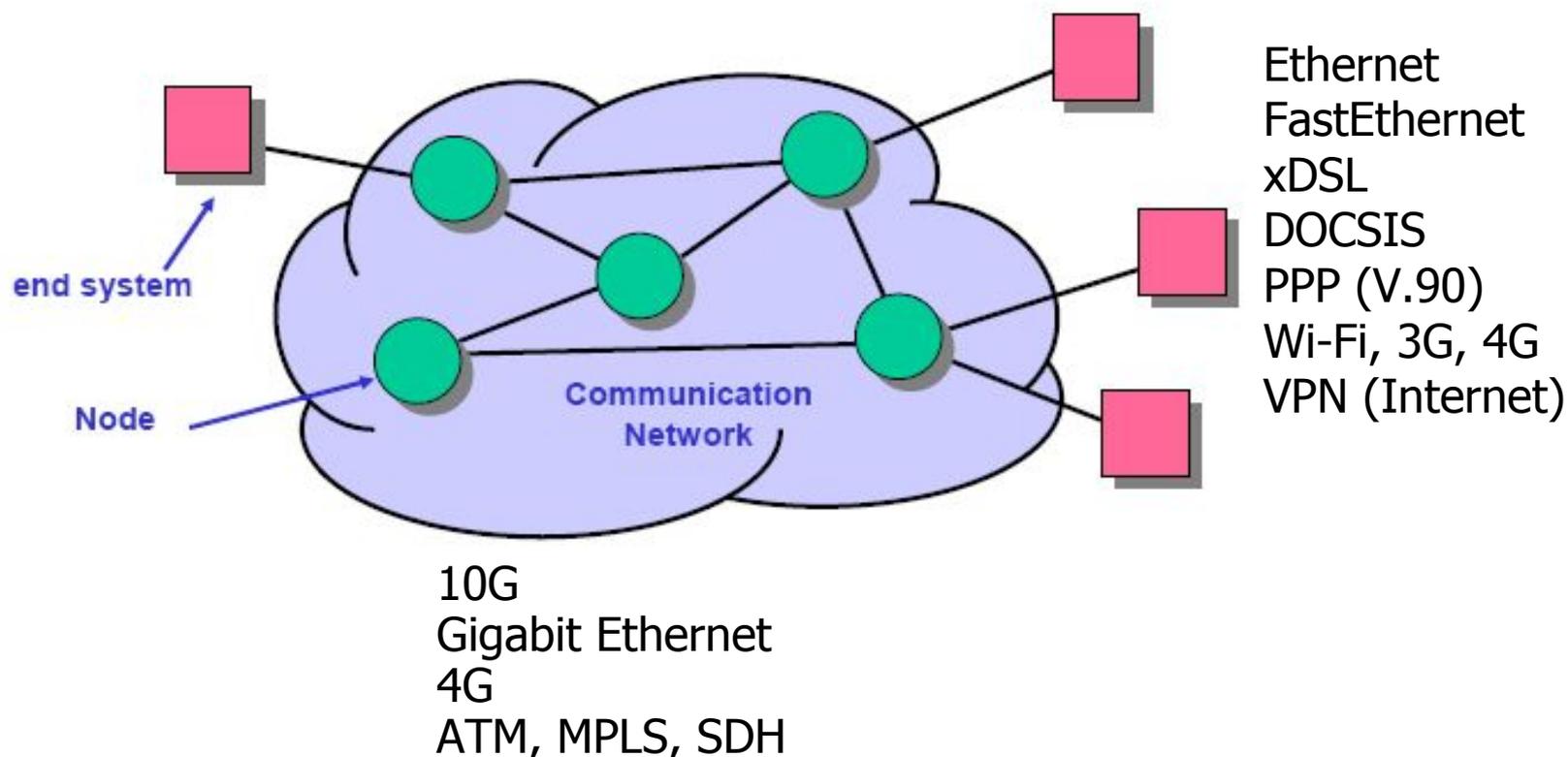
WAN



КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и каналный уровни взаимодействия



КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

Архитектура	Среда передачи	Скорость передачи, мах	Расстояние	
10GE	STP 7 cat FO SM	10 Гбит/с 10 Гбит/с	100м 40 км	
GE	UTP 5e cat FO SM	1 Гбит/с 1 Гбит/с	100м 80 км	
FE	UTP 5e cat FO SM	100 Мбит/с 100 Мбит/с	100м 100 км	
ADSL-2	TP (3 cat)	24 (3) Мбит/с	1-6 км	
G.shDSL-2	TP (3 cat)	5,5 – 10 Мбит/с	1-8 км	
VDSL - 2	TP (3 cat)	100 Мбит/с	1-1,5 км	
DOCSIS 3.0	Coaxial, FO	400 (108) Мб/с		
Wi-Fi	Радиоэфир	108 Мбит/с	15 – 300 м	
4G (WiMax) (LTE)	Радиоэфир	100 Мбит/с 326 (172) Мбит/с	30 км	
3G (CDMA)	Радиоэфир	2 Мбит/с		
V.90	TP (3 cat)	56 Кбит/с	9 км	
E1	TP (3 cat)	2 Мбит/с		

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

Каналы передачи данных

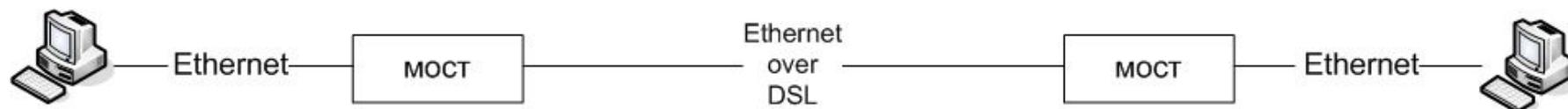
Обозначение скорости	Америка			ITU-T (Европа)		
	Количество голосовых каналов	Количество каналов предыдущего уровня	Скорость, Мбит/с	Количество голосовых каналов	Количество каналов предыдущего уровня	Скорость, Мбит/с
DS-0	1	1	64 Кбит/с	1	1	64 Кбит/с
DS-1	24	24	1,544	30	30	2,048
DS-2	96	4	6,312	120	4	8,488
DS-3	672	7	44,736	480	4	34,368
DS-4	4032	6	274,176	1920	4	139,264

SDH	SONET	Скорость
	STS-1, OC-1	51,84 Мбит/с
STM-1	STS-3, OC-3	155,520 Мбит/с
STM-3	OC-9	466,560 Мбит/с
STM-4	OC-12	622,080 Мбит/с
STM-6	OC-18	933,120 Мбит/с
STM-8	OC-24	1,244 Гбит/с
STM-12	OC-36	1,866 Гбит/с
STM-16	OC-48	2,488 Гбит/с
STM-64	OC-192	9,953 Гбит/с
STM-256	OC-768	39,81 Гбит/с

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия



Ethernet over ATM

Прикладные программы
TCP/IP
802.3 Ethernet
RFC 1483/2684 Ethernet over ATM
AAL5/ATM
ADSL

PPPoE over ATM

Прикладные программы
TCP/IP
PPP
802.3 Ethernet
RFC 2516 PPP over Ethernet
AAL5/ATM
ADSL

Использование Ethernet в решениях ZyXEL

Технология	Максимальная скорость, Мбит/с	Максимальная дальность, км	Устройства
Ethernet 10BaseT	10	0.1	OMNI LAN, ES, GS
Ethernet 100BaseTX	100	0.1	OMNI LAN, ES, GS
Ethernet 1000BaseT	1000	0.1	OMNI LAN, ES, GS
Ethernet поверх VDSL	52	1,5	VES, P-8xx
Ethernet поверх ADSL	24	6,3	IES, OMNI ADSL, P-26xx
Ethernet поверх SHDSL	2,3	9	IES, P-7xx
IEEE 802.11b, Wi-Fi	11	0.3	B-серия
IEEE 802.11g, Wi-Fi	54	0.3	G-серия
Radio Ethernet	11	40	B-5xxx
Ethernet поверх оптики	1000	30	ES, GS, IES

Каналы передачи на основе
выделенных
телефонных линий

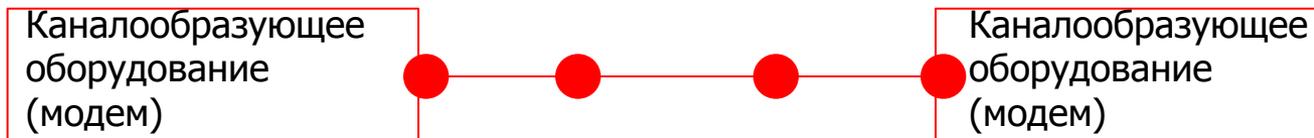
КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

Выделенная линия (leased line, прямое питание) – постоянно скоммутированный участок телефонного (оптического) кабеля.

Владелец (арендатор) выделенной линии может по своему усмотрению использовать физическую среду передачи кабеля.



Каналы передачи на основе *телефонных сетей*

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

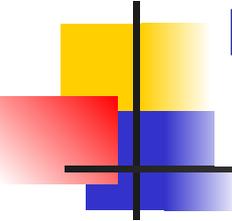
Аналоговые модемы



DTE – Data Terminal Equipment – оконечное оборудование данных (ООД);
DCE – Data Communication Equipment – аппаратура передачи данных (АПД).

AT - команды

ATdp8w01721234567



КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

Протоколы модемной связи

V.34 Международный стандарт, принятый ИТУ-Т для взаимодействия модемов со скоростями 28800, 26400, 24000, 21600, 19200, 16800, 14400, 9600, 7200, 4800 и 2400 бит/с.

V.34 bis Расширение V.34 до скорости 33600 бит/с.

V.90 Несимметричный, "полуцифровой" протокол, позволяющий передавать в одну сторону до 56000 б/с, в обратную сторону предельная скорость 33600 б/с. С одной стороны должен быть установлен «цифровой модем». Не гарантируется работа при наличии преобразователей в линии (фильтры, офисные АТС).

V.92 Дополнительно включает функции, повышающие производительность сеансов связи.

MNP5, V.42bis Протоколы сжатия информации. V.42bis обеспечивает более эффективное сжатие - до четырех раз, основан на методе, применяемом в архиваторах. Следит за эффективностью сжатия потока и временно прекращает работу, если сжатие не достигает своих целей.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

Протокол PPP (Point-to-Point Protocol)

PPP обеспечивает метод передачи дейтаграмм через последовательные каналы связи с непосредственным соединением типа "точка-точка" (point-to-point). Протокол PPP разработан для каналов связи, которые транспортируют пакеты между двумя одноранговыми объектами. Эти каналы обеспечивают полnodуплексное одновременное двунаправленное функционирование.

Он включает три основных компонента:

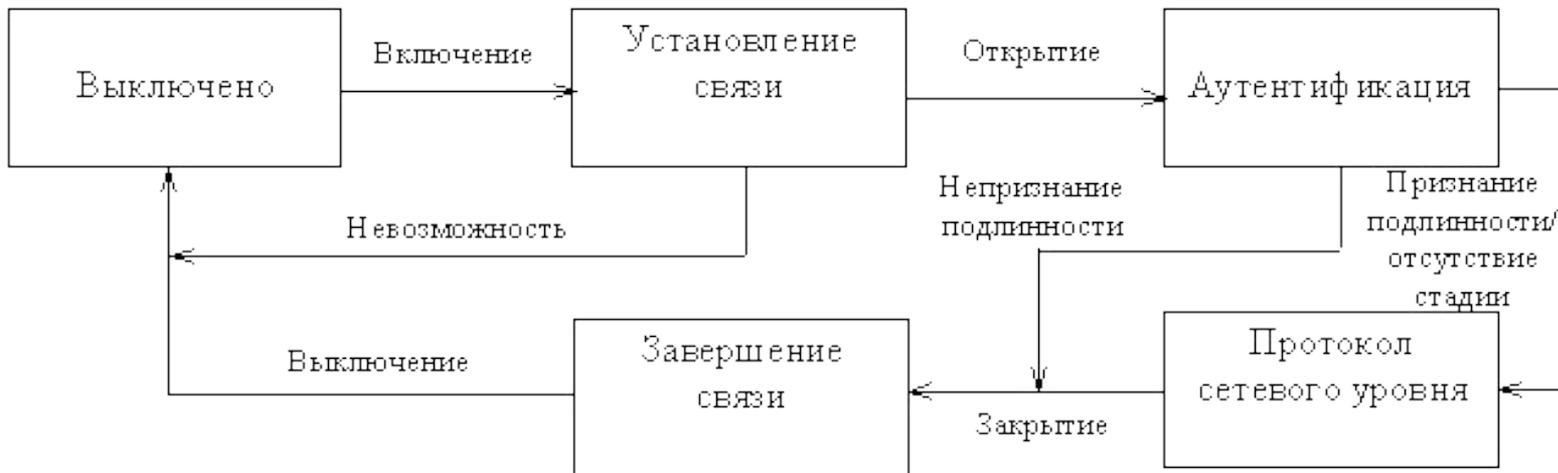
- .Кадры для инкапсуляции протоколов высокого уровня.
- .Расширяемый протокол контроля канала LCP (Link Control Protocol), предназначенный для организации, выбора конфигурации и проверки соединения канала передачи данных.
- .Семейство протоколов контроля сети NCP (Network Control Protocols), служащих для организации и выбора конфигурации различных протоколов сетевого уровня.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

Функционирование PPP



Длина поля в
байтах: 1

1

1

2/1

Переменная

2 или 4

Флаг

Адрес

Управление

Протокол

Данные

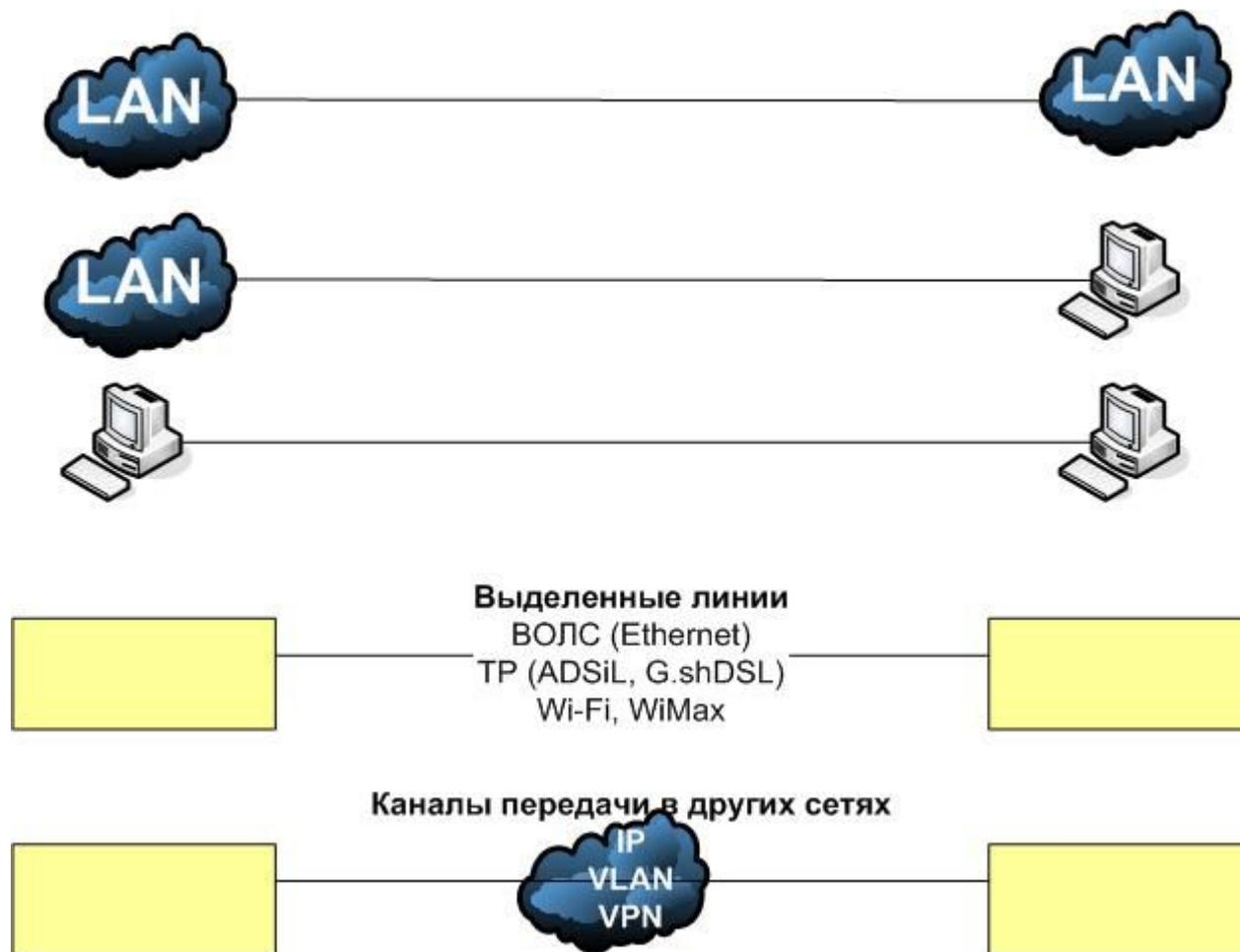
FCS

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

WAN



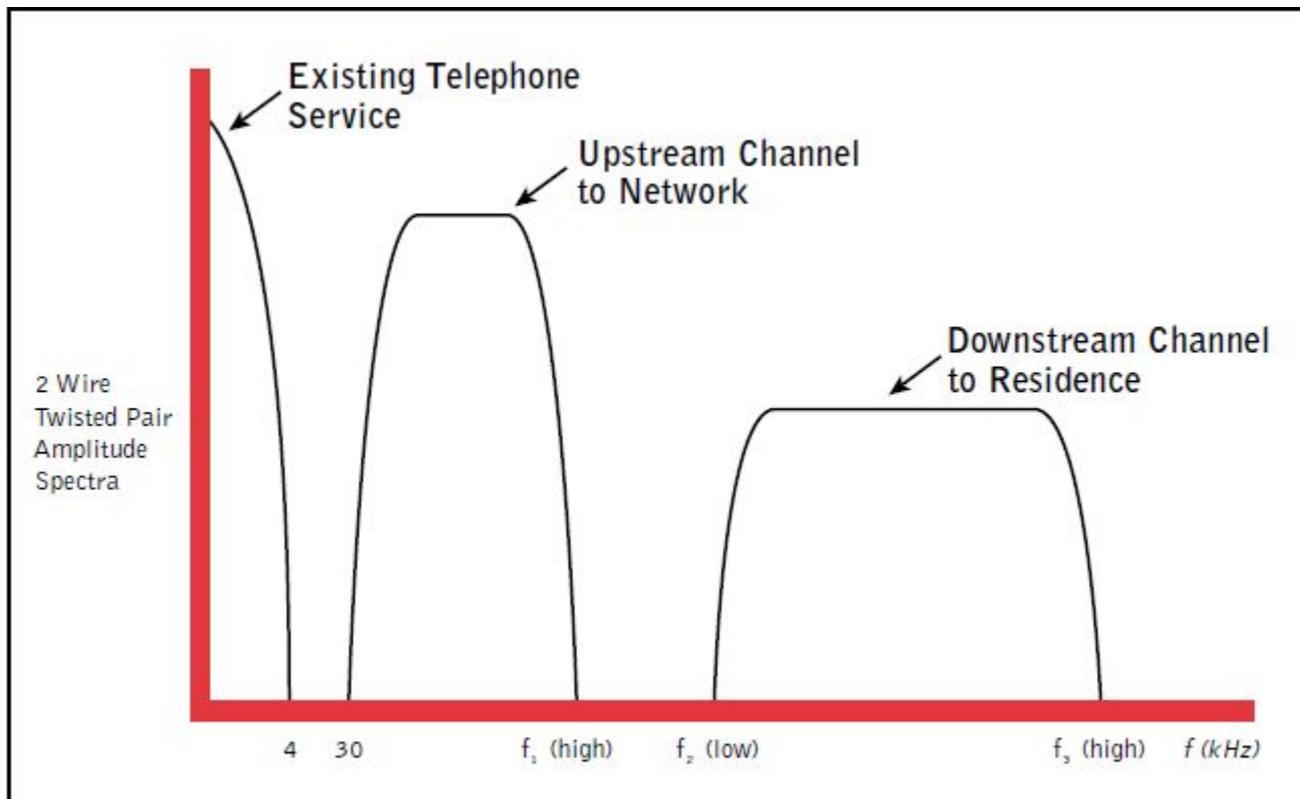
Digital Subscribers Line (DSL)

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

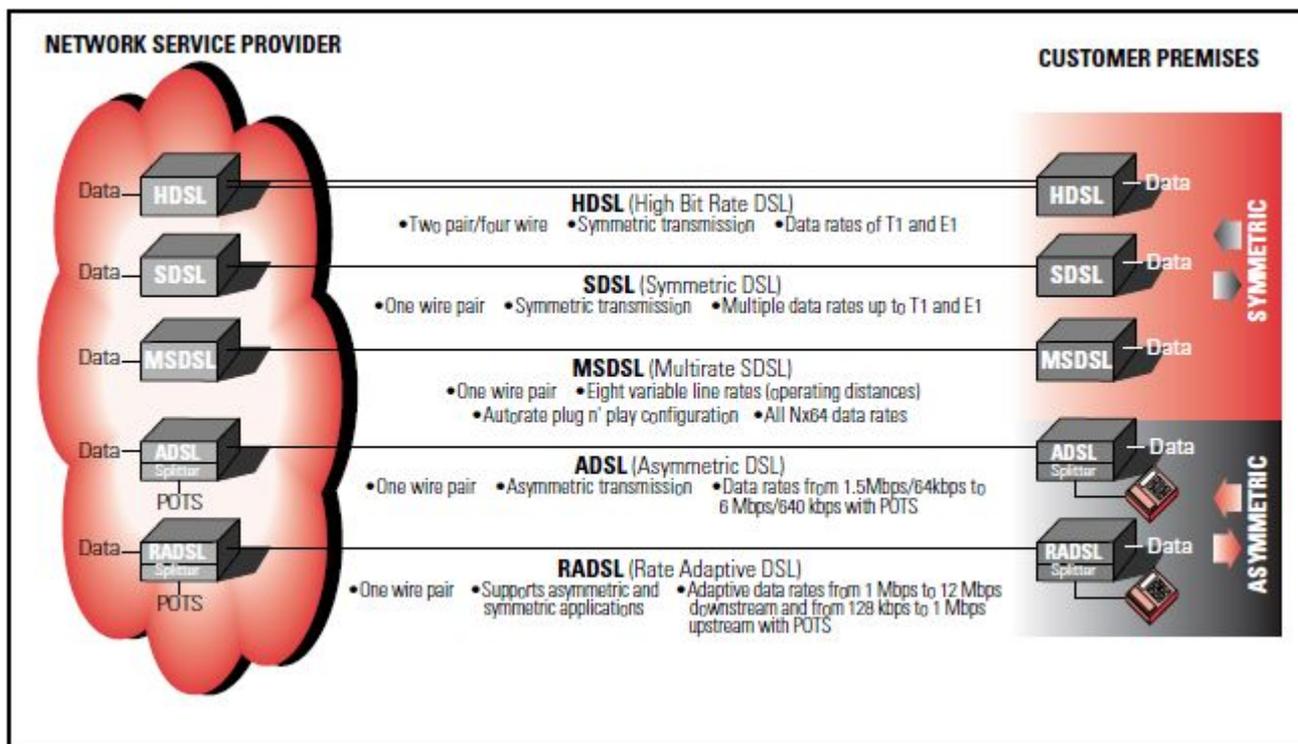
Применение технологий xDSL для высокоскоростного (широкополосного) доступа к услугам сети позволяет использовать в качестве среды передачи существующую кабельную инфраструктуру местных телефонных сетей.

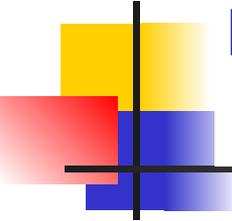


КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и каналный уровни взаимодействия





КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

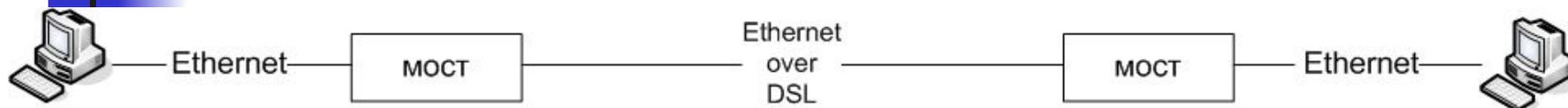
Физический и канальный уровни взаимодействия

SDSL (Symmetric Digital Subscriber Line)
Симметричная цифровая абонентская
линия

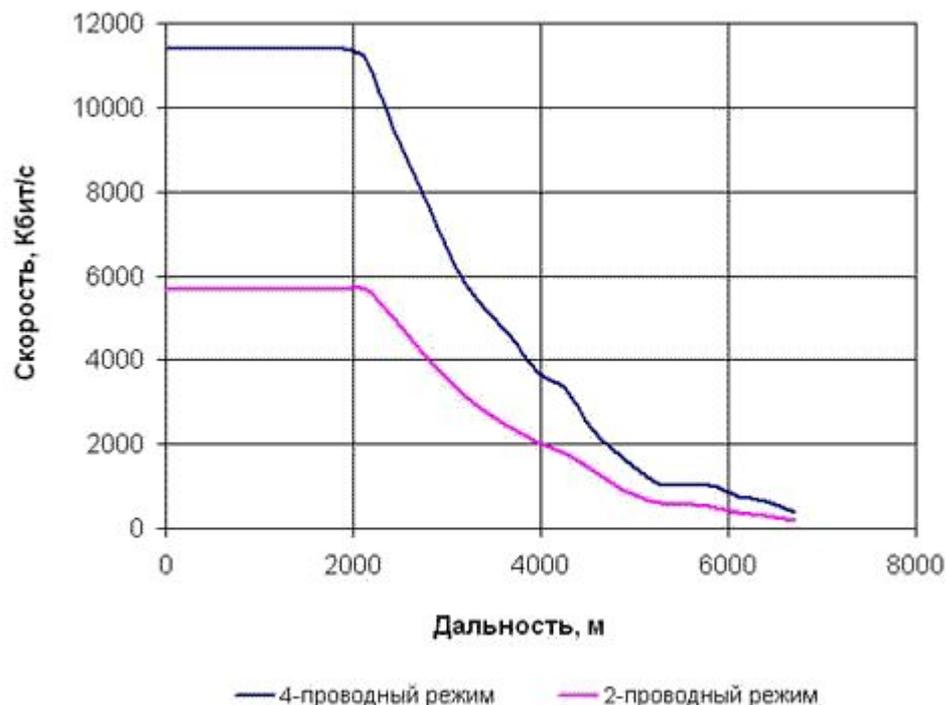
КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия



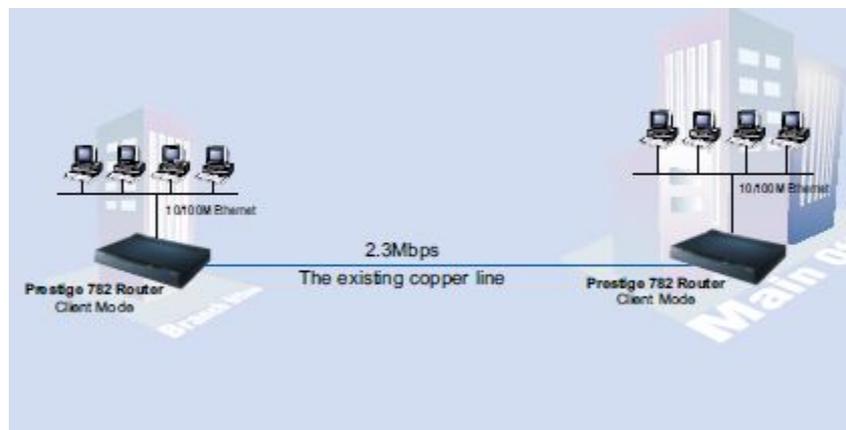
Технология SHDSL.bis, позволяет передавать данные на большие расстояния по 2-проводной (5,6 Мбит/с) и 4-проводной (11,38 Мбит/с) выделенной линии.



КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и каналный уровни взаимодействия



Мост/
Маршрутизатор

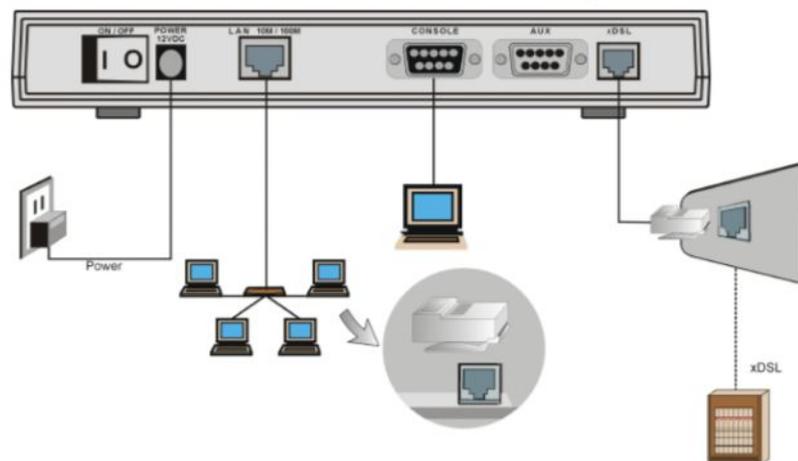


Figure 2-2 Rear Panel of the Prestige 782R

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия



Агрегация

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

G.shDSL мосты / маршрутизаторы Zyxel

	Prestige 791R	P-792H	P-791R v2	P-793H
Встроенный модем SHDSL	G.SHDSL	G.SHDSL	G.SHDSL.bis	G.SHDSL.bis
Число медных пар	1	1	1	1 или 2
Максимальная скорость, Мбит/с	2,3	2,3	5,69	11,38
Поддержка IEEE 802.1Q/p		€	€	.
Число портов Fast Ethernet	1	4	1	4
Число IPSec VPN туннелей		10		10
Межсетевой экран / фильтры пакетов	- / .	. / .	- / .	. / .
Защита от перенапряжения в линии			.	.
Управление полосой пропускания		.		.

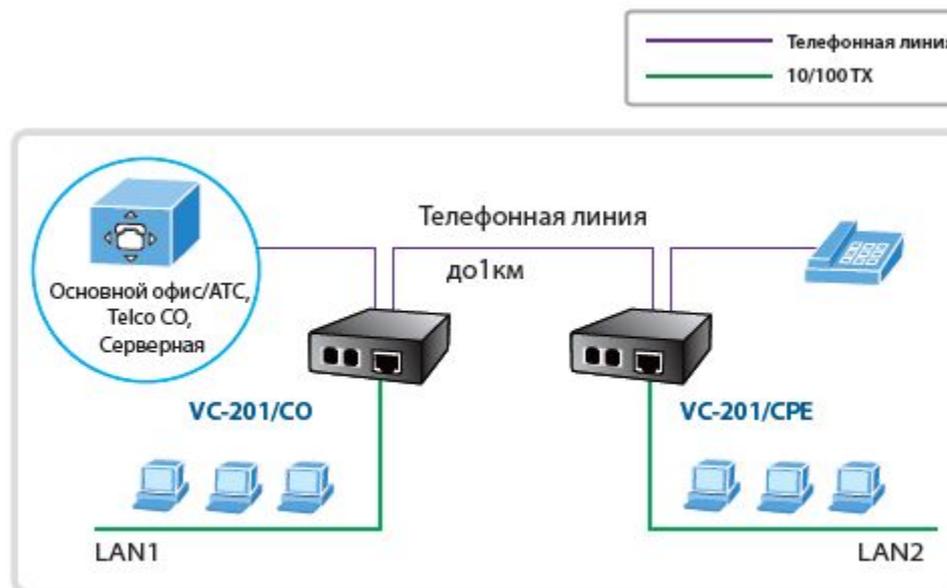
VDSL (Very High Speed Digital Subscriber Line)

Симметричная цифровая
абонентская линия

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия



Решение проблемы "последней мили": Ethernet через VDSL Конвертер

200м -> 100/55Mbps

400м -> 90/40Mbps

600м -> 70/10Mbps

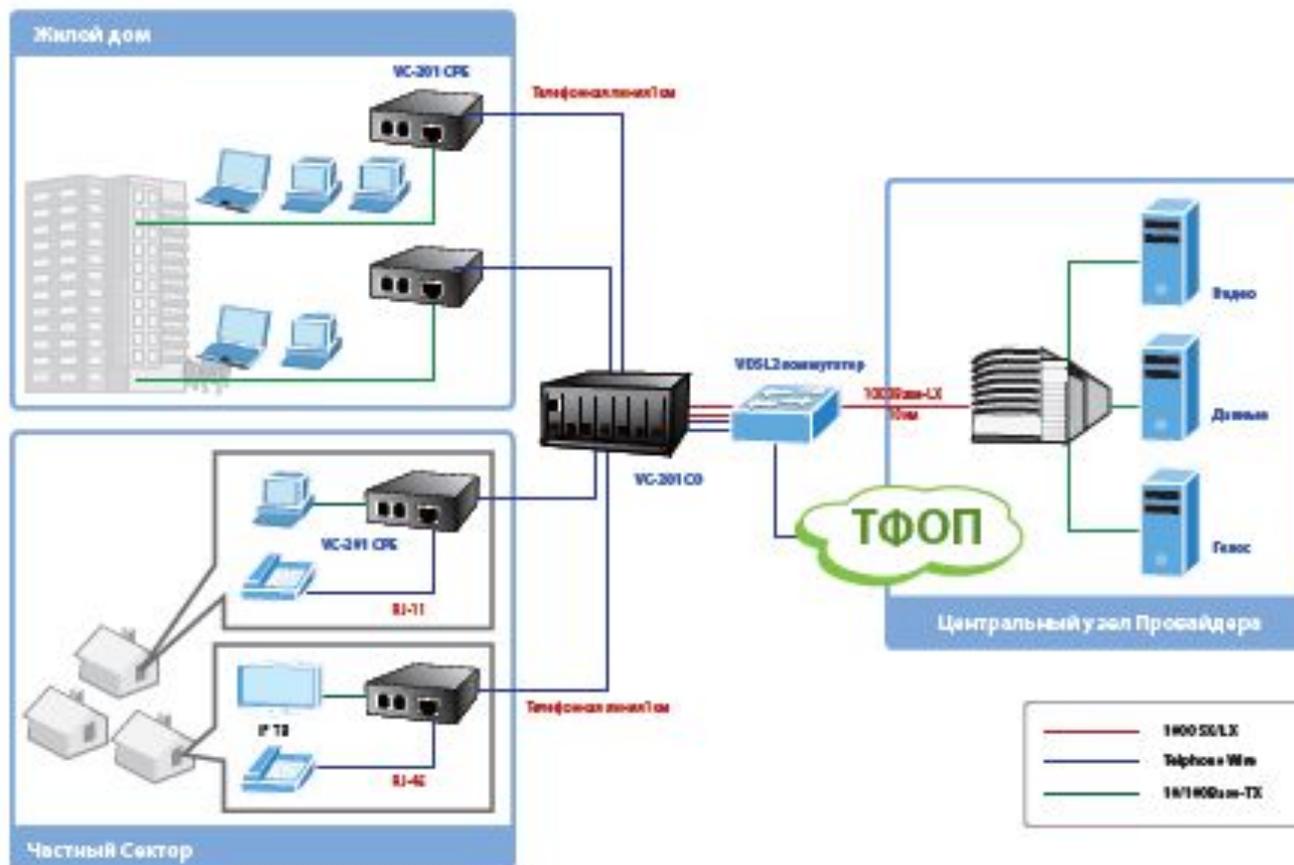
800м -> 48/8Mbps

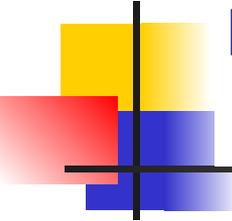
1000м -> 30/2Mbps

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и каналный уровни взаимодействия





КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

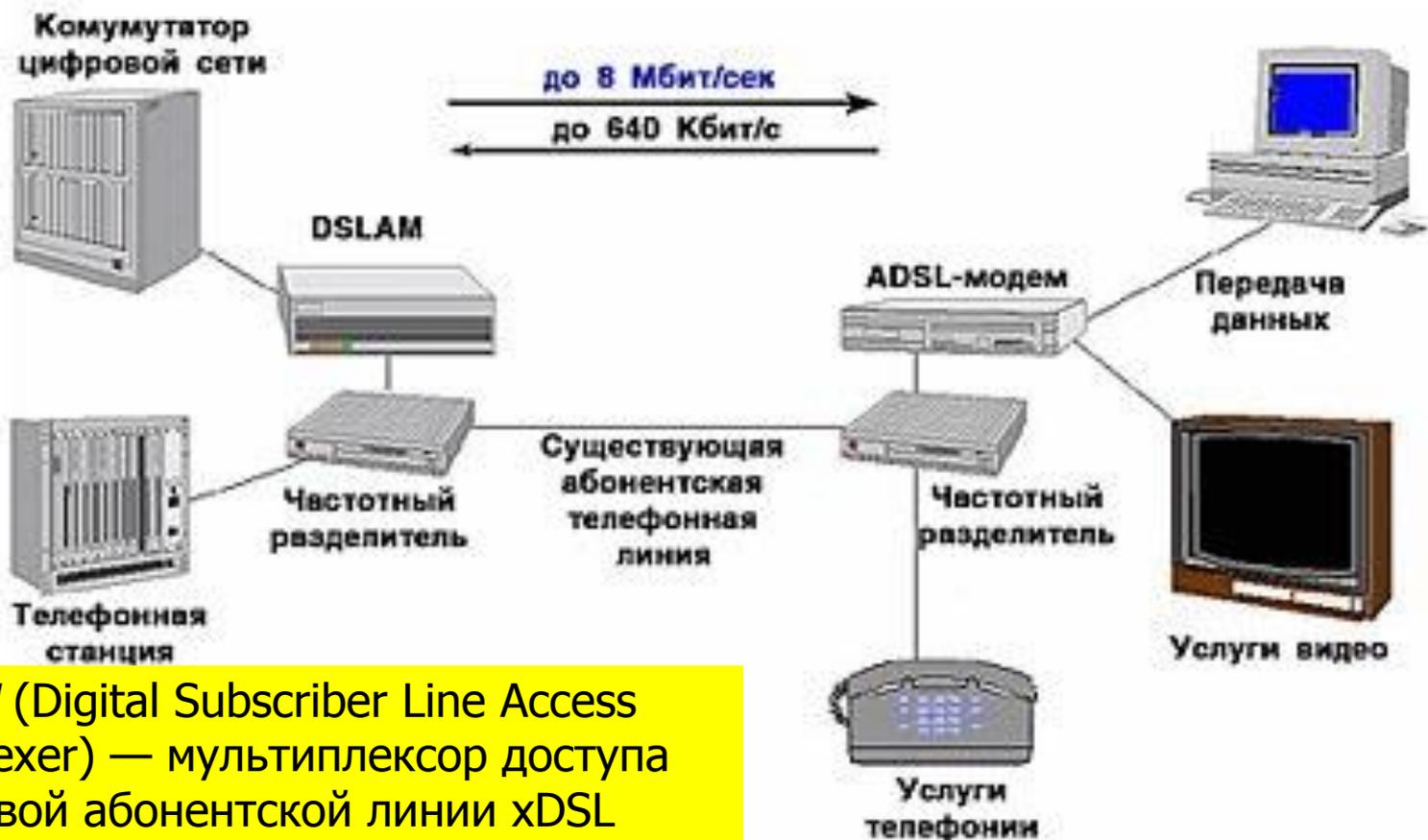
Физический и канальный уровни взаимодействия

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)
Асимметричная цифровая абонентская
линия

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия



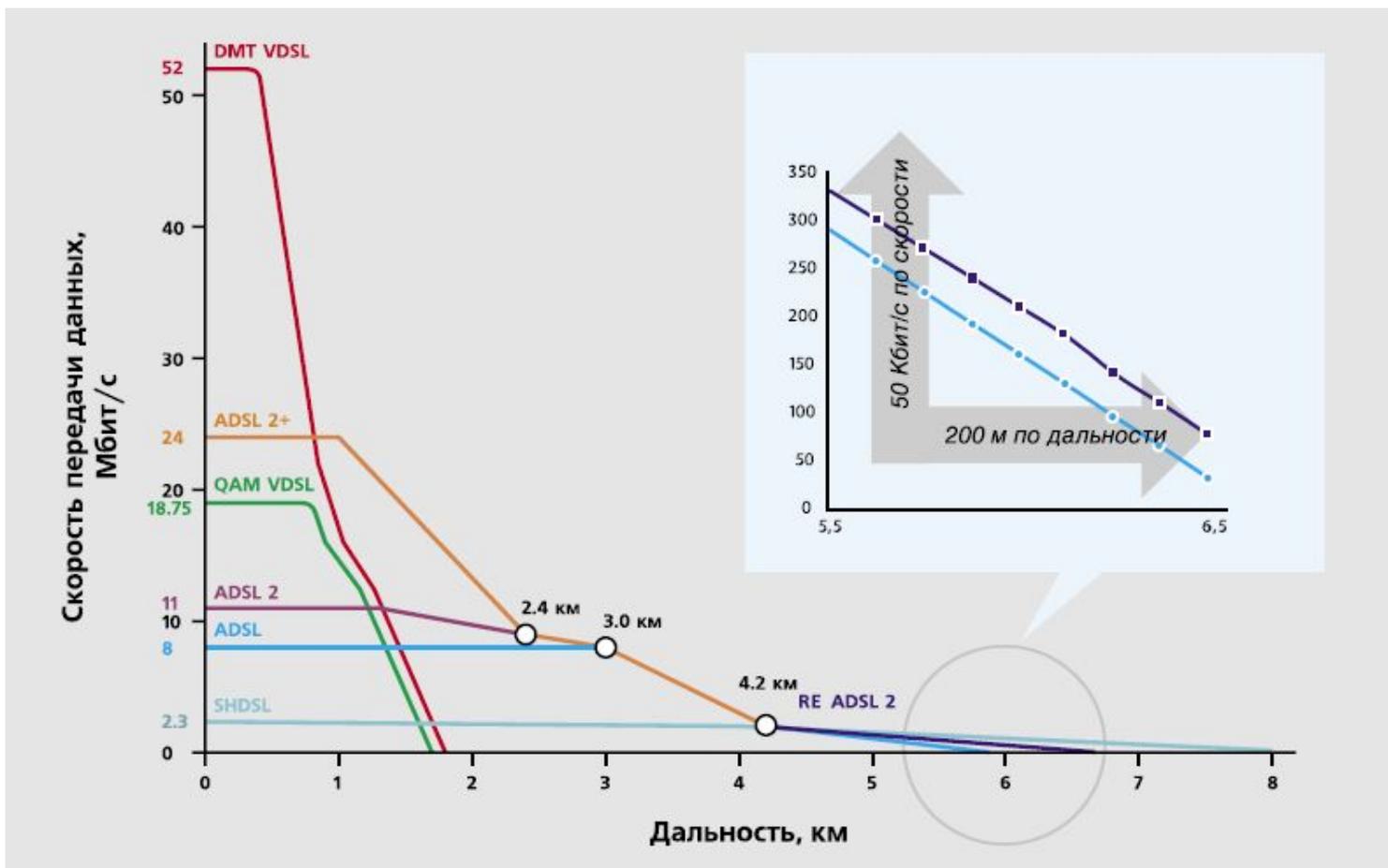
DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) — мультиплексор доступа цифровой абонентской линии xDSL

Стандарт ADSL2+ : 24 Мбит/с (прием), 3,5 Мбит/с (передача) на расстоянии до километра на одной витой паре.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия



Беспроводные технологии организации сетей

WLAN-сети

Wireless Local Area Network



КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

WLAN - вид локальной вычислительной сети (LAN), использующий для связи и передачи данных между узлами высокочастотные радиоволны, а не кабельные соединения

Преимущества беспроводных технологий:

- Быстрое и относительно простое построение локальной сети;
- Гибкость установки и конфигурации;
- Стоимость установки (???)

Недостатки беспроводных технологий:

- Негарантированная пропускная способность;
- Зависимость от атмосферных условий;
- Повышенные требования к обеспечению безопасности.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

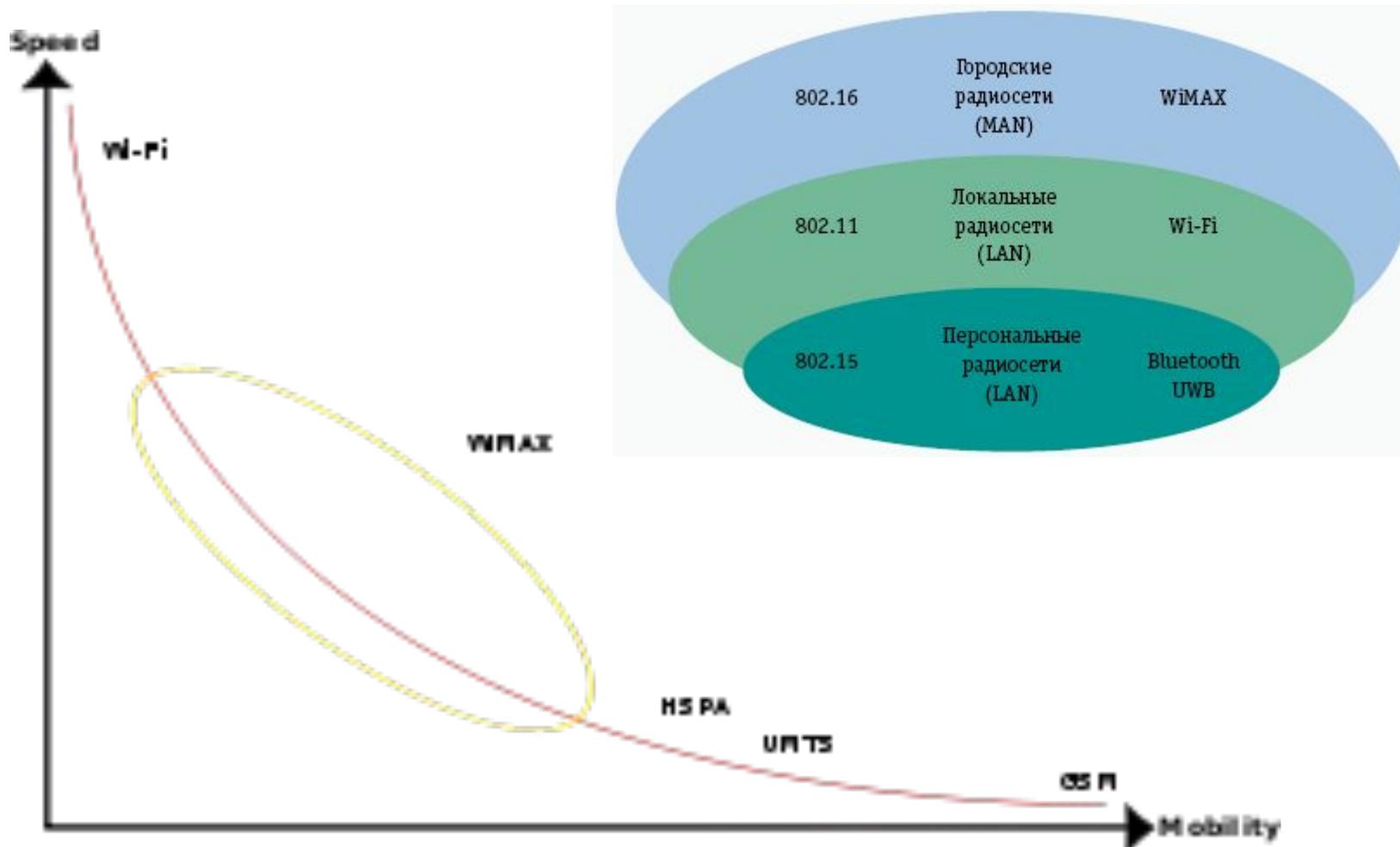
Физический и канальный уровни взаимодействия

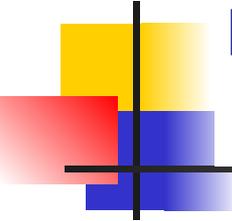
Standard	Family	Primary Use	Downlink (Mbit/s)	Uplink (Mbit/s)
<u>Wi-Fi</u>	802.11 (<u>11n</u>)	Mobile Internet	300 (in 20MHz bandwidth) or 600 (in 40MHz bandwidth)	
<u>LTE</u>	UMTS/4GSM	General 4G	100 (in 20MHz bandwidth)	50 (in 20 MHz bandwidth)
WiMAX	<u>802.16</u>	Mobile Internet	128 (in 20MHz bandwidth)	56 (in 20MHz bandwidth)
<u>UMTS</u> W-CDMA <u>HSDPA</u> HSDPA+ <u>HS</u> <u>UPA</u> <u>HSPA+</u>	<u>UMTS/3GSM</u>	General 3G	0.384 14.4 56	0.384 5.76 22
<u>EDGE Evolution</u>	<u>GSM</u>	Mobile Internet	1.6	0.5
<u>1xRTT</u>	<u>CDMA2000</u>	Mobile phone	0.144	0.144
<u>EV-DO</u> 1x Rev. 0 EV-DO 1x Rev.A EV-DO Rev.B	CDMA2000	Mobile Internet	2.45 3.1 4.9xN	0.15 1.8 1.8xN

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия





КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

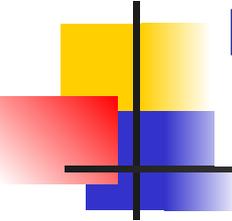
2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

Wi-Fi

(Wireless Fidelity)

беспроводные сети на базе
стандартов **IEEE 802.11**



КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

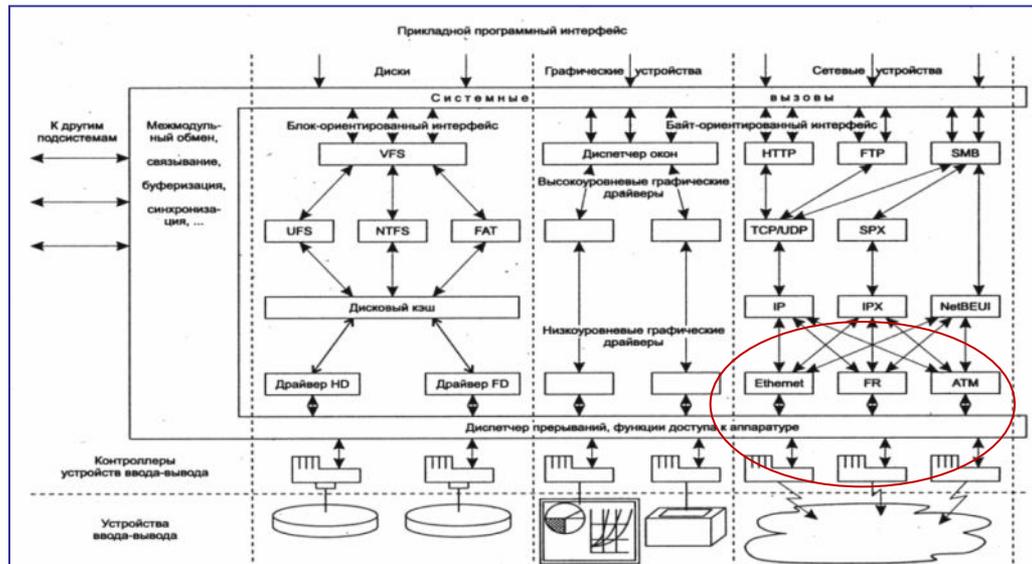
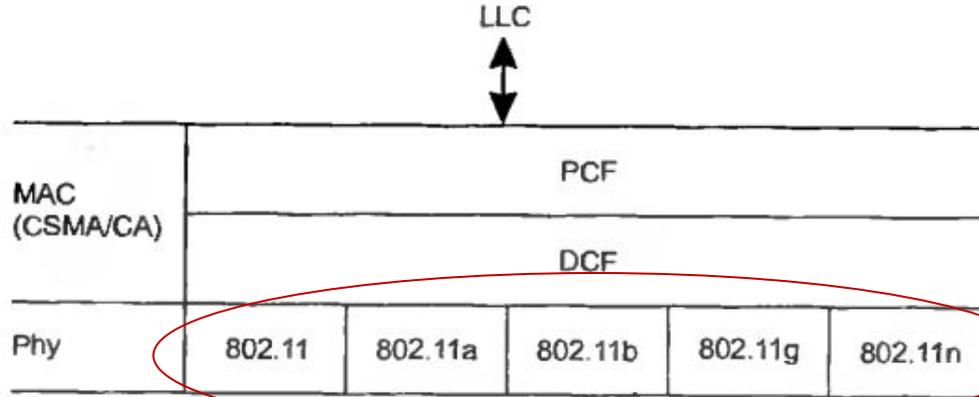
Физический и канальный уровни взаимодействия

<u>Wi-Fi</u> 802.11a	WLAN	54 Мбит/с	100 метров	5,0 ГГц
<u>Wi-Fi</u> 802.11b	WLAN	11 Мбит/с	100 метров	2,4 ГГц
<u>Wi-Fi</u> 802.11g	WLAN	108 Мбит/с	100 метров	2,4 ГГц
<u>Wi-Fi</u> 802.11n	WLAN	300 Мбит/с (600)	100 метров	2,4- 5ГГц

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия



КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

Оборудование Wi-Fi



Wi-Fi адаптер (WNIC)

Адаптер - это устройство, которое устанавливается в компьютер, для того, чтобы он подключился к беспроводной сети.

Точка доступа (Access Point, AP)

Устройство в беспроводной сети, которое выполняет функции, аналогичные коммутатору (концентратору) в обычных проводных структурах.

Точка доступа объединяет несколько Wi-Fi устройств в одну сеть и может совмещать функции маршрутизатора. Точка доступа может обеспечивать подключение к проводной сети.



Антенна

Встроенная или внешняя – служит для - приема / передачи радиосигналов



КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

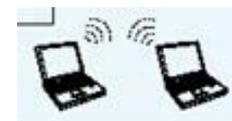
Физический и канальный уровни взаимодействия

Wi-Fi

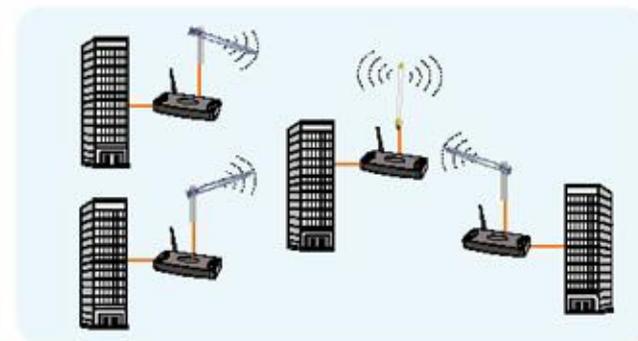
- базовый режим беспроводной точки доступа (инфраструктурный)



- беспроводная одноранговая сеть - *Ad Hoc*



- беспроводная распределенная сеть (*Wireless Distributed System - WDS*)



КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

Wi-Fi

Стандарт 802.11 использует метод доступа к среде CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) — множественный доступ с прослушиванием несущей и избеганием коллизий. Узел, готовый послать кадр, прослушивает линию. При **отсутствии несущей он посылает короткий сигнал запроса** на передачу (RTS) и определенное время ожидает ответа (CTS) от адресата назначения. При отсутствии ответа (коллизия) попытка передачи откладывается, при получении ответа в линию посылается кадр. При широковещательной передаче (запрос RTS содержит 255), ответ CTS не ожидается.



Заголовок MAC-уровня (30 байт)	Данные (0-2312 байт)	CRC (4 байт)
-----------------------------------	-------------------------	-----------------

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

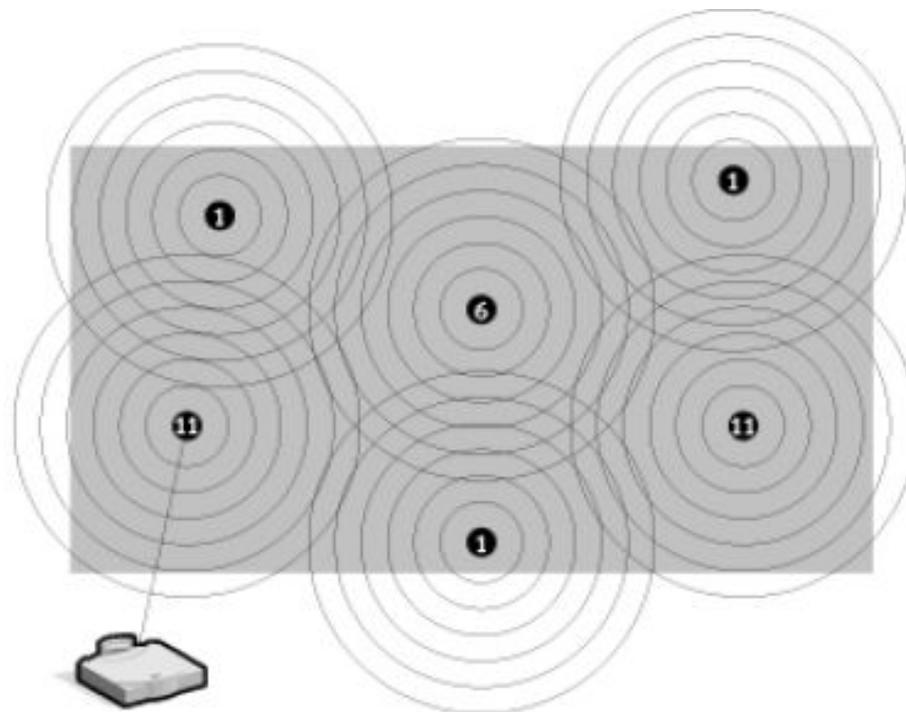
Wi-Fi

- **Service Set Identifier (SSID)** - идентификатор зоны обслуживания
- **Basic Service Set (BSS)** - базовая зона обслуживания, группа станций, которые связываются друг с другом по беспроводной связи.
- **Access point** - точка доступа для BSS

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

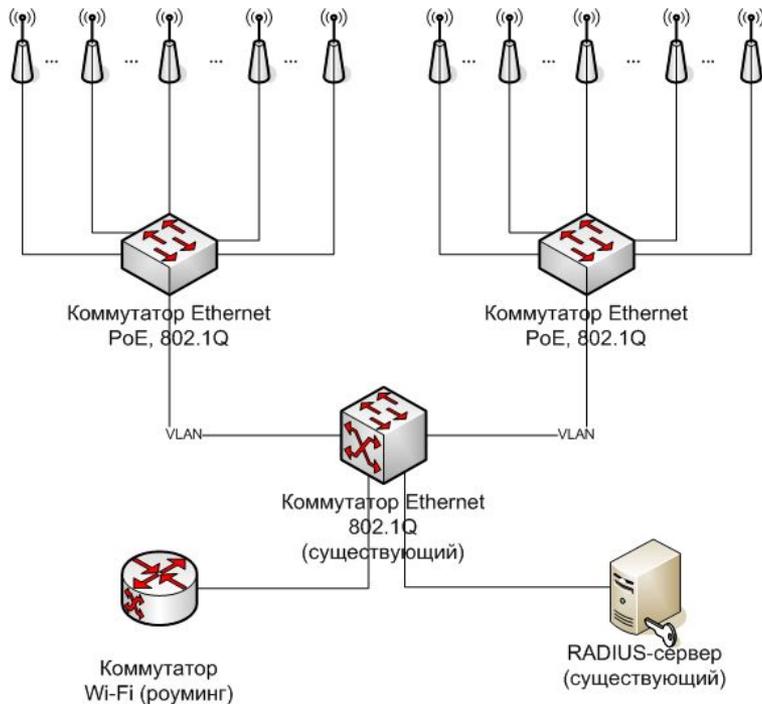
Физический и канальный уровни взаимодействия



КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия



Протоколы шифрования

WEP (Wired Equivalent Privacy)

WPA (Wi-Fi Protected Access)

TKIP (Temporal Key Integrity Protocol)

MIC (Message Integrity Check)

EAP (Extensible Authentication Protocol)

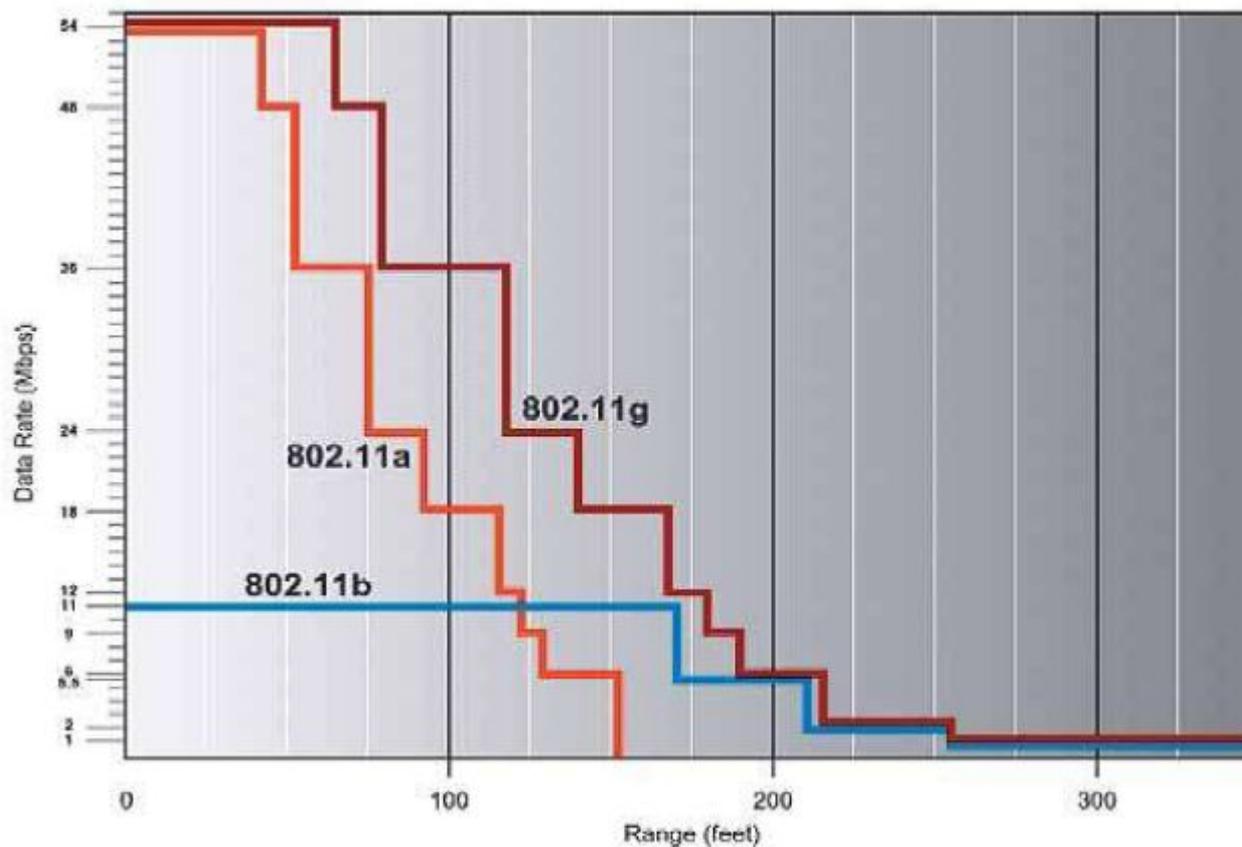
WPA-PSK (Pre-Shared Key) – использование локального пароля

WPA-802.1x - использование сервера аутентификации

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия



КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

Постановление Министерства связи и информатизации Республики Беларусь от 26.08.2009 г. № 35 «Перечень радиоэлектронных средств и (или) высокочастотных устройств, не подлежащих регистрации»:

не требуют регистрации:

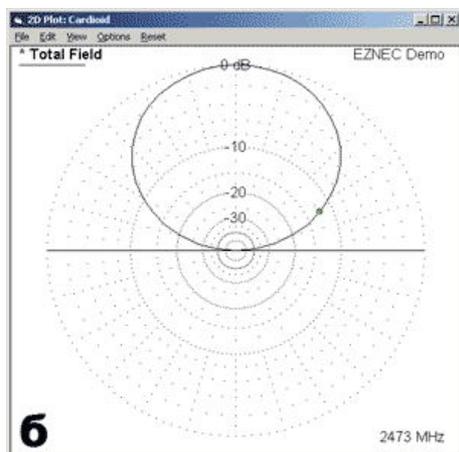
- Абонентские станции широкополосного беспроводного доступа, использующие полосы радиочастот 2400—2483,5 МГц, 2500—2700 МГц, 5150-5875 МГц и не использующие внешние антенны (антенны, устанавливаемые вне зданий и сооружений).
- Абонентские станции широкополосного беспроводного доступа сети электросвязи общего пользования, использующие полосы радиочастот 3400 — 3800 МГц, 5470-5875 МГц.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

Направленные антенны



Всенаправленные антенны



КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

WiMAX

(Worldwide Interoperability for Microwave
Access)

беспроводные сети на базе
стандартов IEEE 802.16

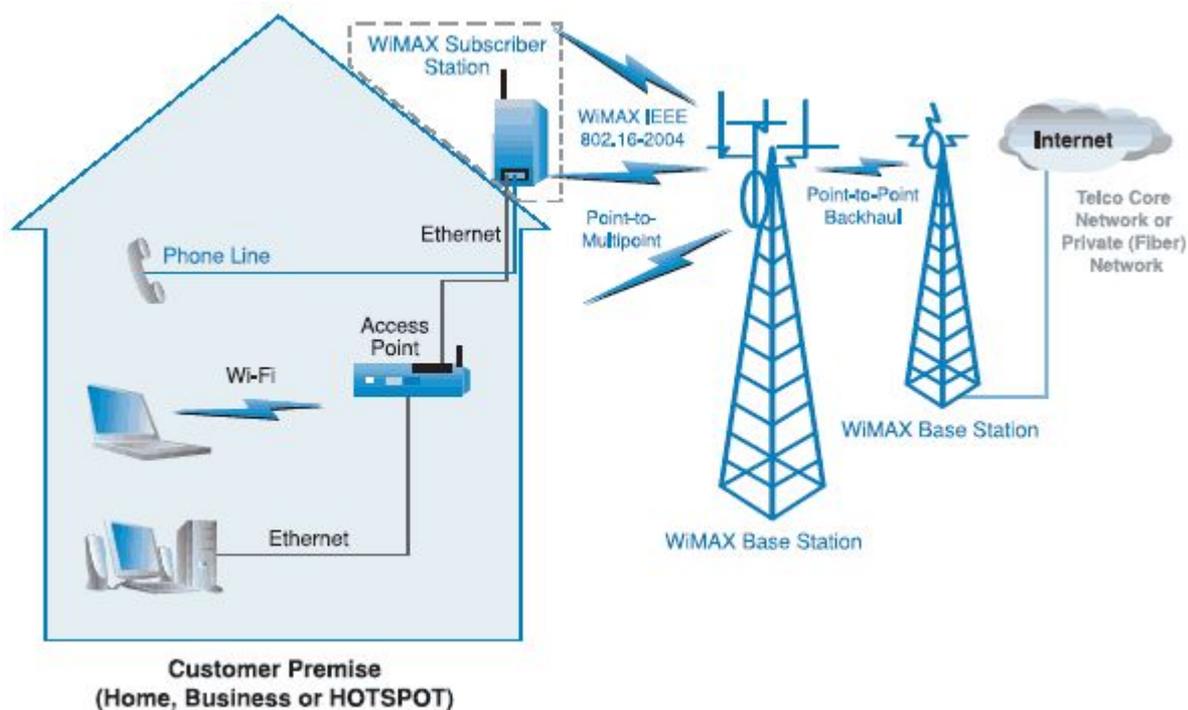
4G

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

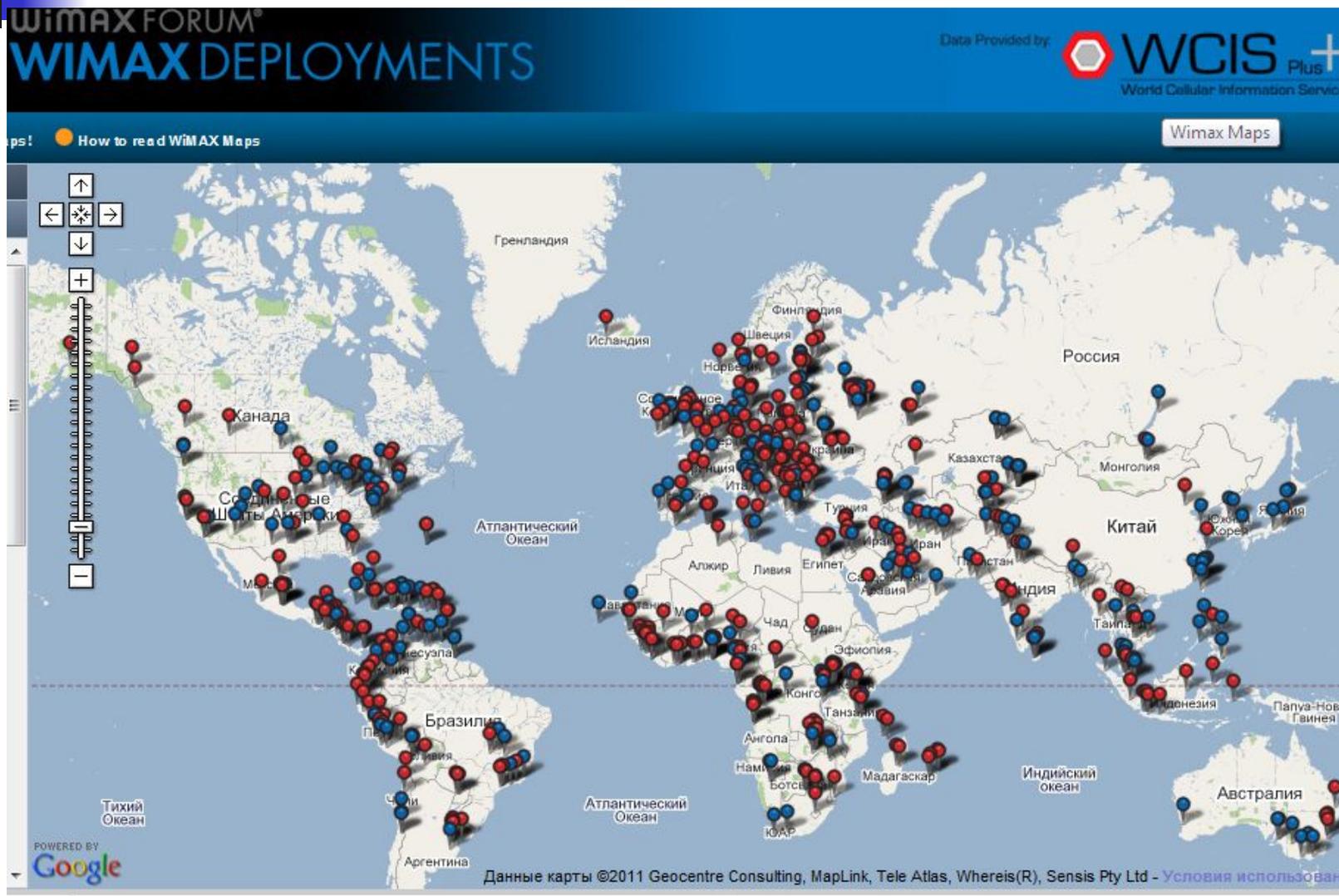
- WiMax 802.16d WMAN 75 Мбит/с 6-10 км 1,5-11 ГГц
- WiMax 802.16e MobWMAN 30 Мбит/с 1-5 км 2-6 ГГц

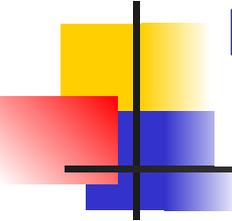


КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и каналный уровни взаимодействия





КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

Физический и канальный уровни взаимодействия

2011/2012

LTE (Long-Term Evolution)

4G

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

LTE:

Скорость передачи до 326,4 Мбит/с (172,8 Мбит/с) (LTE-advanced 1 Гбит/с);

Поддержка соединений для движущихся абонентов;

Зона покрытия одной базовой станции – до 30 км;

Низкие задержки в работе системы.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и каналный уровни взаимодействия



LTE Deployments and Commitments

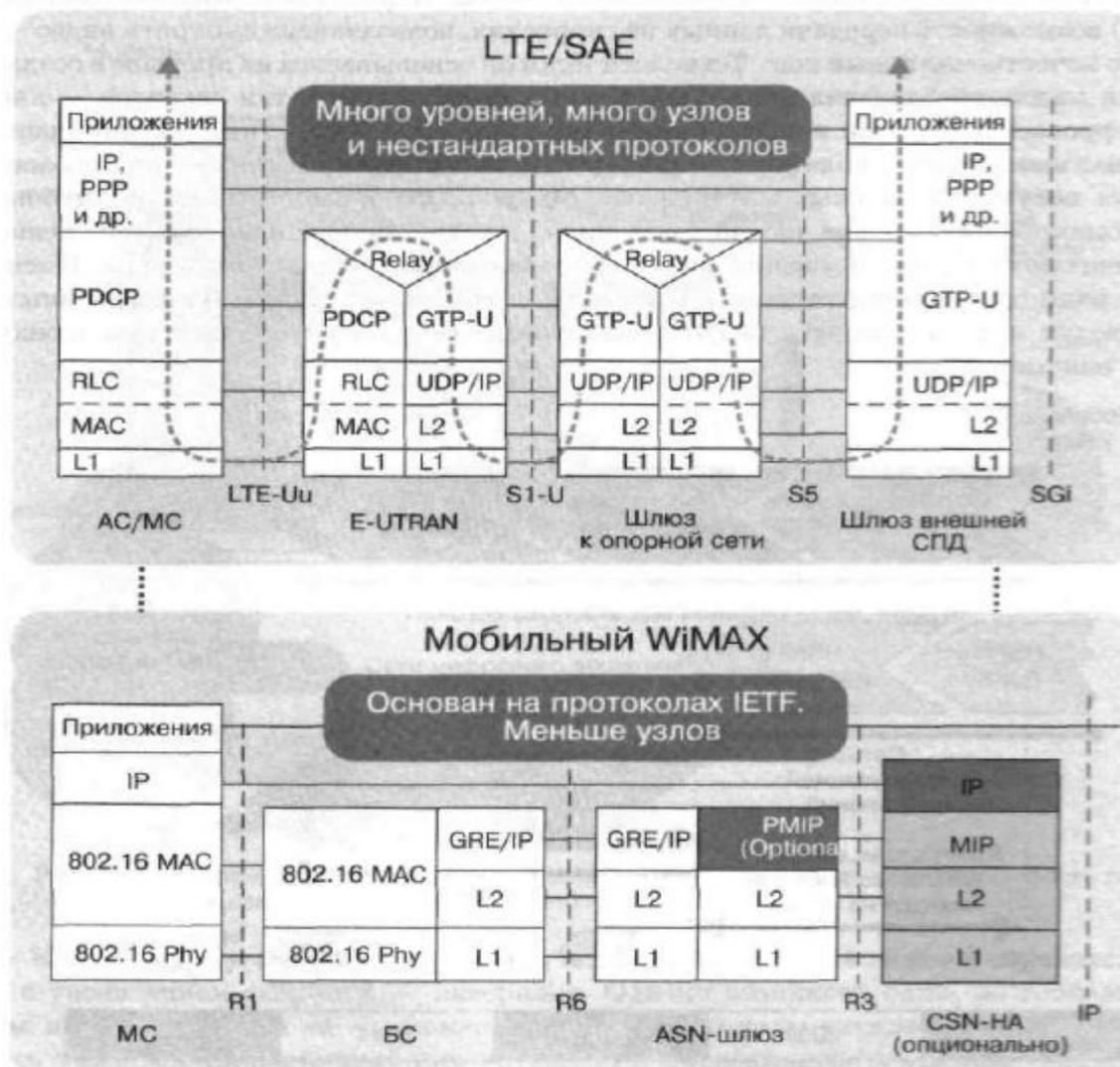
Home



КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

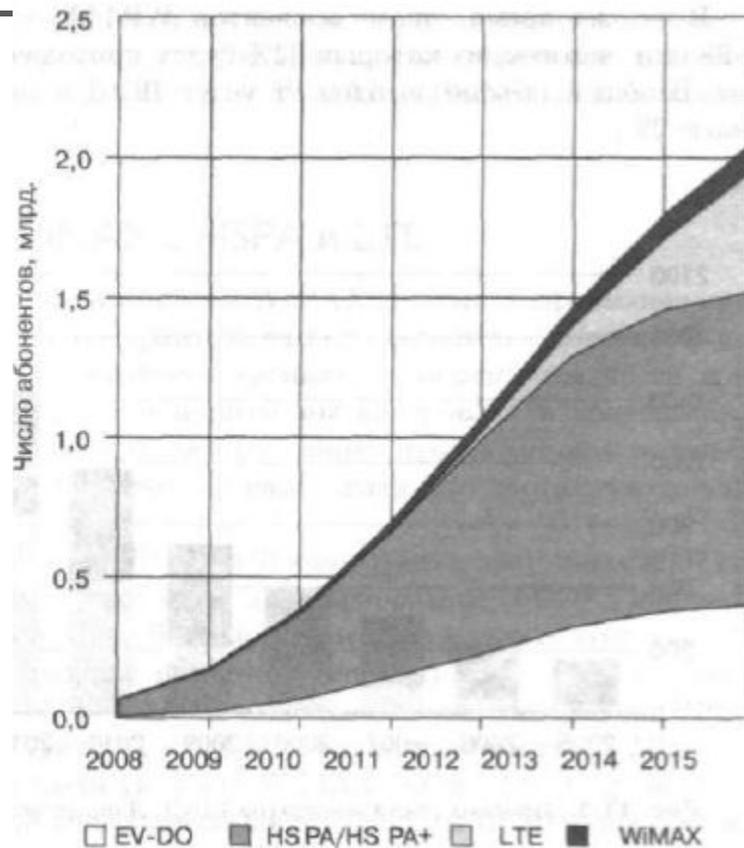
Физический и канальный уровни взаимодействия



КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и каналный уровни взаимодействия



КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

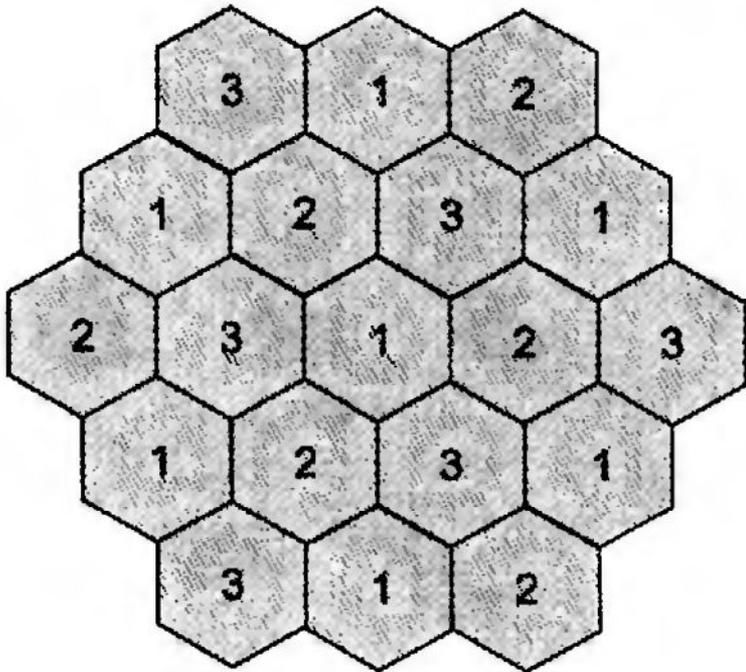
- сети **2G** (GSM) - обеспечивают передачу данных со скоростью 5,6-13 Кбит/сек, предназначены для передачи голосового трафика;
- сети **2,5G** (GPRS) - скорость передачи данных 56-114 Кбит/сек;
- сети **2,75G** (EDGE, CDMA2000 1xRTT) – скорость до 473,6 Кбит/сек;
- сети **3G** (UMTS CDMA2000 1xEV-DO) – скорость до 3,6 Мбит/сек;
- сети **3.75G** (HSDPA, HSPA+, CDMA2000 EV-DO Rev.B) – скорость до 30 Мбит/сек.



КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия



- **Макросота** – до 35 (70) км. Для сельской местности
- **Обычная сота** – до 5 км. Для пригородной местности
- **Микросота** – до 1 км. В городской черте
- **Пикосота** – до 300 метров. В городской черте с высокой плотностью застройки
- **Фемтосота** – десятки метров. Внутри помещений.

Каждая сота имеет уникальный идентификатор – **CI (Cell ID)**, однозначно идентифицирующий ее в мире.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

системы международной подвижной
связи (IMT-Advanced)



- высокая степень унификации выполняемых функций в глобальном масштабе при сохранении гибкости в предоставлении широкого диапазона служб и применений экономичным способом;
- совместимость услуг в рамках IMT и с фиксированными сетями;
- возможность взаимодействия с другими системами радиодоступа;
- услуги подвижной связи высокого качества;
- оборудование пользователя, пригодное для использования по всему миру;
- применения, услуги и оборудование, удобные в использовании;
- возможность всемирного роуминга;
- скорости передачи данных с повышенными пиковыми уровнями для обеспечения более совершенных услуг и применений (100 Мбит/с для высокой мобильности и 1 Гбит/с для низкой мобильности).

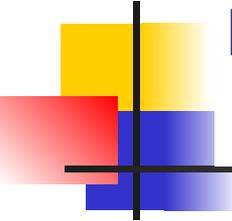
КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

Блокиратор предназначен для подавления связи между базовыми станциями и пользовательскими терминалами сетей сотовой связи, работающих в стандартах IMT-МС-450, GSM900, DSC/GSM1800, (DECT1800), IMT-2000/UMTS (3G), а также каналов связи Bluetooth и WiFi.





КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

Физический и канальный уровни взаимодействия

2011/2012

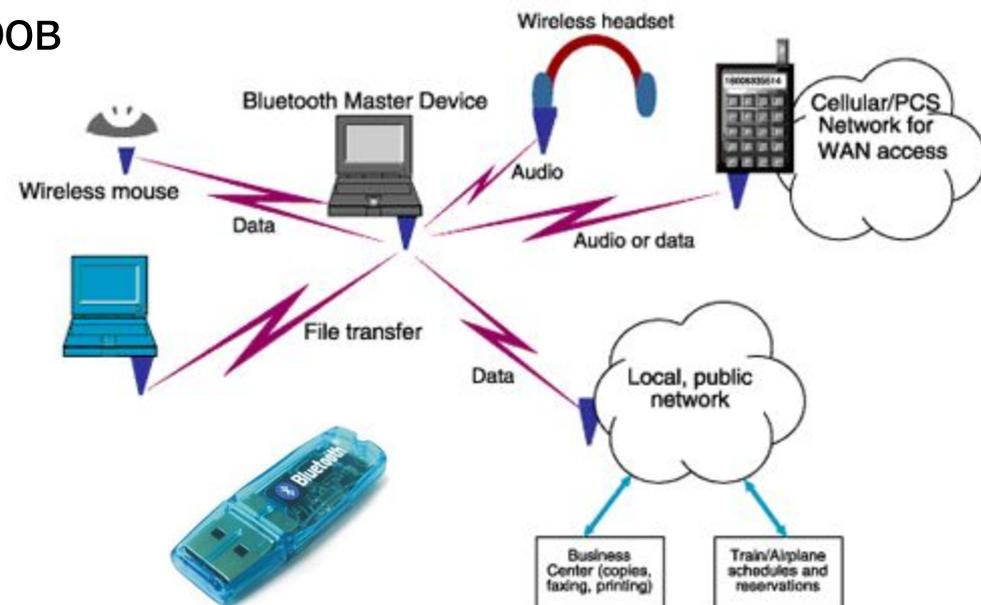
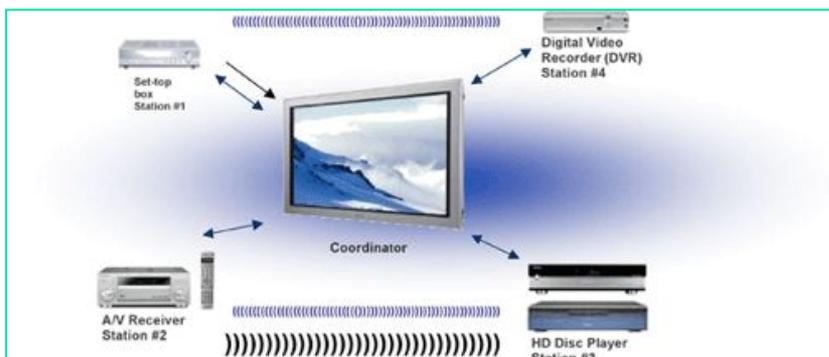
Personal area network (PAN)

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

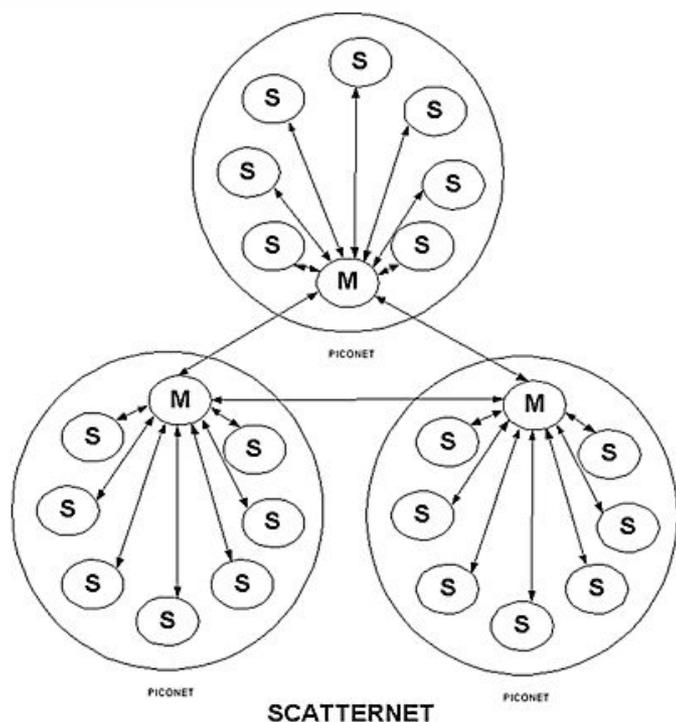
Bluetooth v. 1.1.	до 1 Мбит/с	10 метров	2,4 ГГц
Bluetooth v. 2.0	до 3 Мбит/с	10-100 метров	2,4 ГГц
Bluetooth v. 3.0	3 - 24 Мбит/с	100 метров	2,4 ГГц
IrDa	16 Мбит/с	0,5 - 10 метров	
Wireless USB	480 (110) Мбит/с	3 – 10 метра	3-10 ГГц
WirelessHD	2-5 Гбит/с	10 метров	



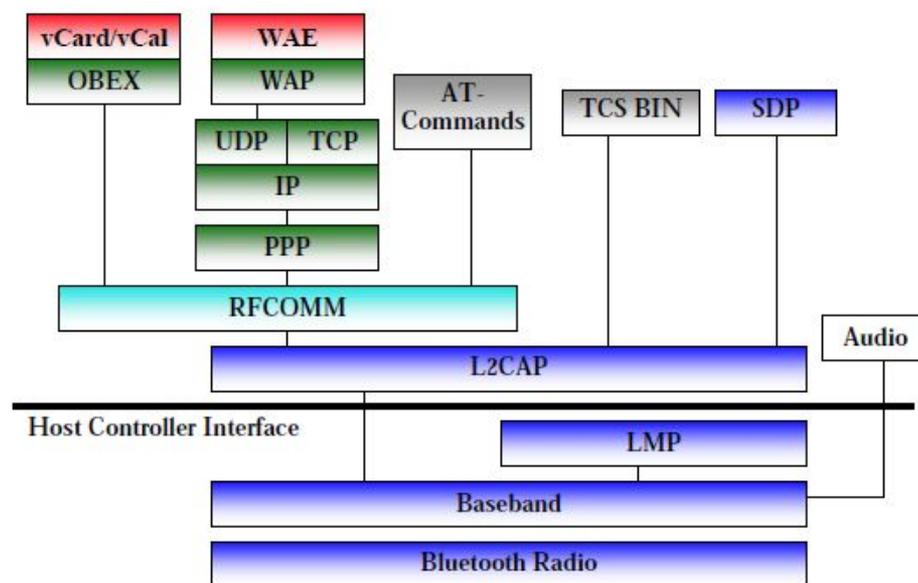
КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия



bluetooth protocol stack

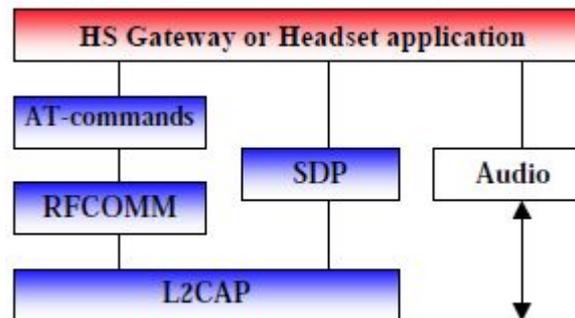
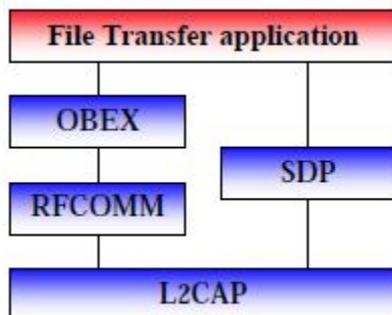
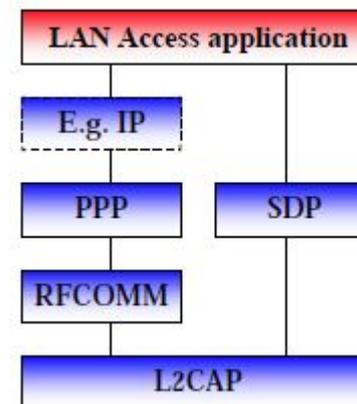
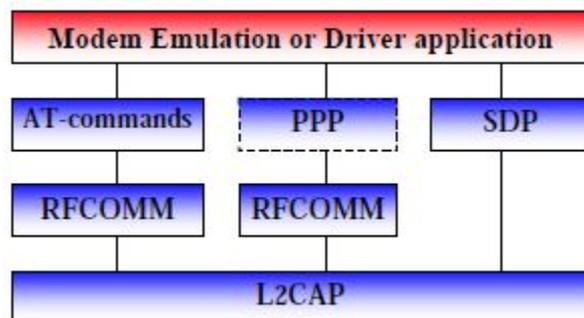


Protocol layer	Protocols in the stack
Bluetooth Core Protocols	Baseband [1], LMP [2], L2CAP [3], SDP [4]
Cable Replacement Protocol	RFCOMM [5]
Telephony Control Protocols	TCS Binary [6], AT-commands [7],[8],[9]
Adopted Protocols	PPP [10], UDP/TCP/IP [10], OBEX [11], WAP [12], vCard [13], vCal [14], IrMC ¹ [15], WAE [16]

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

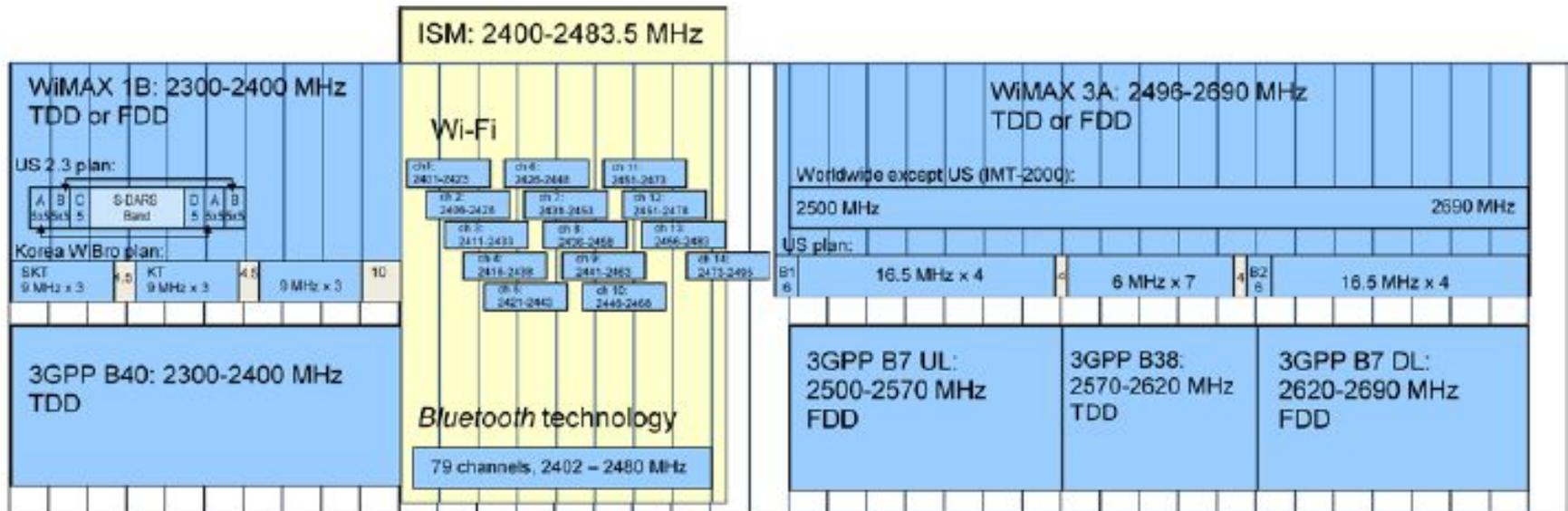
Физический и канальный уровни взаимодействия

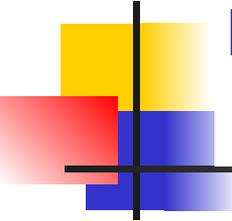


КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия





КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

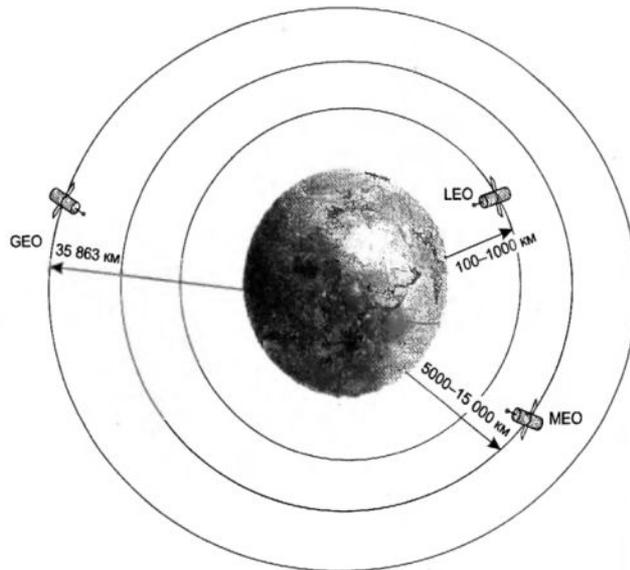
Системы спутниковой связи и радионавигации

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

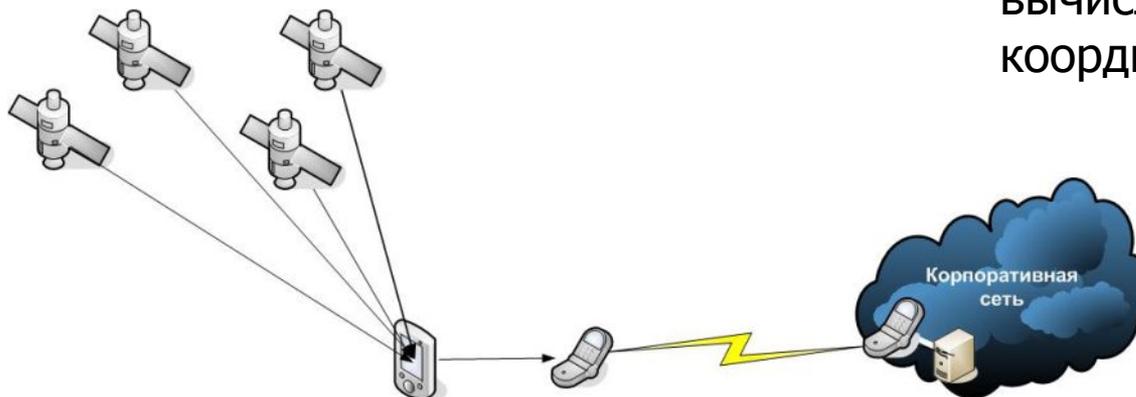
(GPS, ГЛОНАСС)



GPS включает 24 спутника на высоте ~ 20200 км от поверхности Земли.

Сигналы излучаются спутниками на двух рабочих частотах: 1575.42 МГц и 1227.60 МГц.

GPS навигатор - прибор, **принимающий** сигналы от спутников системы GPS, вычисляющий и отображающий на координаты текущего положения.

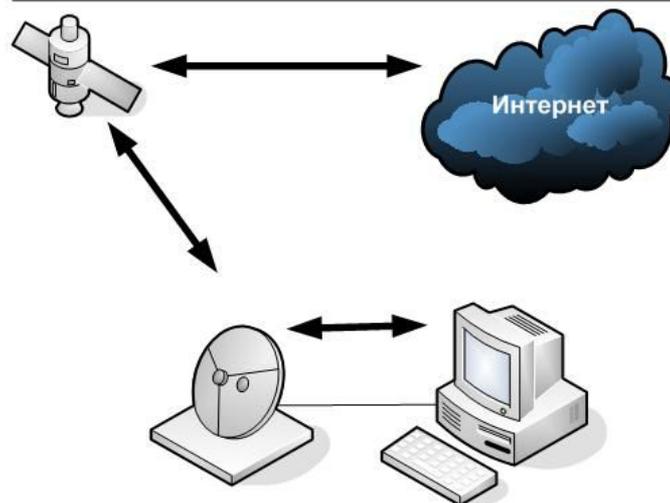
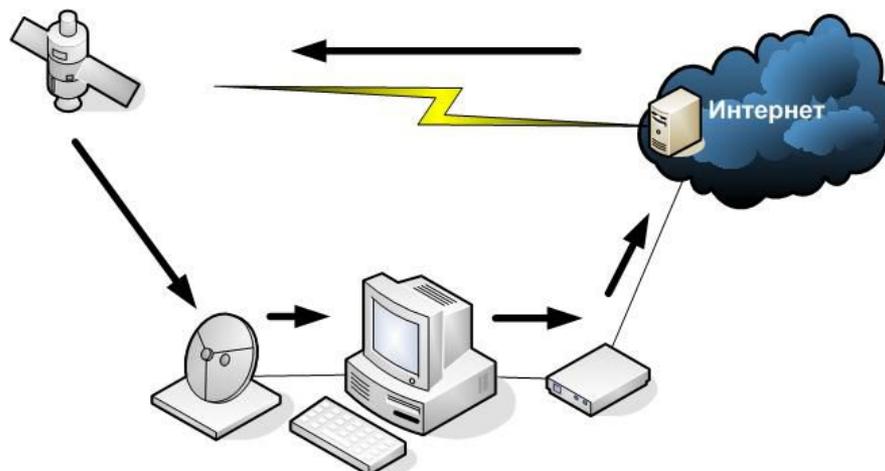


КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

Доступ в Интернет с использованием спутниковых каналов

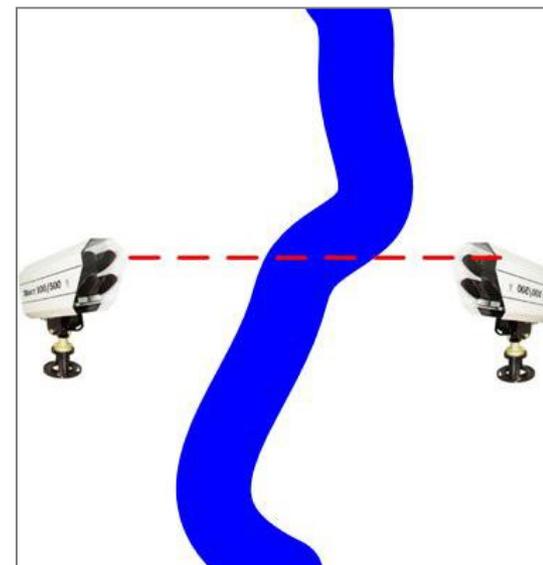


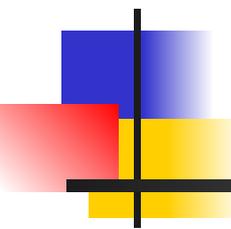
КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2011/2012

Физический и канальный уровни взаимодействия

Беспроводные оптические каналы





Компьютерные системы и сети

Физический и канальный
уровни взаимодействия.
Распределенные сети (WAN)

Олизарович Евгений Владимирович

ГрГУ им. Я.Купалы. 2011/2012