

Учебный курс
Протоколы Узлов Коммутации.

Лекция 12. (2017v2)

Next Generation Network (NGN)

Фицов Вадим Владленович,
Ст. преп. кафедры Инфокоммуникационных систем
www.iks.sut.ru

Содержание лекции:

- NGN
- H.323
- SIP
- H.248
- Softswitch
- Diameter
- IMS

The image features a complex network graph with numerous nodes and edges, overlaid on a background of a tiger's head. The nodes are represented by small circles in various colors (white, blue, green, yellow, pink, and purple), and the edges are thin lines connecting them. The network is dense and interconnected, with a prominent cluster of nodes on the right side. The tiger's head is visible in the background, with its stripes and features partially obscured by the network lines. The overall color palette is a mix of soft pastels and vibrant colors, creating a visually striking effect.

NGN

IP ATC

- 1993 VoIP-SoftPhone - Чарли Кляйн, Университет Иллинойса, США.
- 1995 Internet Phone (Windows) – VocalTec, Израиль.
- 1996 VoIP-шлюз – VocalTec, Израиль.
- 1996 Появление H.323 и начало разработки SIP Хенинг Шульзри (Колумбийский университет) и Марк Хэндли (Университетский колледж Лондона)
- 1999 IP-АТС с открытыми кодами — Asterisk (Марк Спенсер).
- 1999 SIP в RFC-2543
- 2000 SIP основной протокол архитектуры IMS (3GPP)
- 2001 Первые поставки IP-АТС в Россию



Речевые кодеки: скорости работы

- ITU G.711	- 64	Kbps (A-law и μ -law) 1960г (PCM)
- ITU G.729	- 8	Kbps
- ITU G.723.1	— (5.3, 6.3)	Kbps
- ITU G.726	- (16/24/32/40)	Kbps (ADPCM)
- ITU G.722	- (48/56/64)	Kbps ADPCM) 1988г
- GSM	- 13	Kbps
- iLBC	- (15, 13.3)	Kbps
- Speex	- (2.15 — 44.2)	Kbps
- LPC10	- 2.5	Kbps
- ITU G.728	- 16	Kbps
- AMR Codec		
- BroadVoice Codec	- (16, 32)	Kbps
- DoD CELP	- 4.8	Kbps
- GIPS Family	- 13.3	Kbps

Речевые кодеки: скорости работы с заголовками

Таблица 5.3. Средние субъективные оценки качества различных методов кодирования

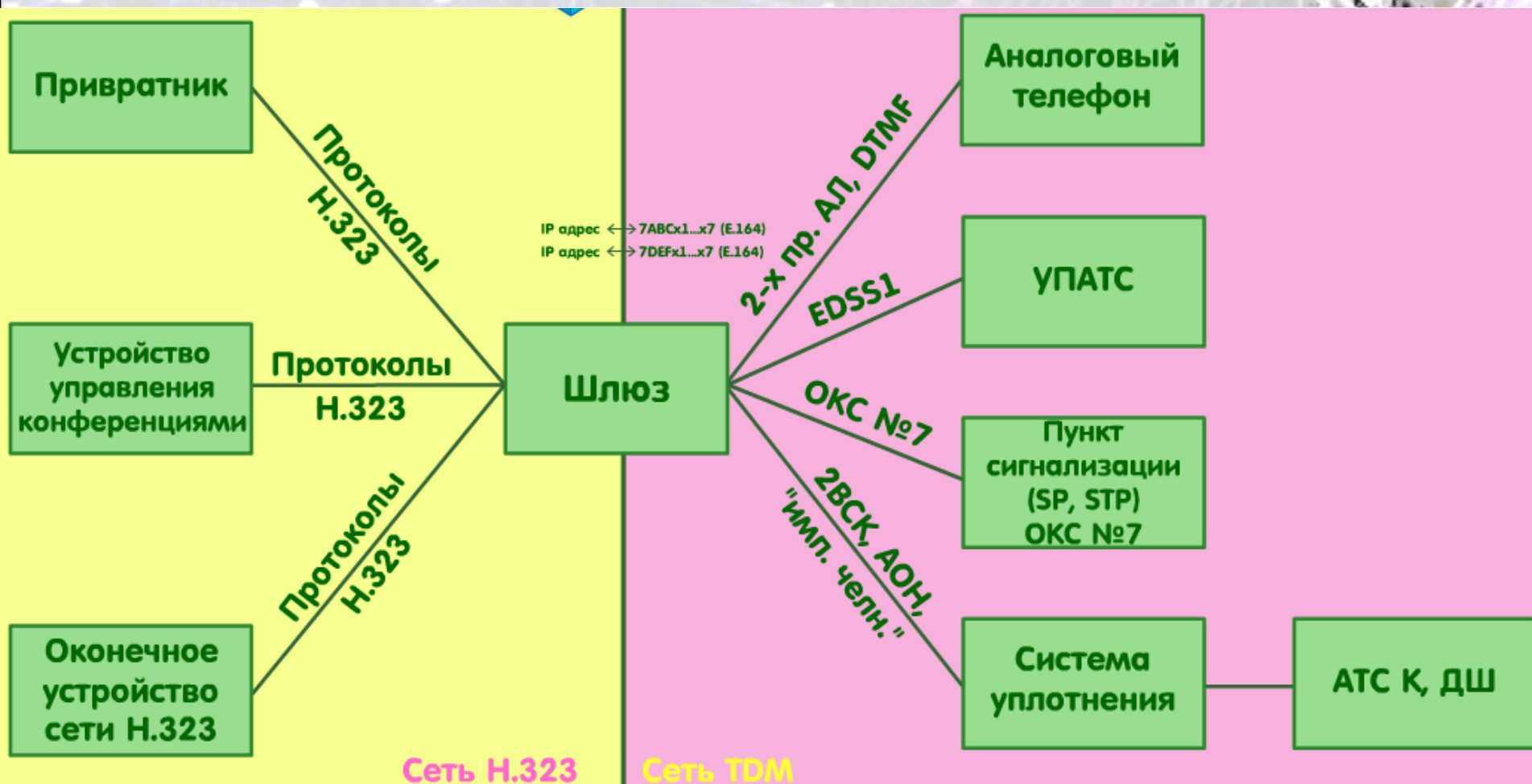
Кодек	Скорость передачи, кбит/с	MOS	Размер кадра, мс
G.711 PCM	64	4,3	0,125
G.726 Multi-rate ADPCM	16-40	2-4,3	0,125
G.723 MP-MLQ ACELP	5,3; 6,3	3,7; 3,8	30
G.728 LD-CEL	16	4,1	0,625
G.729 CS-ACELP	8	4,0	10
G.729a CS-ACELP	8	3,4	10
GSM RPE-LPC	13	3,9	30

Codec Information				Bandwidth Calculations					
Codec & Bit Rate (Kbps)	Codec Sample Size (Bytes)	Codec Sample Interval (ms)	Mean Opinion Score (MOS)	Voice Payload Size (Bytes)	Voice Payload Size (ms)	Packets Per Second (PPS)	Bandwidth MP or FRF.12 (Kbps)	Bandwidth w/cRTP MP or FRF.12 (Kbps)	Bandwidth Ethernet (Kbps)
G.711 (64 Kbps)	80 Bytes	10 ms	4.1	160 Bytes	20 ms	50	82.8 Kbps	67.6 Kbps	87.2 Kbps
G.729 (8 Kbps)	10 Bytes	10 ms	3.92	20 Bytes	20 ms	50	26.8 Kbps	11.6 Kbps	31.2 Kbps
G.723.1 (6.3 Kbps)	24 Bytes	30 ms	3.9	24 Bytes	30 ms	34	18.9 Kbps	8.8 Kbps	21.9 Kbps
G.723.1 (5.3 Kbps)	20 Bytes	30 ms	3.8	20 Bytes	30 ms	34	17.9 Kbps	7.7 Kbps	20.8 Kbps
G.726 (32 Kbps)	20 Bytes	5 ms	3.85	80 Bytes	20 ms	50	50.8 Kbps	35.6 Kbps	55.2 Kbps
G.726 (24 Kbps)	15 Bytes	5 ms		60 Bytes	20 ms	50	42.8 Kbps	27.6 Kbps	47.2 Kbps
G.728 (16 Kbps)	10 Bytes	5 ms	3.61	60 Bytes	30 ms	34	28.5 Kbps	18.4 Kbps	31.5 Kbps

Сеть H.323



Сеть Н.323



Шлюз

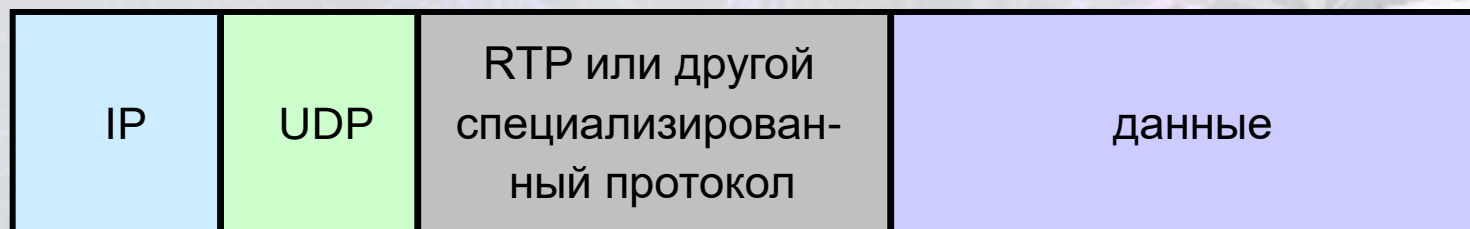
По мере развития первых сетей IP-телефонии (на базе протоколов стандарта H.323, протокола SIP) стали проявляться присущие им недостатки и ограничения:

- шлюз, осуществляющий взаимодействие между сетями разных стандартов (стандарта H.323, протокола SIP) и технологий (технология коммутации каналов и коммутации пакетов), обрабатывает сигнализацию, выполняет управление обслуживанием вызова и транскодирование транспортных потоков в едином блоке, что создает, например, проблему масштабируемости при росте трафика;
- H.323 не обеспечивает подключения к сети ОКС7 без конвертации протоколов, что препятствует его «бесшовной» интеграции с существующей телефонной сетью общего пользования с коммутацией каналов.

Для того чтобы справиться с этими проблемами, была разработана концепция декомпозиции шлюза.



Речевые кодеки: структура IP-пакета с данными кодека



20

8

12
или меньше
в зависимости
от используемого
протокола

G723.1a (кадр 30 мс)
- 20 байт для 5.3 Кбит/с
- 24 байт для 6.3 Кбит/с
- 4 байт для иденти-
фикации тишины
- 0 тишина

G729 (кадр 10 мс)
- 10 байт для 8.0 Кбит/с
- 2 байта для иденти-
фикации тишины
- 0 тишина

Протокол RTP (Real-time Transport Protocol)

Уровни протоколов RTP/UDP/IP



Протокол RTP



← направление передачи

0 1 2 3 4 5 6 7 0 1 2 3 4 5 6 7 0 1 2 3 4 5 6 7 0 1 2 3 4 5 6 7

V=2

P

X

CC

M

PT

sequence number (порядковый номер)

timestamp (временная метка)

synchronization source (SSRC) identifier

contributing source (CSRC) identifiers

.....

Протокол RTP (in Wireshark)

No. ↓	Time	Source	Destination	Protocol	Info
69	16:20:13.618859	10.1.1.189	10.1.1.190	RTP	PT=ITU-T G.729, SSRC=0x3F67B6A3, Seq=0, Time=0, Mark
72	16:20:13.658895	10.1.1.189	10.1.1.190	RTP	PT=ITU-T G.729, SSRC=0x3F67B6A3, Seq=1, Time=320
75	16:20:13.698781	10.1.1.189	10.1.1.190	RTP	PT=ITU-T G.729, SSRC=0x3F67B6A3, Seq=2, Time=640
78	16:20:13.738862	10.1.1.189	10.1.1.190	RTP	PT=ITU-T G.729, SSRC=0x3F67B6A3, Seq=3, Time=960
81	16:20:13.778846	10.1.1.189	10.1.1.190	RTP	PT=ITU-T G.729, SSRC=0x3F67B6A3, Seq=4, Time=1280
85	16:20:13.818879	10.1.1.189	10.1.1.190	RTP	PT=ITU-T G.729, SSRC=0x3F67B6A3, Seq=5, Time=1600
88	16:20:13.858865	10.1.1.189	10.1.1.190	RTP	PT=ITU-T G.729, SSRC=0x3F67B6A3, Seq=6, Time=1920
91	16:20:13.898899	10.1.1.189	10.1.1.190	RTP	PT=ITU-T G.729, SSRC=0x3F67B6A3, Seq=7, Time=2240
94	16:20:13.938882	10.1.1.189	10.1.1.190	RTP	PT=ITU-T G.729, SSRC=0x3F67B6A3, Seq=8, Time=2560

⊕ Frame 78 (94 bytes on wire, 94 bytes captured)

⊕ Ethernet II, Src: SnomTech_01:bd:13 (00:04:13:01:bd:13), Dst: AsustekC_2b:6c:9b (00:15:f2:2b:6c:9b)

⊕ Internet Protocol, Src: 10.1.1.189 (10.1.1.189), Dst: 10.1.1.190 (10.1.1.190)

⊕ User Datagram Protocol, Src Port: 16444 (16444), Dst Port: 20788 (20788)

⊕ Real-Time Transport Protocol

⊕ [Stream setup by SDP (frame 60)]

10.. = Version: RFC 1889 version (2)

..0. = Padding: False

...0 = Extension: False

.... 0000 = Contributing source identifiers count: 0

0... = Marker: False

Payload type: ITU-T G.729 (18)

Sequence number: 3

[Extended sequence number: 65539]

Timestamp: 960

Synchronization Source identifier: 0x3f67b6a3 (1063761571)

Payload: F4DA87C50AD310A7E173F41B88045DDF5100C5CBF4DA87C0...

Протокол RTP / RTCP

Функции протокола RTCP

Обратная связь

Идентификация отправителя

Масштабирование

Управление сеансом

IP-терминал
IP: 192.168.0.10



IP-сеть

IP-терминал
IP: 192.168.0.21



RTP (SSRC=1236745 Seq=1116)

RTP (SSRC=9812571 Seq=24003)

RTP (SSRC=1236745 Seq=1117)

RTP (SSRC=9812571 Seq=24004)

RTP (SSRC=1236745 Seq=1118)

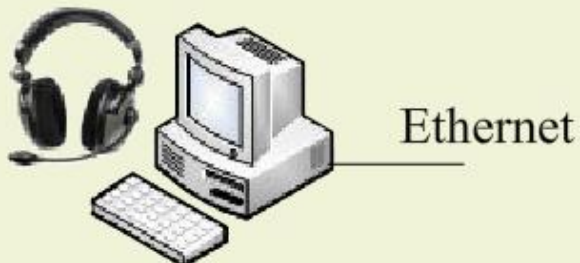
RTP (SSRC=9812571 Seq=24005)

RTCP



SIP

Сеть SIP



Софтфон: ПК, оснащенный программным модулем SIP и устройством ввода/вывода аудио/видео



SIP телефон, подключающийся непосредственно к ЛВС



Аналоговый телефон

IAD (интегрированное устройство доступа) :

преобразование речи "аналог- цифра"
преобразование сигнализации "аналог -SIP"

Сеть SIP

SIP Терминал



SIP терминал А

Сеанс связи SIP



SIP терминал В

SIP Терминал



SIP терминал А

SIP сервер

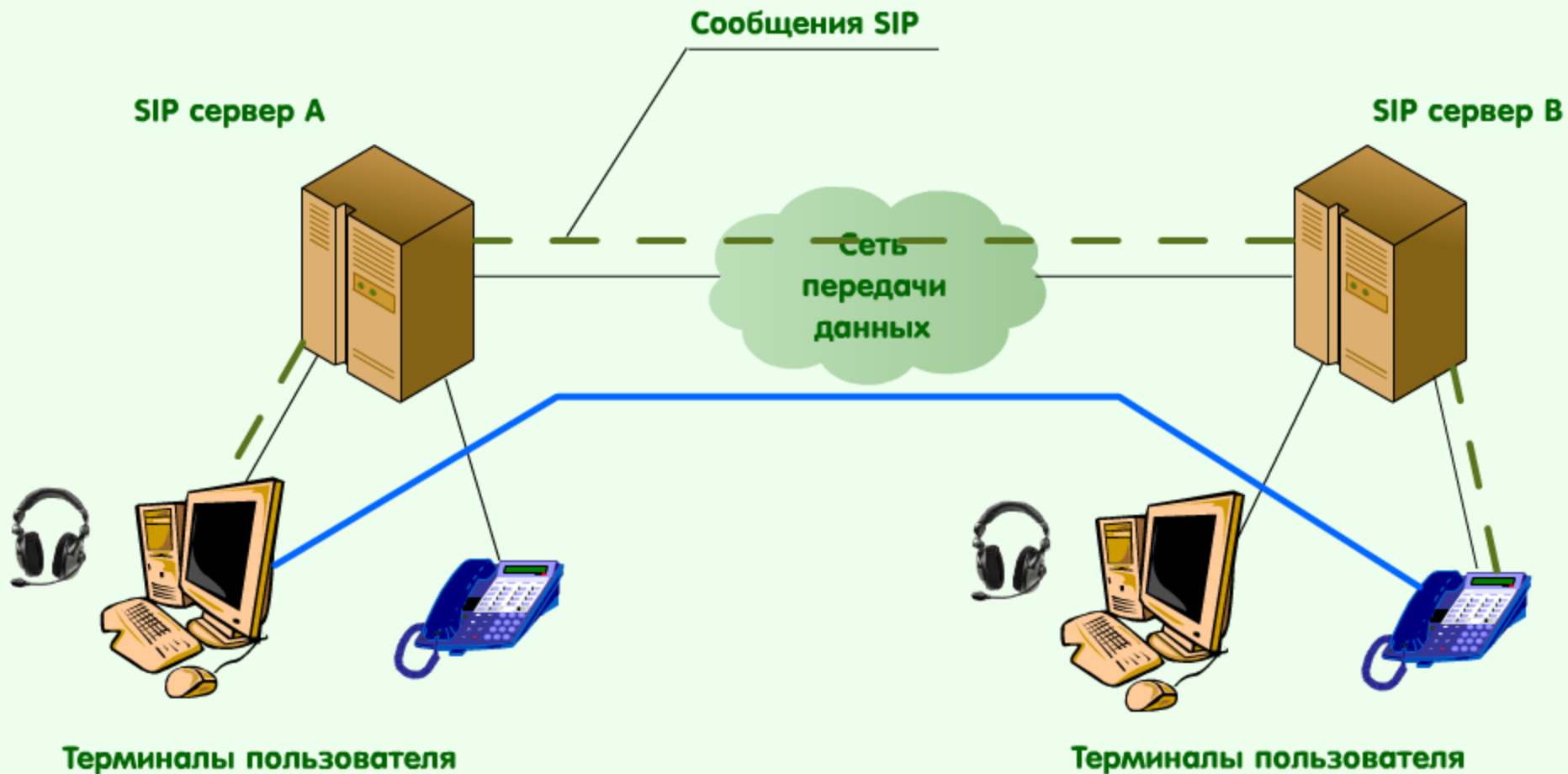


SIP терминал В

SIP

SIP

Сеть SIP



Протокол SIP (Session Initiation Protocol)



Протокол SIP

Персональная мобильность пользователей

Масштабируемость сети

Расширяемость протокола

Простота разработки новых приложений

SIP сервер

Функции:

Маршрутизация сообщений между элементами сети

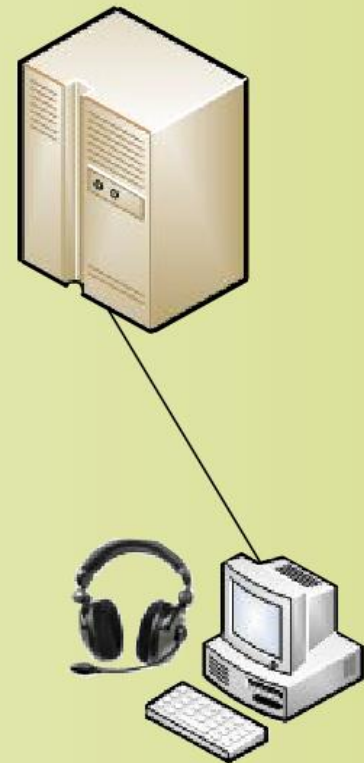
Регистрация пользователей в сети

Определение текущего местоположения пользователя

Хранение данных о текущем местоположении пользователей

Контроль доступа пользователей к услугам сети

Предоставление дополнительных услуг



Протокол SIP



Протокол SIP

Виды SIP-адресов:

имя@домен

имя@хост

имя@IP-адрес

№телефона@шлюз

Примеры SIP-адресов:

Sip: userA@sipnet.ru

Sip: Ivan@comp1.sotsbi.ru

Sip: userB@192.168.0.14

Sip: 387-76-58@gateway.ru

Протокол SIP

Агент пользователя (User Agent, UA)

Клиент агента пользователя
User Agent Client, UAC

Сервер агента пользователя
User Agent Server, UAS

Создание запроса

Обработка ответа

Запрос

Ответ

Обработка запроса

Создание ответа

Сообщения протокола SIP

Запросы

Ответы

Предварительные

Окончательные

Протокол SIP

RFC 3261:

INVITE

приглашение принять участие в сеансе связи

ACK

подтверждение приема окончательного ответа на запрос INVITE

BYE

прекращение сеанса связи (передачи мультимедийной информации)

REGISTER

регистрация терминала

CANCEL

отмена обработки запроса

OPTIONS

запрос информации о возможностях терминального оборудования

Протокол SIP

RFC 3261:

INVITE

ACK

BYE

REGISTER

CANCEL

OPTIONS

INFO

PRACK

UPDATE

SUBSCRIBE

NOTIFY

REFER

MESSAGE

PUBLISH

Последующие рекомендации IETF:

передача дополнительной информации

подтверждение приема предварительного ответа

изменение параметров еще не установленной сессии

подписка на предоставление информации о состоянии ресурса

уведомление о состоянии ресурса

перевод вызова (предписание связаться с третьей стороной)

передача короткого текстового сообщения

определение присутствия пользователя в сети

Протокол SIP

Ответы

Предварительные

Запрос в стадии обработки

Информация о ходе
обработки запроса

Status-Code:

1XX

Окончательные

Обработка запроса завершена

Результат обработки запроса

Status Code

Успешная обработка запроса

2XX

Перенаправление запроса

3XX

Неуспешная обработка. Ошибка
в запросе

4XX

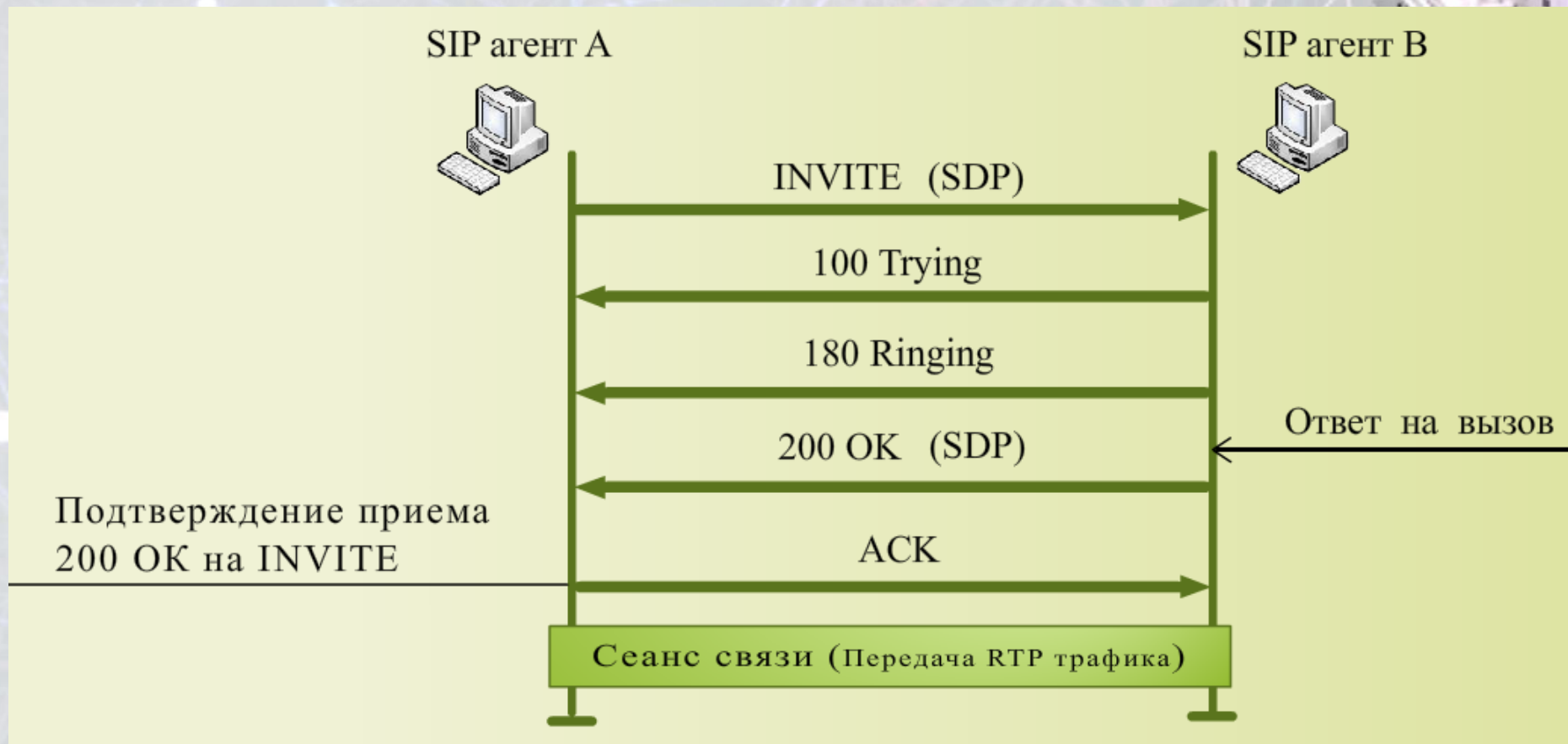
Неуспешная обработка. Отказ
сервера

5XX

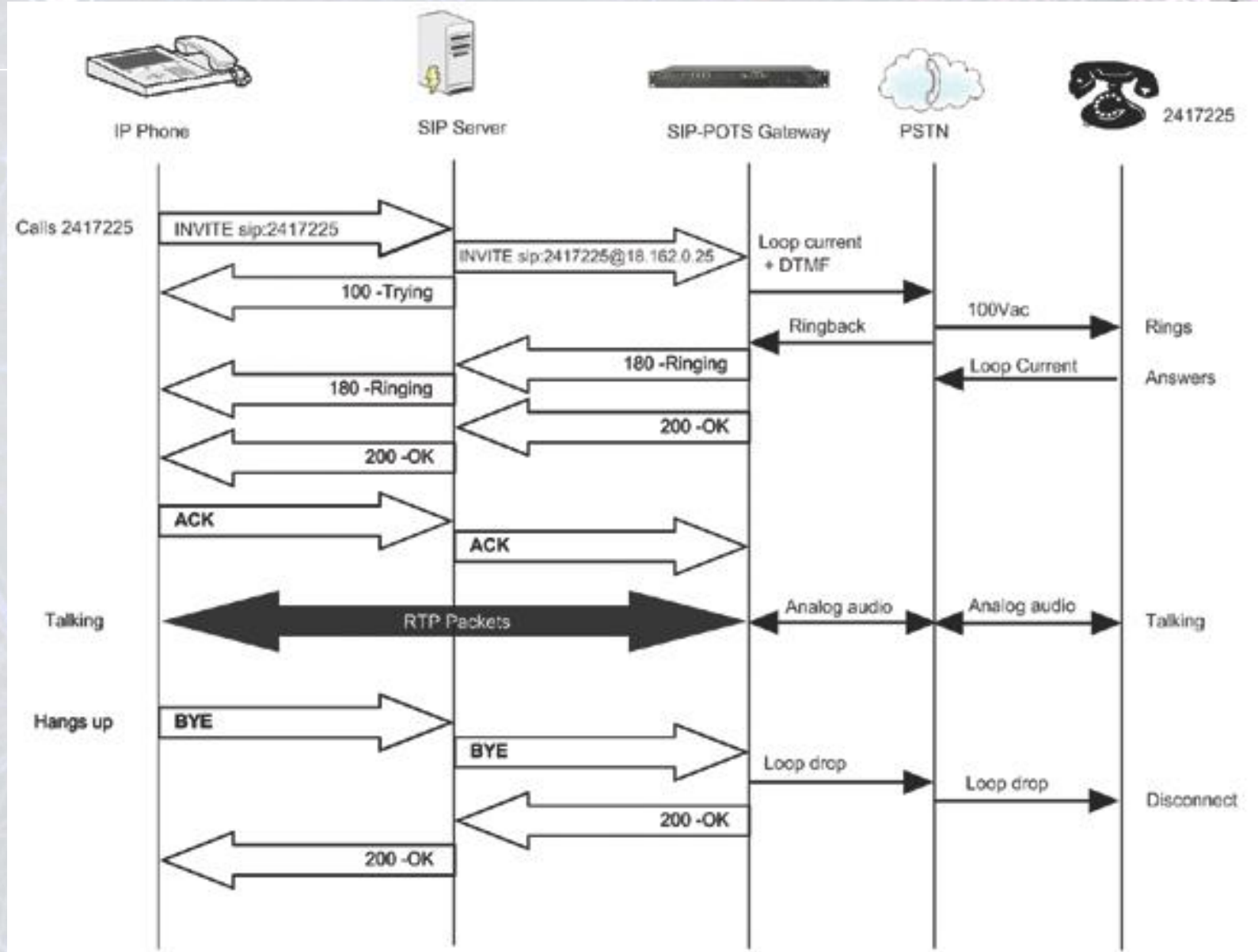
Ответ о полной невозможности
установления соединения

6XX

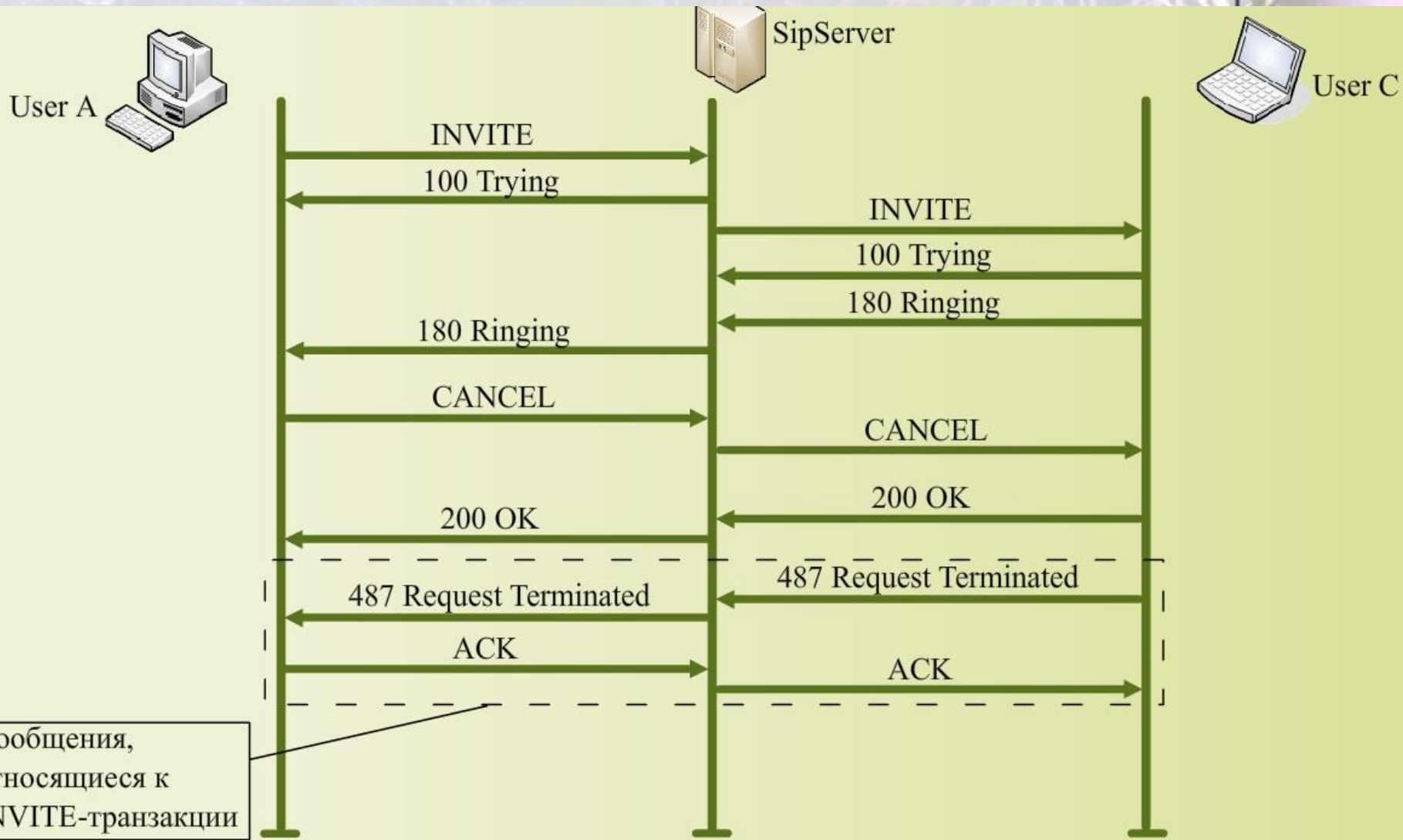
Протокол SIP



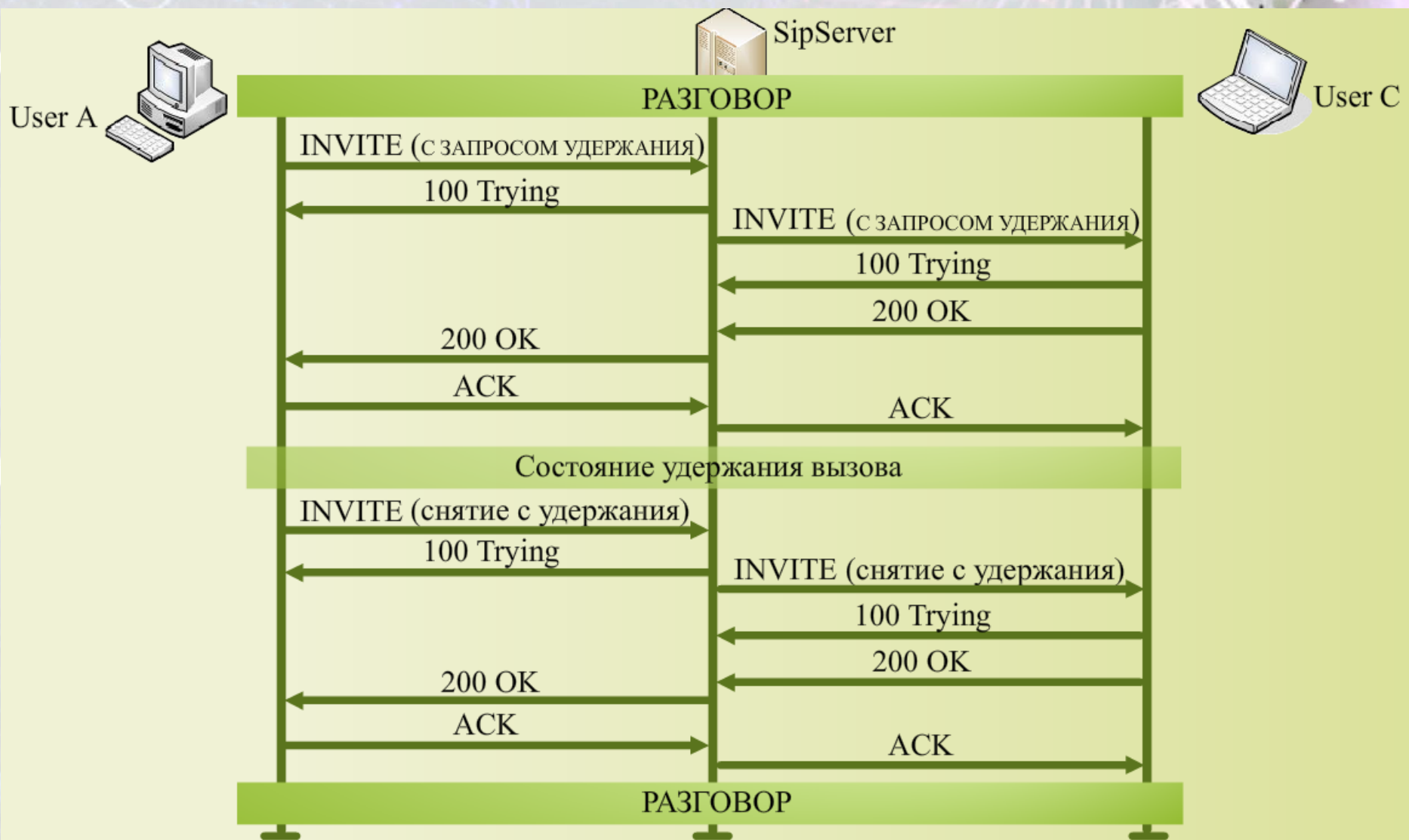
Протокол SIP



Протокол SIP (Отмена вызова)



Протокол SIP (Удержание вызова)



Протокол SIP

Некоторые информационные ответы

КОД	НАЗНАЧЕНИЕ
100	Trying. Запрос обрабатывается. Например, сервер обращается к базе данных, но местоположение вызываемого пользователя в настоящий момент не определено.
180	Ringing. Местоположение вызываемого пользователя определено. Вызываемый пользователь получает сигнал о входящем вызове от своего UA.
183	Session Progress. Этот ответ используется для того, чтобы заранее получить от шлюзов, стоящих на пути к вызываемому пользователю, описание сессии (SDP описание) для проключения разговорного тракта в предответном состоянии (например, речевые подсказки при звонке в коллцентр).

Протокол SIP

Ответы об успешной обработке запроса

КОД	НАЗНАЧЕНИЕ
200	ОК. Запрос успешно выполнен.
202	Accepted. Запрос был принят для обработки, но обработка еще не завершена. Неизвестно будет ли выполнен запрос, поскольку после завершения обработки запрос может быть отклонён.

Некоторые ответы о перенаправлении вызова

КОД	НАЗНАЧЕНИЕ
300	Multiple Choices. Вызываемый пользователь доступен по нескольким адресам. Эти адреса передаются вызывающему пользователю, и тот может выбрать один из них и направить вызов по этому адресу.
302	Moved Temporarily. Вызываемый пользователь временно изменил свое местоположение и может быть найден по адресу, указанному в заголовке Contact ответа.

Протокол SIP

Ответы о неуспешной обработке запроса, информирующие об ошибке в запросе

КОД	НАЗНАЧЕНИЕ
400	Bad Request. В запросе обнаружена синтаксическая ошибка.
401	Unauthorized. Запрос требует проведения процедуры аутентификации пользователя.
404	Not Found. Вызываемый пользователь не обнаружен. Сервер не обнаружил вызываемого пользователя в домене, указанном в поле Request-URI.
407	Proxy Authentication Required. Перед вызовом требуется пройти процедуру аутентификации.
480	Temporarily Unavailable. Соединение с оконечным терминалом было установлено успешно, но пользователь в данное время недоступен (например, находится вне сети или находится в сети, но в состоянии, препятствующем установлению соединения с вызывающим абонентом, или активировал опцию «Не беспокоить»).
481	Call/Transaction Does Not Exist. Сервер получил запрос, не относящийся к текущему диалогу или транзакции. Запрос отбрасывается.
486	Busy Here. Вызываемый пользователь в данный момент либо не желает, либо не имеет возможности принять данный вызов.
487	Request Terminated. Запрос был отменен сообщением BYE или CANCEL.

Протокол SIP

Некоторые ответы неуспешной обработки запроса, информирующие об ошибке сервера

КОД	НАЗНАЧЕНИЕ
500	Server Internal Error. Внутренняя ошибка сервера.
501	Not Implemented. Сервер не может обслужить запрос, потому что в сервере не реализованы соответствующие функции.
503	Service Unavailable. Обслуживание временно невозможно вследствие перегрузки или проведения мероприятий по техническому обслуживанию.

Ответы о полной невозможности установления соединения

КОД	НАЗНАЧЕНИЕ
600	Busy Everywhere. Вызываемый пользователь занят и не желает принимать вызов в данный момент.
603	Decline. Вызываемый пользователь не может или не желает принять входящий вызов без указания причины отказа.
604	Does Not Exist Anywhere. Вызываемый пользователь не существует.
606	Not Acceptable. Соединение с сервером было установлено, но отдельные элементы описания сеанса связи не допустимы.

Протокол SIP

Трейс сообщения INVITE

INVITE sip:userB@domainB.ru SIP/2.0

Via: SIP/2.0/UDP 192.0.2.1:5060;branch=z9hG4bK776asdhd

Max-Forwards: 70

To: User B <sip:userB@domainB.ru>

From: User A <sip:userA@domainA.ru>;tag=1928301774

Call-ID: a84b4c76e66710@domainA.ru

CSeq: 314159 INVITE

Contact: <sip:userA@domainA.ru>

Content-Type: application/sdp

Content-Length: 142

Тело сообщения (не отображено)

Стартовая строка

Заголовки

Тело сообщения

Протокол SIP

Формат запроса REGISTER :

REGISTER sip: domainA.ru SIP/2.0

Via: SIP/2.0/UDP 192.0.2.1:5060;branch=z9hG4bK776asdhhd

Max-Forwards: 70

Call-ID: a84b4c76e66710

CSeq: 1 REGISTER

Content-Length: 0

Contact: <sip: userA@192.0.2.1:5060>

Expires: 3600

To: User A <sip:userA@domainA.ru>

From: User A <sip:userA@domainA.ru>;tag=1928301774

User A
ip: 192.0.2.1



Registrar
domainA.ru



REGISTER

200 OK



Протокол SDP (Session Description Protocol)

	user name	session identifier	session version	network type	address type	unicast address
<i>version</i>	v=0					
<i>origin</i>	o=alice	2890844526	2890844526	IN	IP4	host.atlanta.example.com
<i>session-name</i>	s=					
<i>connection</i>	c=IN	IP4	host.atlanta.example.com			
<i>time</i>	t=0 0					
<i>media</i>	m=audio	49170	RTP/AVP	0 8 97		
<i>attribute</i>	a=rtpmap:0	PCMU/8000				
<i>attribute</i>	a=rtpmap:8	PCMA/8000				
<i>attribute</i>	a=rtpmap:97	iLBC/8000				
<i>media</i>	m=video	51372	RTP/AVP	31 32		
<i>attribute</i>	a=rtpmap:31	H261/90000				
<i>attribute</i>	a=rtpmap:32	MPV/90000				

media description

media description

media type transport port transport protocol media formats

Протокол SDP

Параметр «**m=**» - определяет название медиа данных и адрес для их передачи/приема

Часть сообщения INVITE

Content-Type:application/sdp

Content-Length:154

«V=» 0

«o=» UserA 2890844526 2890844526 IN IP4 serv1.domainA.ru

«S=» -

«c=» IN IP4 serv1.domainA.ru

«t=» 0 0

«m=» audio 49172 RTP/AVP 0 8

«a=» rtpmap: 0 PCMU/8000

Audio - тип данных (например, audio, video, text, messade)

49172 - транспортный порт, на который (с которого) направляется поток данных (зависит от сети и транспортного протокола, специфицированного далее)

RTP/AVP - тип используемого для передачи пользовательских данных транспортного протокола (например, RTP/AVP, UDP, TCP)

0 8 - тип кодека, используемого для кодирования пользовательских данных при приеме или при передаче, например 0-PCMU; 8-G.723(PCMA), 18-G.729

<type> = <value>

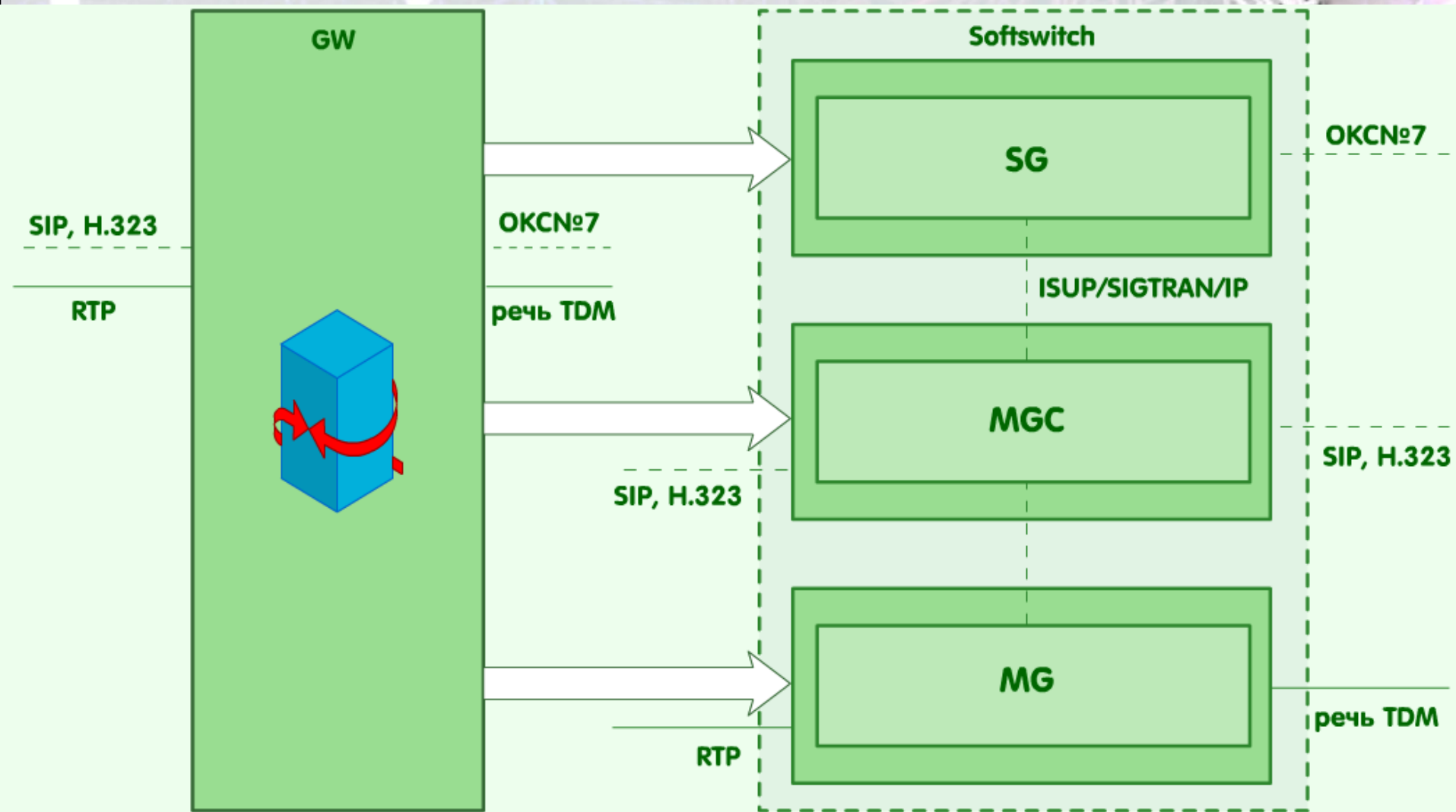
указывает, какие
данные будут
описываться

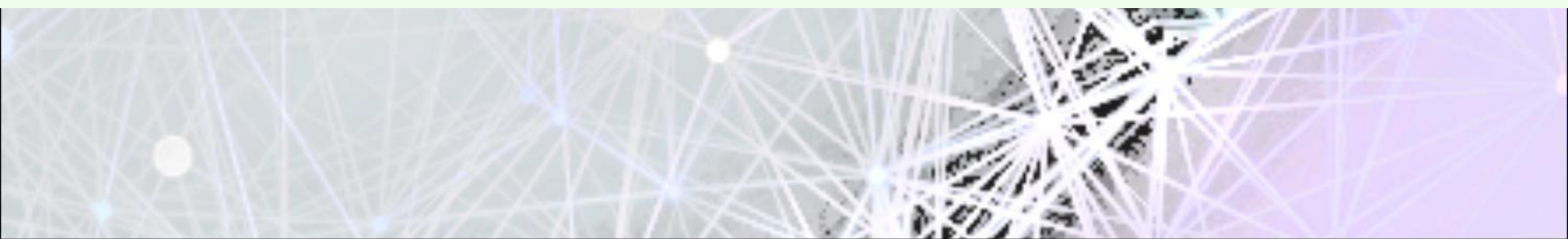
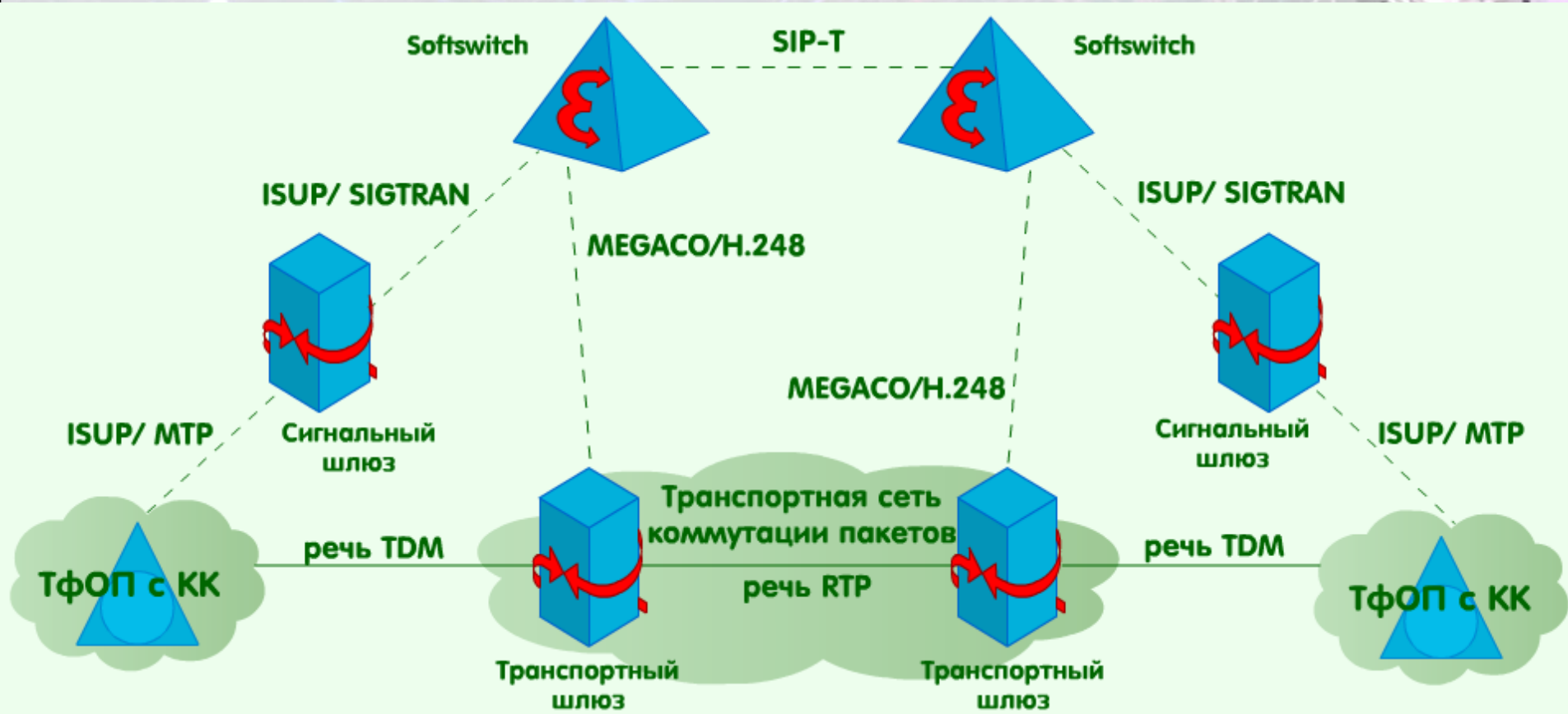
данные, формат
которых зависит от
<type>.

The background of the slide is a complex, abstract network diagram. It features a dense web of thin, light-colored lines (nodes and edges) connecting various points. Some nodes are highlighted with larger, colored circles in shades of blue, green, yellow, and pink. The overall aesthetic is futuristic and technological, with a color palette dominated by soft pinks, purples, and blues.

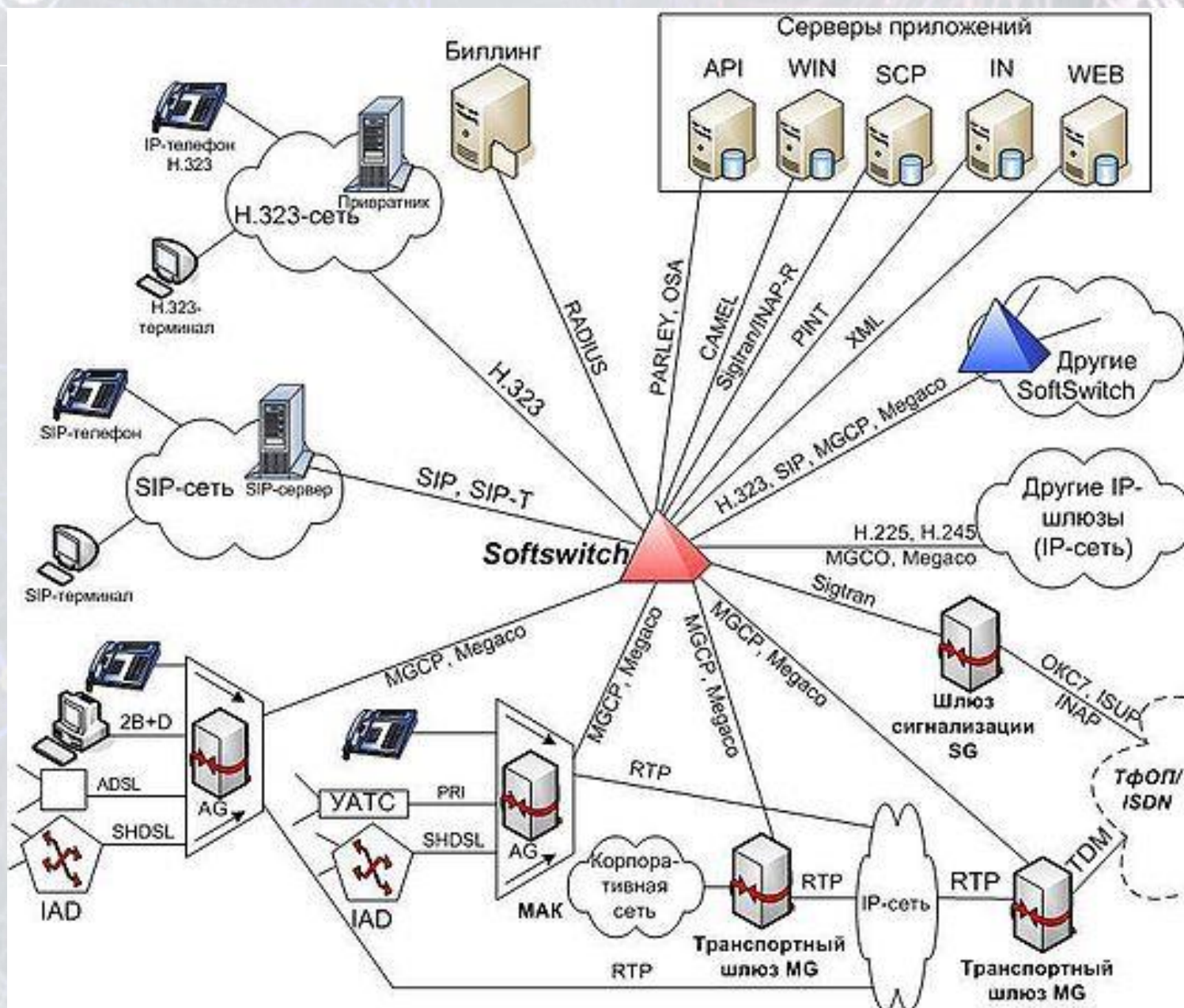
Softswitch

Шлюз

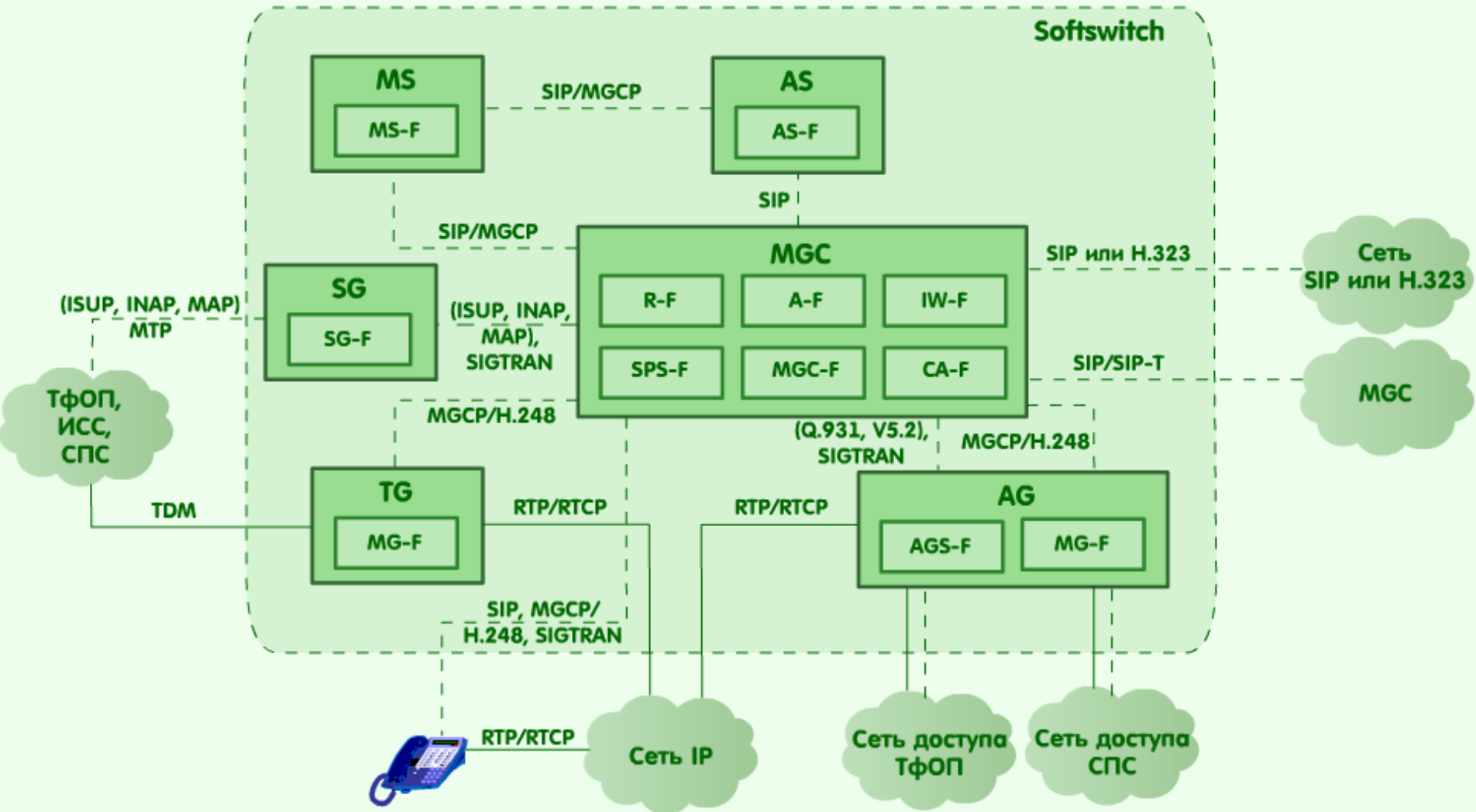


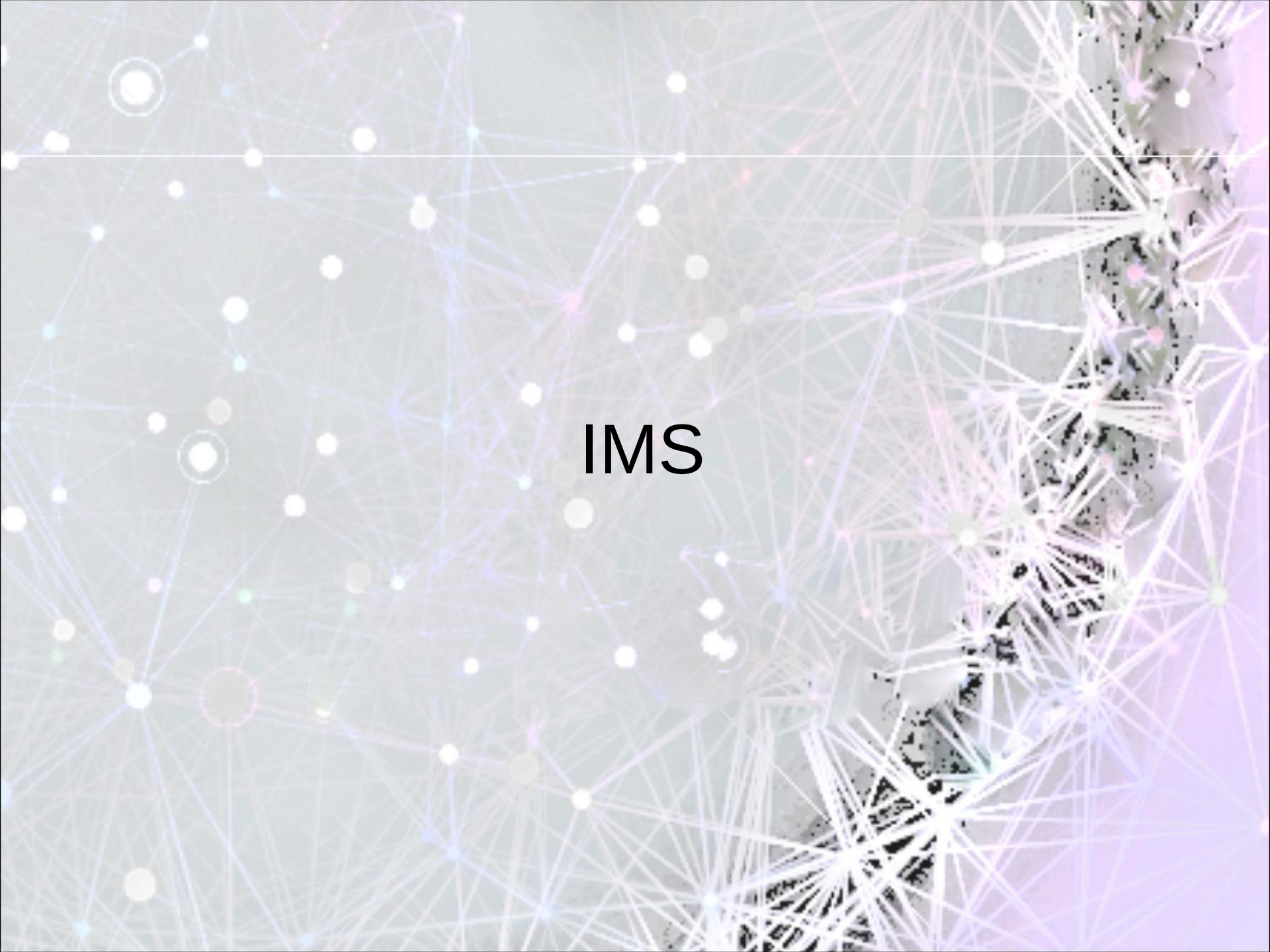


Протоколы NGN: SIP, H.248, Diameter



Softswitch

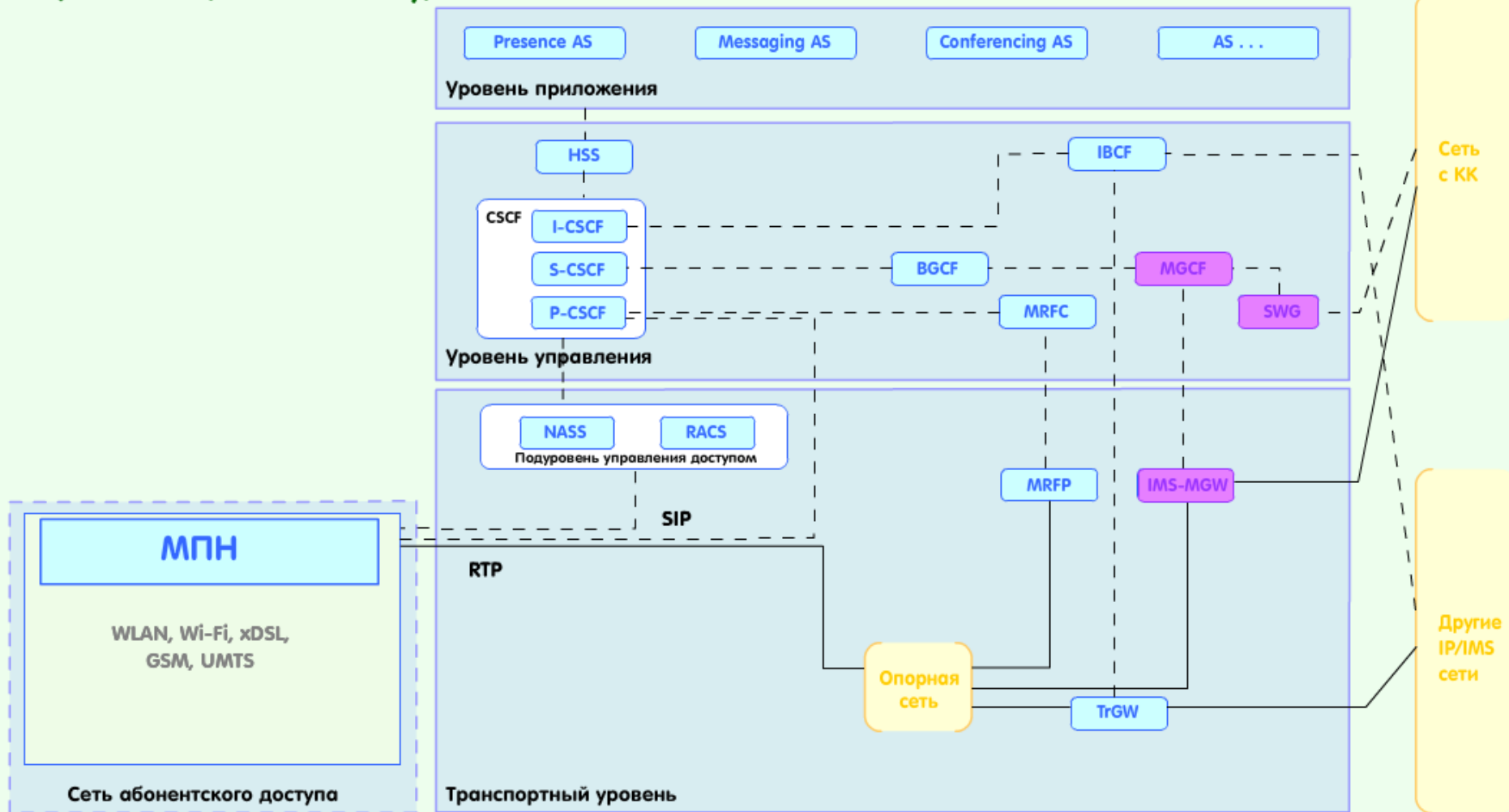




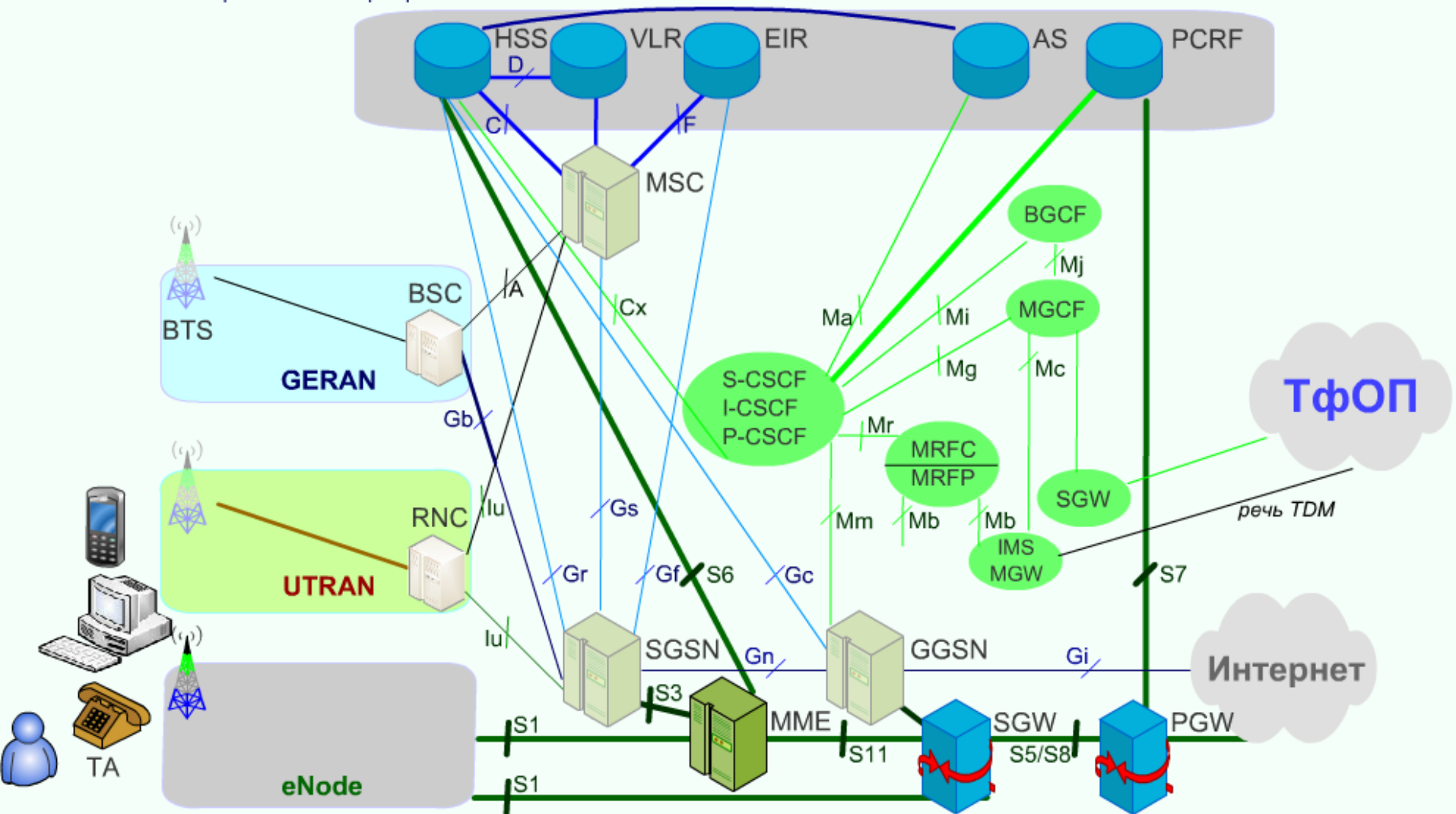
IMS

IMS

MGC, IM-MGW (Media Gateway) и SGW



6.6 Пакетизация СПС. Концепция LTE



Список используемой литературы

1. Гольдштейн Б.С. **Softswitch.**
Том 1. 4-е издание, М.:Радио и связь-2006.
2. Гольдштейн Б.С., Соколов Н.А., Яновский Г.Г. **Сети связи.**
учебник для вузов / СПб. : БХВ-Петербург, 2014. - 400 с.



Следующая лекция:

Эволюция телеком. протоколов



Вопросы?



Ст. преп. каф. Инфокоммуникационных систем, СПбГУТ,

**Фицов Вадим,
noldi@bonch-ikt.ru**