

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего профессионального образования

МОСКОВСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СВЯЗИ И
ИНФОРМАТИКИ

Кафедра Сетей связи и систем коммутации

Учебно-методическое пособие для выполнения самостоятельной работы по теме "Сети доступа и системы сигнализации в сетях следующего поколения" по дисциплине

СИСТЕМЫ КОММУТАЦИИ

Для студентов 4 курса

очной формы обучения

(направление 11.03.02- Инфокоммуникационные технологии и системы связи)

Москва, 2014

Учебно-методическое пособие для выполнения самостоятельной работы по теме "Сети доступа и системы сигнализации в сетях следующего поколения" по дисциплине

СИСТЕМЫ КОММУТАЦИИ

Составитель: Маликова Е.Е., к.т.н., доц.

Утверждено на заседании кафедры, протокол № 1 от 29.08.14

Рецензент Михайлова Ц.Ц., к.т.н., доцент

СОДЕРЖАНИЕ

Общие замечания	4
Контрольное задание	4
Задание № 1	5
Задание № 2	6
Задание № 3	7
Задание № 4	7
Методические указания для выполнения заданий	9
Пример выполнения задания № 2	10
Пример выполнения задания № 3	15
Пример выполнения задания № 4	23
Вопросы и задачи для самопроверки	40
Список сокращений	43
Список литературы	44

Общие замечания

Дисциплина «Системы коммутации» (СК) изучается студентами, обучающимися по направлению 11.03.02 на третьем и четвертом курсах. Основной материал дисциплины изложен в лекциях, учебниках и учебных пособиях, указанных в списке литературы. В процессе обучения проводятся лекции, лабораторные работы, практические занятия, зачет, экзамен. Работа студентов складывается из самостоятельной работы с рекомендуемыми учебниками и учебными пособиями, а также из усвоения материала лекций.

В седьмом семестре выполняется курсовое проектирование, самостоятельная работа по теме "Сети доступа и системы сигнализации в сетях следующего поколения" и сдается экзамен за весь курс.

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Каждый студент выполняет домашнее задание, состоящую из четырех задач. Студент выполняет задания по варианту, который соответствует его номеру в журнале группы. Для выполнения этих заданий необходимо предварительно подготовиться и изучить лекционный материал, а также примеры выполнения задач в данном методическом пособии.

Задание № 1

Изобразить функциональную схему сети NGN на базе программных коммутаторов и дать перевод всех иностранных терминов, а также выполнить задание для вашего варианта в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1. Данные для описания функциональных элементов сети NGN

№ варианта	Задание
1	Структурная схема программного коммутатора. Функции программного коммутатора.
2	Опишите процесс установления соединения между абонентом с обычным телефонным аппаратом сети NGN, включенным в резидентный шлюз и абонентом цифровой АТС, которая включена в транкинговый шлюз (TGW).
3	Какие типы шлюзов вы знаете, кратко опишите их функции.
4	Структура протокола H.323. Элементы сети H.323.
5	Какой протокол применяется для управления медиашлюзами. Дайте краткую характеристику этого протокола.
6	Функции медиашлюза (MGW).
7	Сигнальный шлюз (SGW), его функции.
8	Опишите назначение транкингового шлюза.
9	Шлюз доступа (AGW). Опишите виды доступа.
10	Основные компоненты IP - сети на базе протокола SIP. Формат сообщений SIP.
11	Структура стека протоколов SIP.
12	Протокол управления шлюзами MEGACO.
13	Функции кодеков. Типы кодеков, которые применяются в транспортных шлюзах.
14	Протоколы RTP/RTCP и их функции.

15	Функции и назначение резидентного шлюза (RAGW).
16	Функции транкингового шлюза (TGW).
17	Какие уровни в сети NGN вы знаете. Кратко опишите уровень доступа.
18	Какие уровни в сети NGN вы знаете. Опишите транспортный уровень сети NGN
19	Какие уровни в сети NGN вы знаете. Опишите уровень управления сессиями в сети NGN.
20	Какие уровни в сети NGN вы знаете. Опишите уровень услуг
21	Опишите формат заголовка RTP - пакета и назначение всех полей
22	Опишите системы сигнализации, применяемые в сетях NGN.
23	Назначение пограничного контроллера сессий в сети NGN.
24	Опишите характеристики кодека G.729. К какому типу кодека он относится?
25	Характеристики кодека G.723. К какому типу кодека он относится?
26	Опишите функции протокола SDP и его параметры
27	Структура протокола SIGTRAN. Дайте краткие характеристики всем уровням адаптации.
27	Функции транспортного протокола SCTP и область его применения.
28	Протоколы RTP/RTCP. Чем характеризуется RTP - сессия?

Задание № 2

Оцифровать аналоговый сигнал заданной формы, используя 256 уровней квантования на временном интервале от 0 до 2 мс. Студентам, имеющим номера вариантов N и X-N (где N – номер варианта по журналу, а X – число студентов в группе) смультиплексировать оцифрованные сигналы по доступу 2B + D.

Задание № 3

Цель этого задания – практически освоить работу программы анализатора протоколов (сниффера) Wireshark по снятию и анализу трассировки UDP-соединения. Научиться фильтровать UDP-соединение и выявлять значимые параметры, определяющие процесс передачи UDP-данных, ознакомиться с функциональными особенностями и принципом работы протокола UDP.

Для этого необходимо снять и изучить полученную трассу относительно протокола UDP.

Задание № 4

Абонент А звонит абоненту Б. В таблице 2 представлены варианты задания для установления соединения между двумя абонентами и их сети, в которых они находятся. Составьте схему телефонного тракта и схему сигнального обмена, указав все типы сигнализации.

Таблица 2

Номер варианта	Задание
1	Абонент А, который включен в АТСЭ, звонит абоненту с терминалом Н.323. АТСЭ обслуживает программный коммутатор № 1, а абонента Н.323 обслуживает программный коммутатор № 2. Изобразите сценарий неуспешного установления соединения, когда вызываемый абонент занят.
2	Абонент SIP, который включен в мультисервисную сеть, построенную на основе концепции NGN, звонит абоненту ТфОП, который включен в цифровую станцию в другом городе.
3	Абонент телефонной сети с коммутацией каналов звонит абоненту SIP, который включен в мультисервисную сеть (MCC), построенную на основе концепции IMS.
4	Абонент SIP, который включен в мультисервисную сеть, построенную на основе концепции NGN звонит абоненту УПАТС, которая находится в зоне обслуживания другого программного коммутатора.

5	Абонент УПАТС, которая включена в AGW по доступу PRI на сети NGN, звонит абоненту мультисервисной сети с терминалом H.323. При этом вызываемый абонент занят.
6	Абонент которая включена в AGW по доступу V5.2 на сети NGN, звонит абоненту мультисервисной сети другого города с терминалом H.323. При этом вызываемый абонент не отвечает.
7	Абонент VoIP мультисервисной сети, построенной на основе концепции IMS, звонит в другой город абоненту VoIP мультисервисной сети, построенной на основе концепции NGN.
8	Стационарный абонент сети МГТС, включенный в АТСЭ, звонит абоненту SIP мультисервисной сети, которая находится в Париже.
9	Абонент с SIP-терминалом, домашней сети NGN, звонит абоненту этой же сети с SIP-терминалом, который находится в роуминге в Париже.
10	Абонент с SIP-терминалом, домашней сети, построенной на основе концепции IMS, звонит абоненту другой сети с SIP-терминалом, которая находится в другом городе.
11	Абонент SIP звонит абоненту H.323, который находится в зоне обслуживания другого программного коммутатора. Абонент H.323 не отвечает.
12	Абонент с аналоговым телефонным аппаратом, включенный по доступу V5.2 в шлюз AGW мультисервисной сети, построенной на основе концепции NGN, звонит в другой город абоненту с аналоговым телефонным аппаратом, включенным в мультисервисную сеть, построенную на основе концепции IMS.
13	Абонент с аналоговым телефонным аппаратом сельской телефонной сети звонит в город абоненту VoIP корпоративной сети, которая построена на основе концепции NGN.
14	Абонент H.323 звонит абоненту SIP, который находится в зоне обслуживания того же программного коммутатора. Абонент SIP занят.
15	Абонент с аналоговым телефонным аппаратом, включенный в RAGW мультисервисной сети связи, построенной на основе концепции NGN, звонит абоненту IP-УПАТС, которая находится в зоне обслуживания другого программного коммутатора.
16	Абонент мультисервисной сети на базе подсистемы IMS с аналоговым телефонным аппаратом, включенный в RAGW, звонит абоненту VoIP этой же сети, который находится в другом городе.

17	Абонент УПАТС, включенный в сеть NGN по доступу PRI в Москве, звонит абоненту ТфОП, включенному в АТСЭ в Санкт-Петербурге по доступу V 5.2.
18	Абонент УПАТС, которая включена в АТСЭ, звонит абоненту VoIP мультисервисной сети на базе подсистемы IMS, которая находится в том же городе.
19	Абонент IP-УПАТС, включенной в сеть NGN, звонит абоненту УПАТС, которая включена в АТСЭ.
20	Абонент с терминалом H.323, включенным в сеть NGN, звонит в другой город абоненту ТфОП. Вызываемый абонент занят.
21	Абонент с цифровым телефонным аппаратом на сельской телефонной сети, включенный в MSAN, звонит абоненту МГТС с аналоговым телефонным аппаратом, который включен в АТСЭ.
22	Абонент SIP, который включен в мультисервисную сеть, построенную на основе концепции NGN, звонит абоненту сети с КК, который включен в АТСЭ. У вызываемого абонента включена услуга переадресация при неответе абонента.
23	Абонент SIP, который включен в мультисервисную сеть, построенную на основе концепции NGN, звонит абоненту ТфОП в другой город, у которого включена услуга переадресации при занятости.
24	Абонент IP-УПАТС, включенной в сеть NGN, звонит абоненту ТфОП, который находится в другой стране.
25	Абонент УПАТС, которая на сети NGN включена в AGW по доступу PRI, звонит абоненту VoIP своей сети, который находится в роуминге в другом городе.

Методические указания для выполнения заданий

Задания выполняются в отдельной тетради или в печатном виде на формате А4. Решения заданий располагаются в порядке возрастания номеров. Перед каждым заданием необходимо написать его условие с указанием исходных данных требуемого варианта. Номер варианта должен совпадать с номером студента в журнале группы.

Решения заданий должны быть четкими, краткими, без сокращения слов. Расчетные формулы необходимо приводить в тексте в общем виде с объяснением

входящих в них буквенных значений. Схемы выполняются аккуратно с помощью чертежных инструментов или на компьютере.

Задания, выполненные небрежно, без промежуточных вычислений, с пропуском задач, не по своему варианту, возвращаются обратно студенту.

Ниже приведены примеры выполнения заданий.

Задание №1 выполняется после проработки литературы [1,3,5]. При выполнении задания необходимо подробно дать ответ на вопрос, который дан в задании. В случае необходимости вычертить дополнительную схему рассматриваемого элемента сети NGN или показать схему установления соединения на данном участке сети. При рассмотрении протоколов сигнализации необходимо привести пример сигнального обмена по данному протоколу и описать его.

Пример выполнения задания № 2

Рассмотрим пример решения этого задания. Для этого сначала рассмотрим доступ 2B+D для сети ЦСИС. В ЦСИС на основе единых принципов построения и функционирования интегрируются различные виды передаваемой информации: речь, данные, видеосигналы и т.п. При этом у абонента устанавливалось несколько (до восьми) абонентских устройств (АУ) (рис. 1): аналоговый и цифровой телефонные аппараты, персональная ЭВМ, факс, домашняя ЛВС. Эти АУ создают различные виды информации пользователя – это аналоговая и цифровая речь, речевые сообщения голосовой почты, телеметрия различных домашних систем наблюдения, факсимильные сообщения, короткие сообщения (SMS), электронная почта.

В зависимости от типа подключаемого АУ были разработаны интерфейсы различных *точек доступа*. Имеющиеся у абонента старый аналоговый телефонный аппарат (АТА) и факс подключается через точку доступа R, которая обеспечивает согласование аналогового терминала с терминальным адаптером (ТА). В ТА производится оцифровка сигналов. Цифровые терминалы и ТА подключаются через точку доступа S, которая выполняет взаимосвязь терминалов с окончанием оборудованием сети **NT-2**, в котором реализуются функции второго

и третьего уровней OSI. Четырехпроводный интерфейс S обеспечивает подключение к одному порту до 8 терминалов, скорость передачи 192 кбит/с.

Далее точка доступа T обеспечивает взаимосвязь NT-2 с оборудованием сети NT-1, в котором реализуются функции первого уровня OSI. Оконечное оборудование сети пользователя подключается к оконечному оборудованию станции LT через точку доступа U. Внутри станции между оборудованием стационарного линейного окончания LT и стационарным окончанием ET определена точка доступа V, которая позволяет совместно использовать различное оборудование производителей абонентских устройств (включая беспроводный доступ, волоконно-оптические абонентские линии связи и кабели с медными жилами) и производителей коммутационной техники.

При этом передается информация двух основных (базовых) каналов B по 64 кбит/с и одного сигнального канала D со скоростью 16 кбит/с. На участке между абонентскими устройствами и окончанием NT1 происходит непрерывная передача цифровых сигналов в обоих направлениях со скоростью 192 кбит/с. Со скоростью 48 кбит/с передается служебная информация для синхронизации и техобслуживания физического уровня ($64+64+16=144+48=192$). Циклы имеют длину 250 мкс и передают по 48 бит. Среди этих 48 бит передается 16 бит канала B_1 (два раза по 8), 16 бит канала B_2 (два раза по 8) 4 бита канала D и 12 служебных бит. Этот доступ называется базовым доступом ЦСИС (BRA – Base Rate Access) и обозначается $2B + D$. На рис. 2 показана структура цикла между абонентскими устройствами и окончанием NT1 без служебной информации.

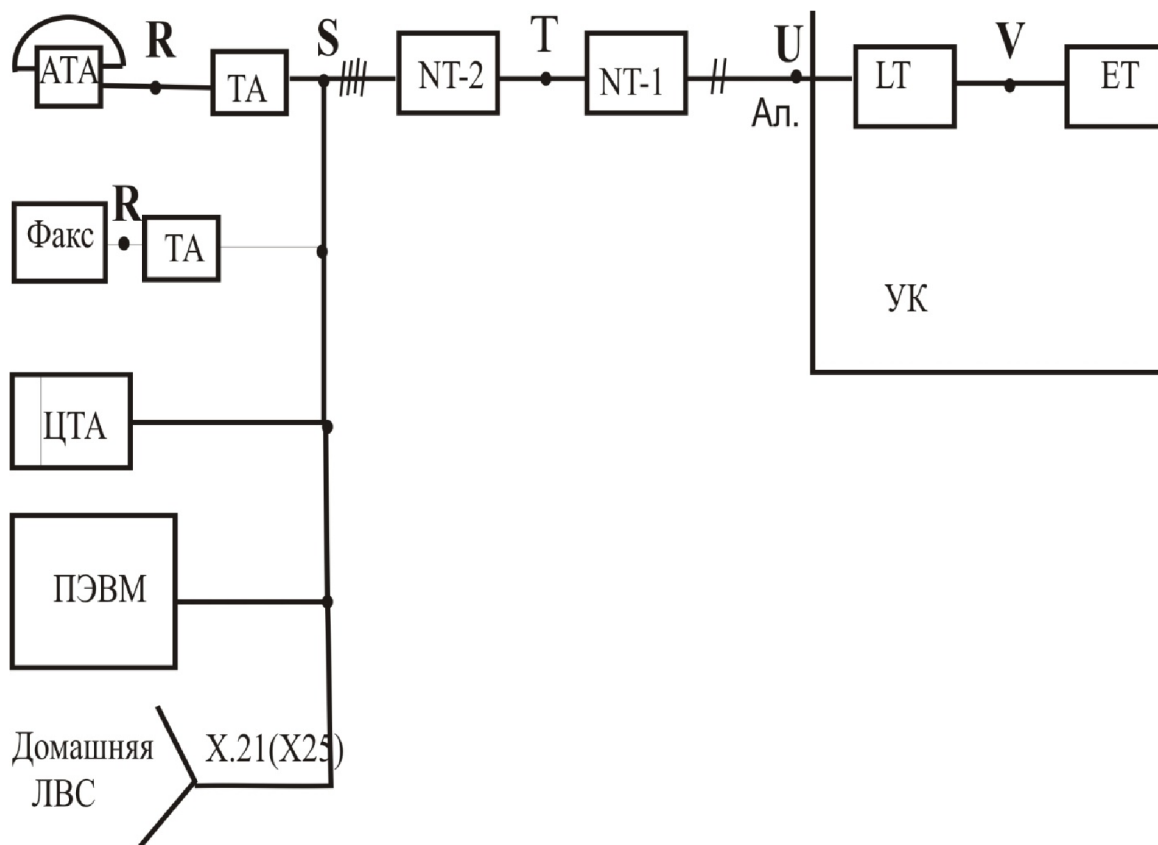


Рис. 1. Подключение абонентов ЦСИС к узлу коммутации
 АТА -аналоговый телефонный аппарат, ЦТА- цифровой телефонный аппарат, ЛВС- локальная вычислительная сеть, ТА- терминальный адаптер

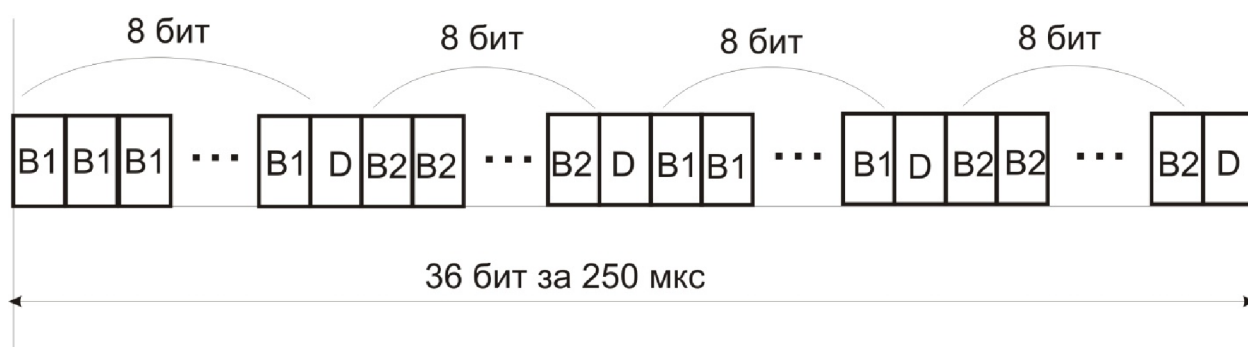


Рис. 2. Структура цикла абонентского доступа между абонентскими устройствами и окончанием NT1

Канал В предназначен исключительно для передачи пользовательской информации, причем ее перенос возможен и в режиме коммутации каналов (КК), и в режиме коммутации пакетов (КП). Каналы В могут объединяться, чтобы использовать общую скорость равную 128 кбит/с.

Канал D служит для обмена служебной и сигнальной информацией между терминалами пользователя и АТС сети ЦСИС. Канал D является общим для всех терминалов пользователя. Помимо сигнализации этот канал может использоваться для передачи в пакетном режиме пользовательской информации, когда он не занят сигнальными сообщениями. В число эффективных приложений канала D входит проверка полномочий кредитных карт.

Для сигнального канала D разработан протокол цифровой абонентской сигнализации DSS - 1 (Digital Subscriber Signaling). Его архитектура базируется на семиуровневой модели ВОС и соответствует ее трем первым уровням. Уровень 1 содержит функции формирования каналов В и D, на этом уровне производится подключение терминалов и их доступ к основным и служебному каналам, подача электропитания от АТС в случае отказа местного питания, обеспечение работы в режиме «точка-точка» и в широковещательном (циркулярном) режиме. Уровень 2 осуществляет управление соединениями от абонента и к абоненту. Он имеет название LAPD по аналогии с известным прикладным балансным протоколом звена (LAPB – Link Application Protocol Balance). Здесь формируются кадры, которые могут передаваться с подтверждением (получением квитанции о доставке). При подтверждаемой передаче кадры нумеруются, используется механизм борьбы с перегрузками, ширина окна $W=3$. Если обнаруживается ошибка или пропажа кадра - осуществляется его повторная передача. Уровень 3 поддерживает протокол сигнализации для установления основных соединений (Q. 931).

Для подключения оборудования различных УПАТС к АТСЭ применяется первичный доступ 30B+D (PRA – Primary Rate Access). Здесь скорость по служебному каналу D равна 64 кбит/с.

Каждому студенту задается аналоговый сигнал (рис. 3), который нужно оцифровать и мультиплексировать в доступ 2B + D. Необходимо произвести оцифровку сигнала. Для этого составляется таблица 3, куда записываются все значения оцифрованного сигнала в двоичном виде на участке от 0 до 2 мс. Далее эти отсчеты нужно мультиплексировать в доступ 2B+D в соответствии с задани-

ем, т.е. студент, имеющий вариант N записывает свои сигналы в канал $B1$, а студент с номером $X-N$ записывает отсчеты своего сигнала в канал $B2$, где N – номер варианта по журналу, а X – число студентов в группе.

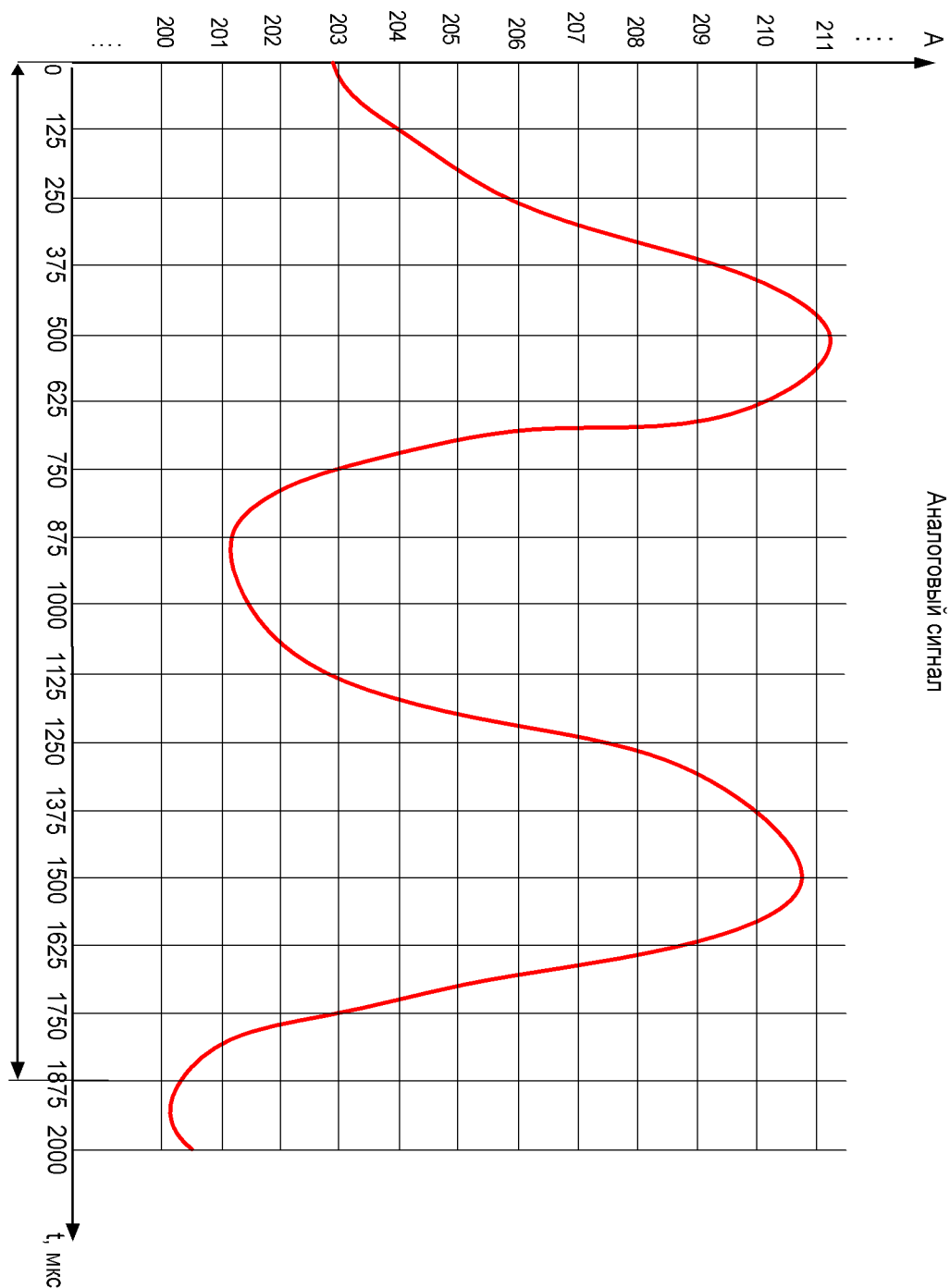


Рис. 3. Пример аналогового сигнала

Отсчеты времени, мкс	Значение сигнала	Значение сигнала в двоичном представлении
0	203	11001011
125	204	11001100
250	206	11001110
375	210	11010010
500	211	11010011
625	210	11010010
750	203	11001011
875	201	11001001
1000	201	11001001
1125	203	11001011
1250	208	11010000
1375	210	11010010
1500	211	11010011
1625	208	11010000
1750	203	11001011
1875	200	11001000

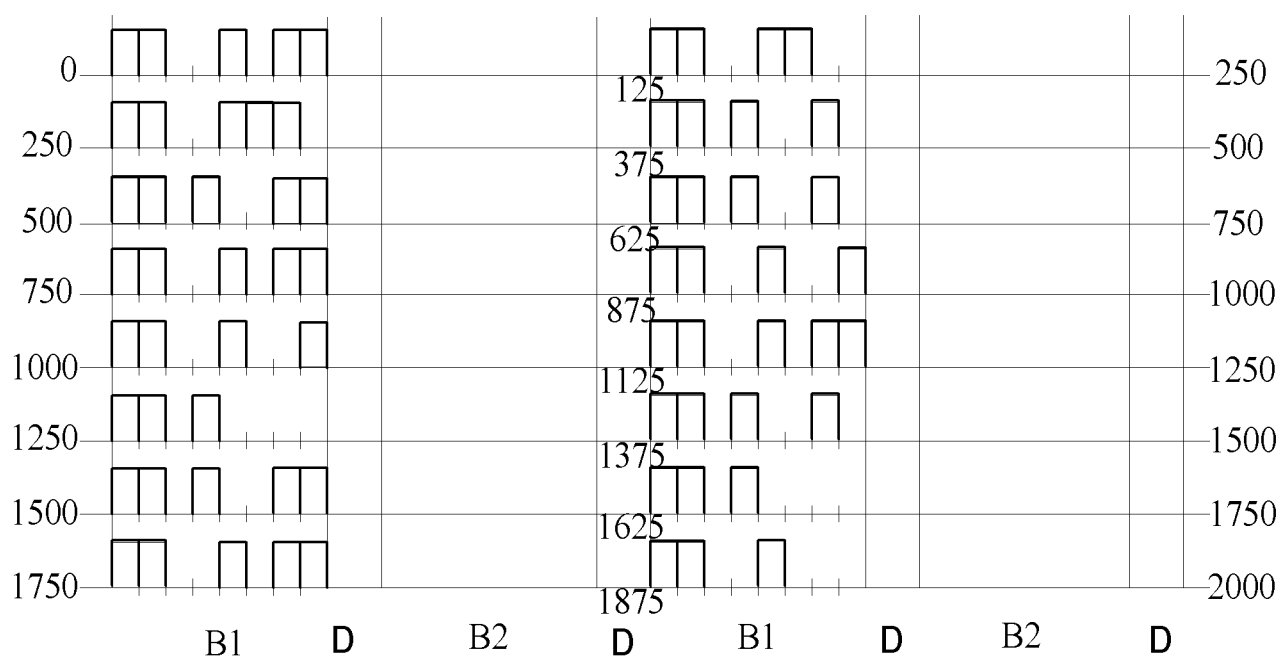


Рис. 4. Мультиплексированный оцифрованный сигнал в канал B1

Пример выполнения задания № 3

Для выполнения данного задания потребуется программа-анализатор протоколов Wireshark и библиотека WinPCAP - низкоуровневая библиотека для взаимодействия программы с драйверами сетевых интерфейсов. Данную библиотеку можно скачать в одном программном пакете, вместе с Wireshark. Также необходимо совершить звонки по Skype между 2-мя различными абонентами и снять трассировку во время разговора. Для выполнения задания также необходимо проработать литературу [7].

1) Анализ снятой трассировки

Окно программы со снятой трассой (рис. 5):

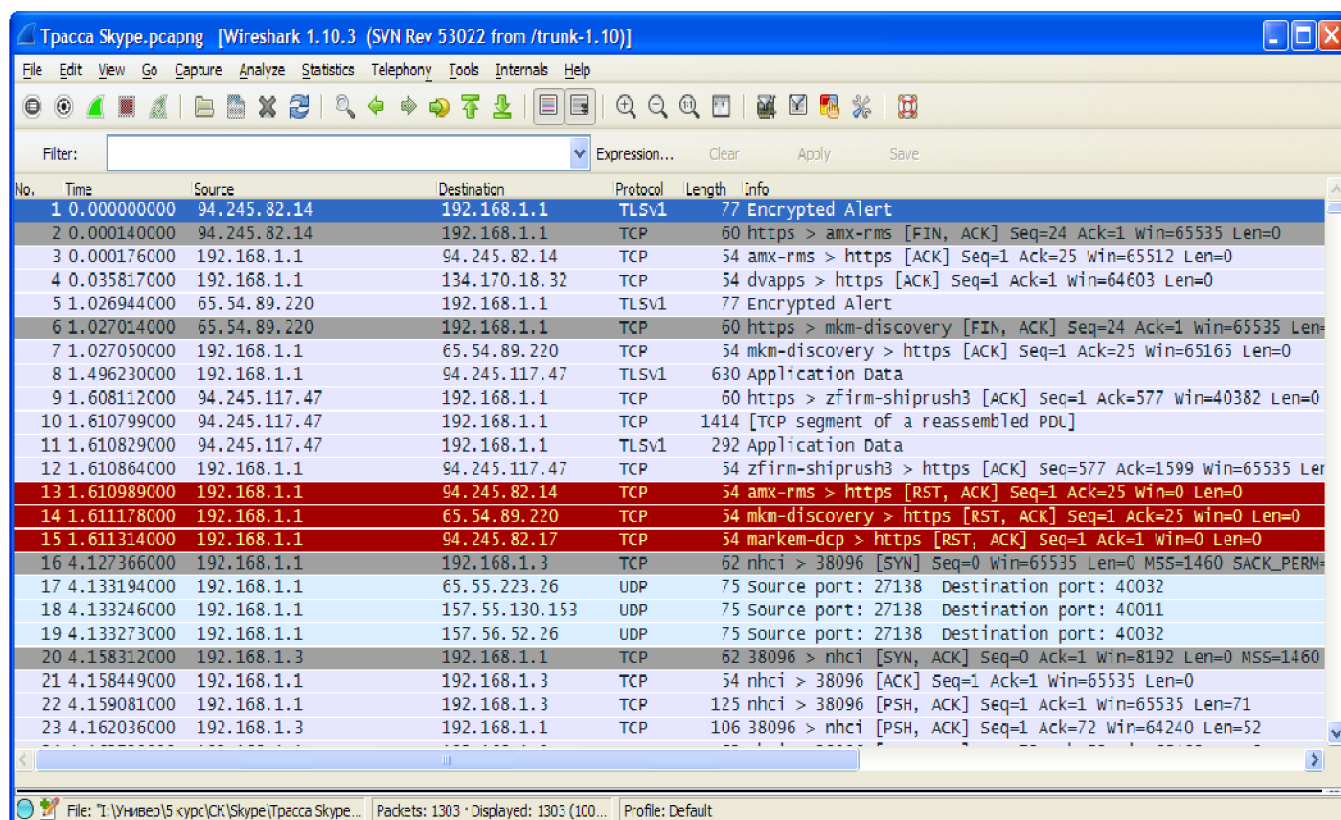


Рис. 5. Окно программы со снятой трассой

На следующем снимке (рис. 6) представлено одно из сообщений процедуры обмена данными при входе в аккаунт (процедура Аутентификации пользователя). По трассе видно, что обмен является защищённым: используется криптографический протокол TLSv1 в рамках протокола HTTPS (отправка сообщений TLSv1 происходит на порт 443):

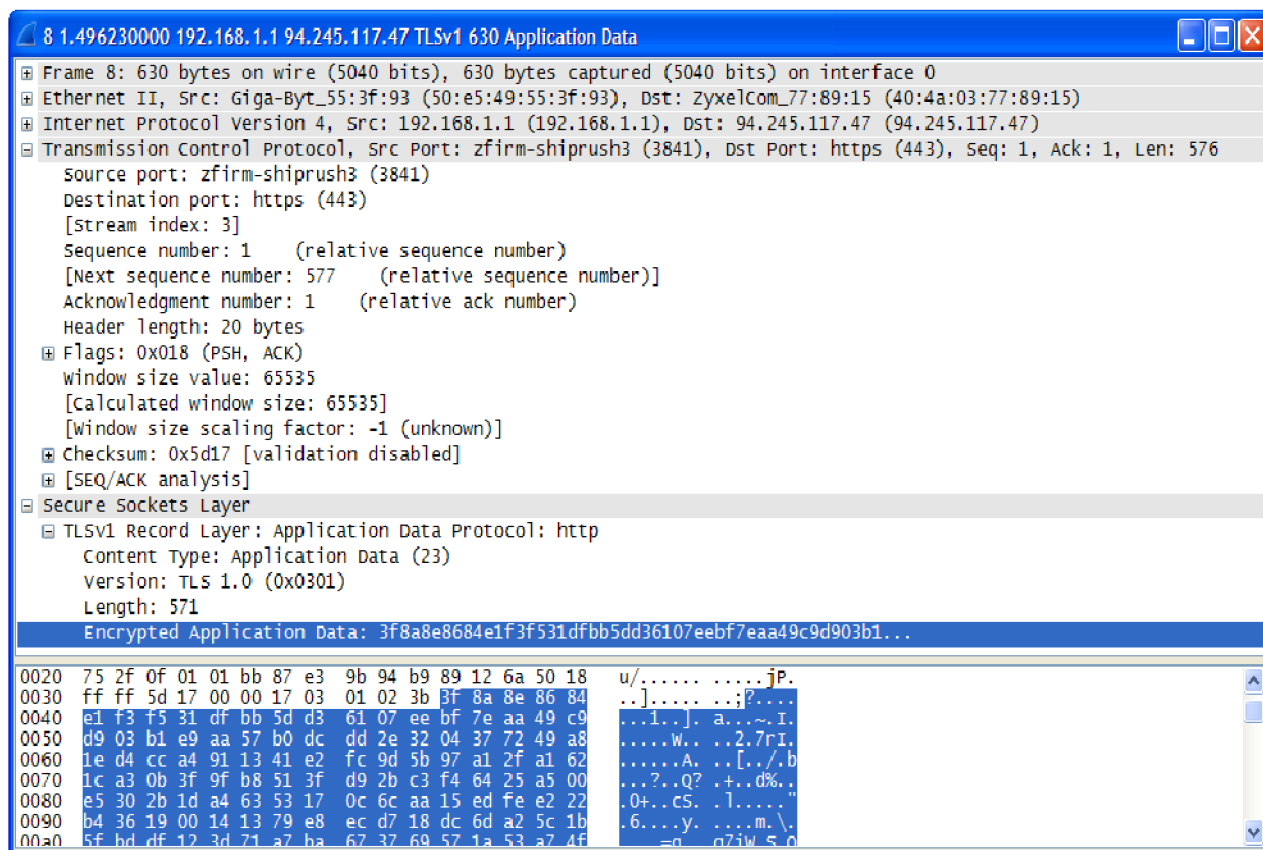


Рис. 6. Процедура аутентификации пользователя

Сообщение протокола TCP на установление соединения (сообщение с флагом SYN) с вызываемым пользователем, в рамках которого будет передаваться вся сигнальная информация (рис. 7):

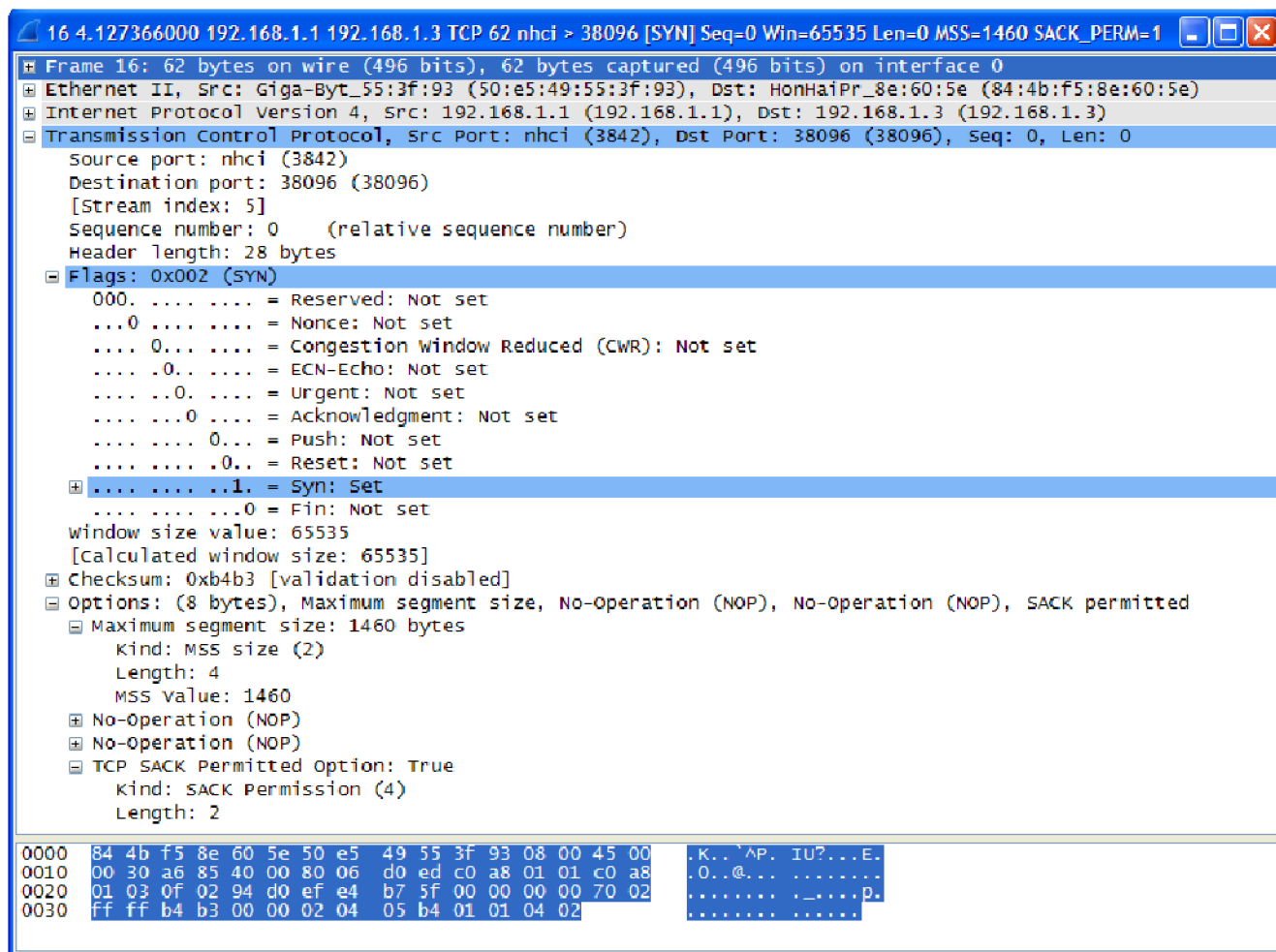


Рис. 7. Сообщение протокола TCP на установление соединения

Одно из сообщений сервера, в котором сообщается о передачи последнего фрагмента данных и закрытии TCP - соединения (сообщение с флагом FIN, ACK) (рис. 8):

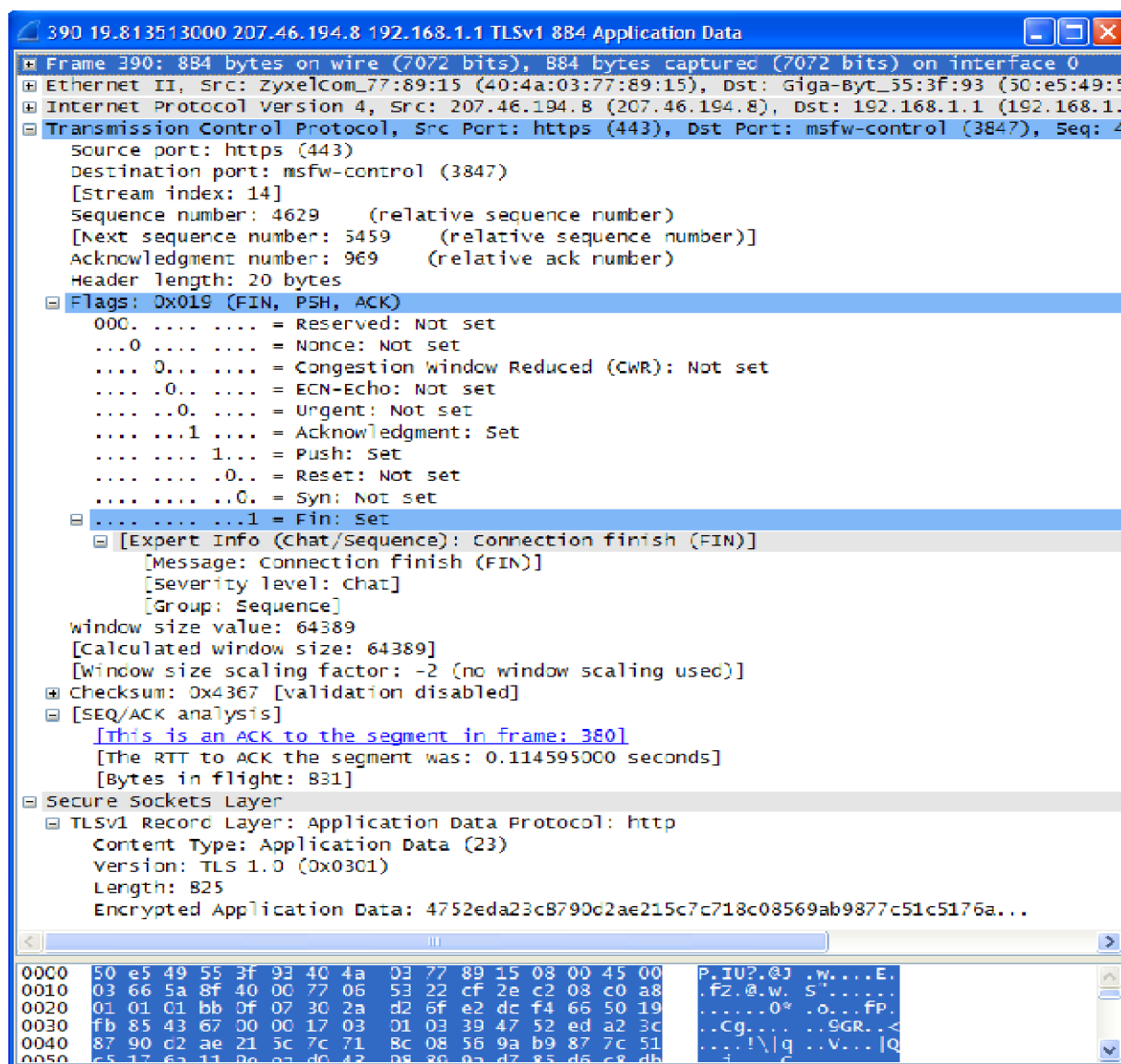


Рис. 8. Передачи последнего фрагмента данных и закрытие TCP - соединения

Ниже представлено сообщение запроса (метод GET) протокола HTTP (порт 80), отправленное на один из серверов для получения рекламного баннера (рис. 9):

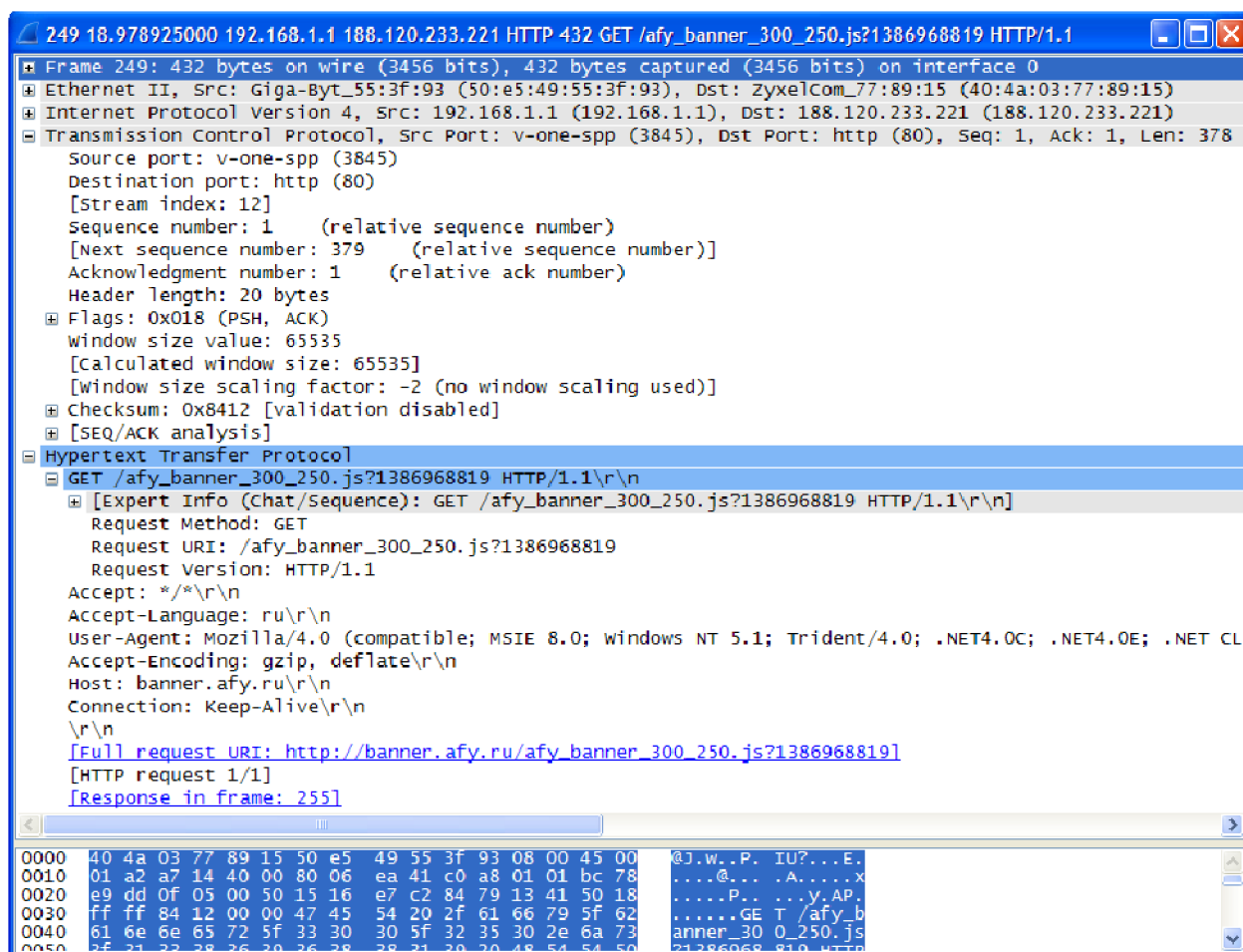


Рис. 9. Сообщение запроса (метод GET) протокола HTTP, отправленное на один из серверов для получения рекламного баннера

Сообщение, полученное от сервера, в котором содержится подтверждение (сообщение протокола HTTP с кодом состояния 200 ОК) о завершении передачи графического изображения формата GIF (полностью было передано несколькими TCP - сегментами) (рис. 10):

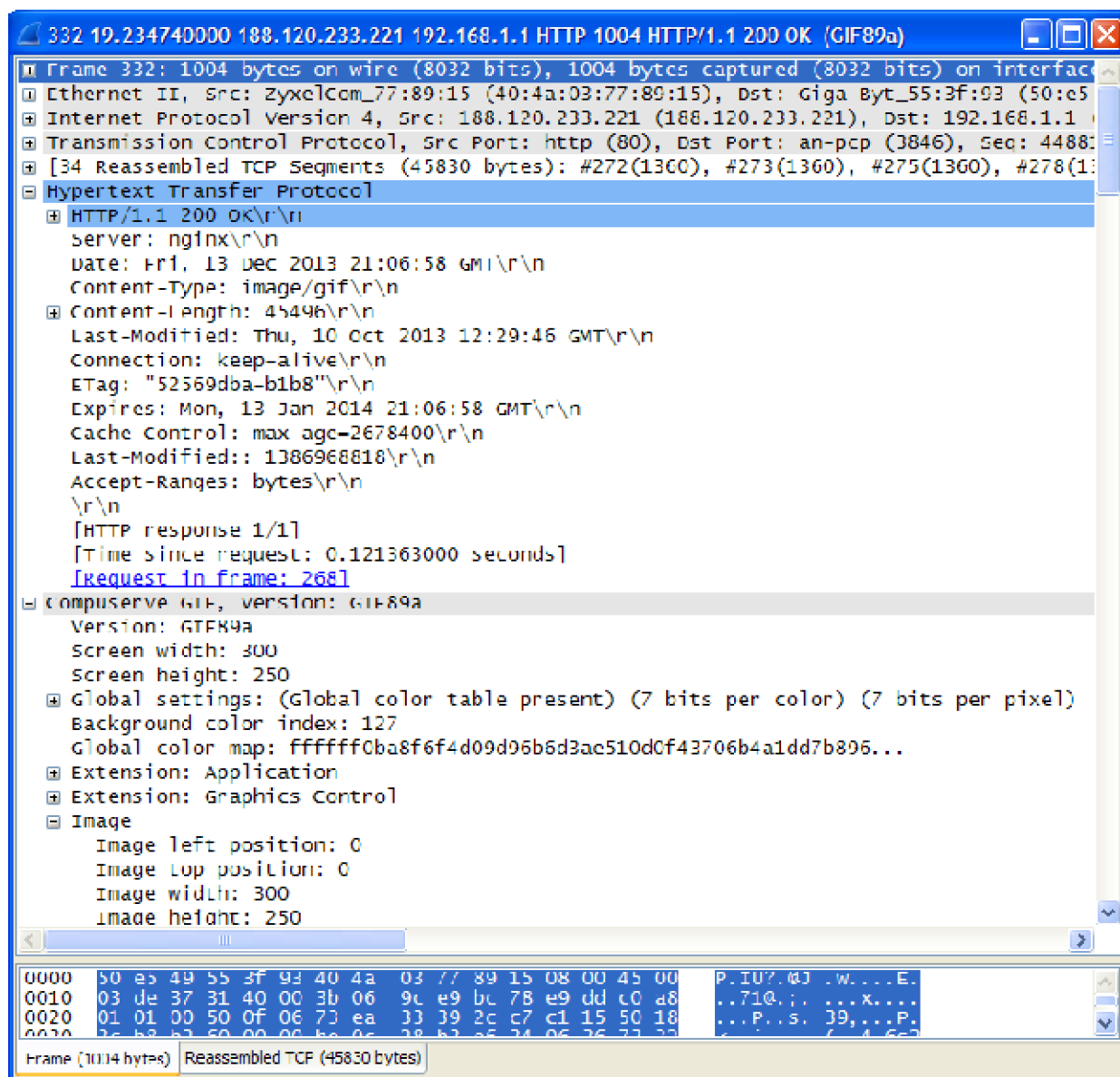


Рис. 10. Сообщение, полученное от сервера о завершении передачи графического изображения формата GIF

На рис. 11 и 12 представлены UDP-дейтаграммы, которые переносят голосовой трафик:

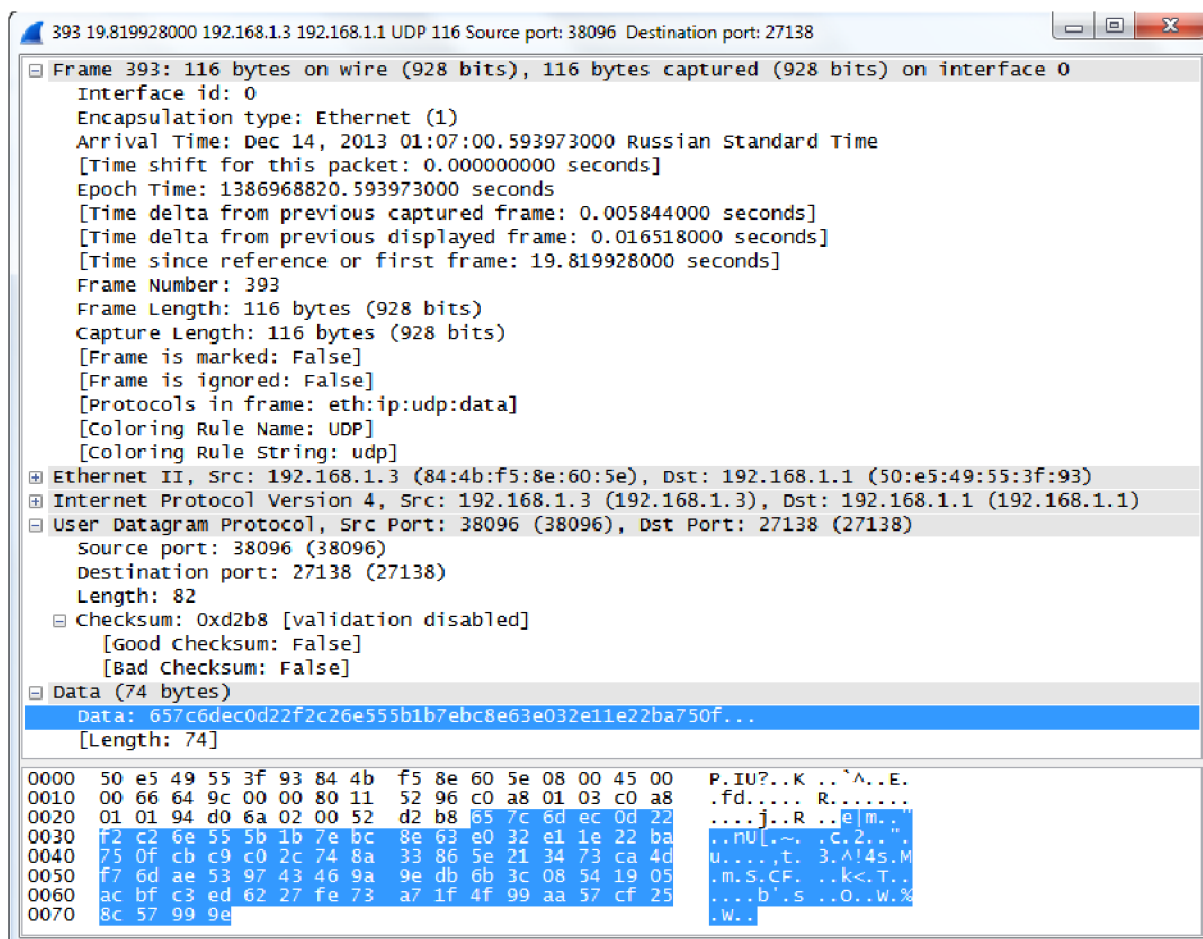


Рис. 11. UDP-дейтаграммы, которые переносят голосовой трафик от источника с IP- адресом 192.168.1.3 и получателем с IP- адресом 192.168.1.1.

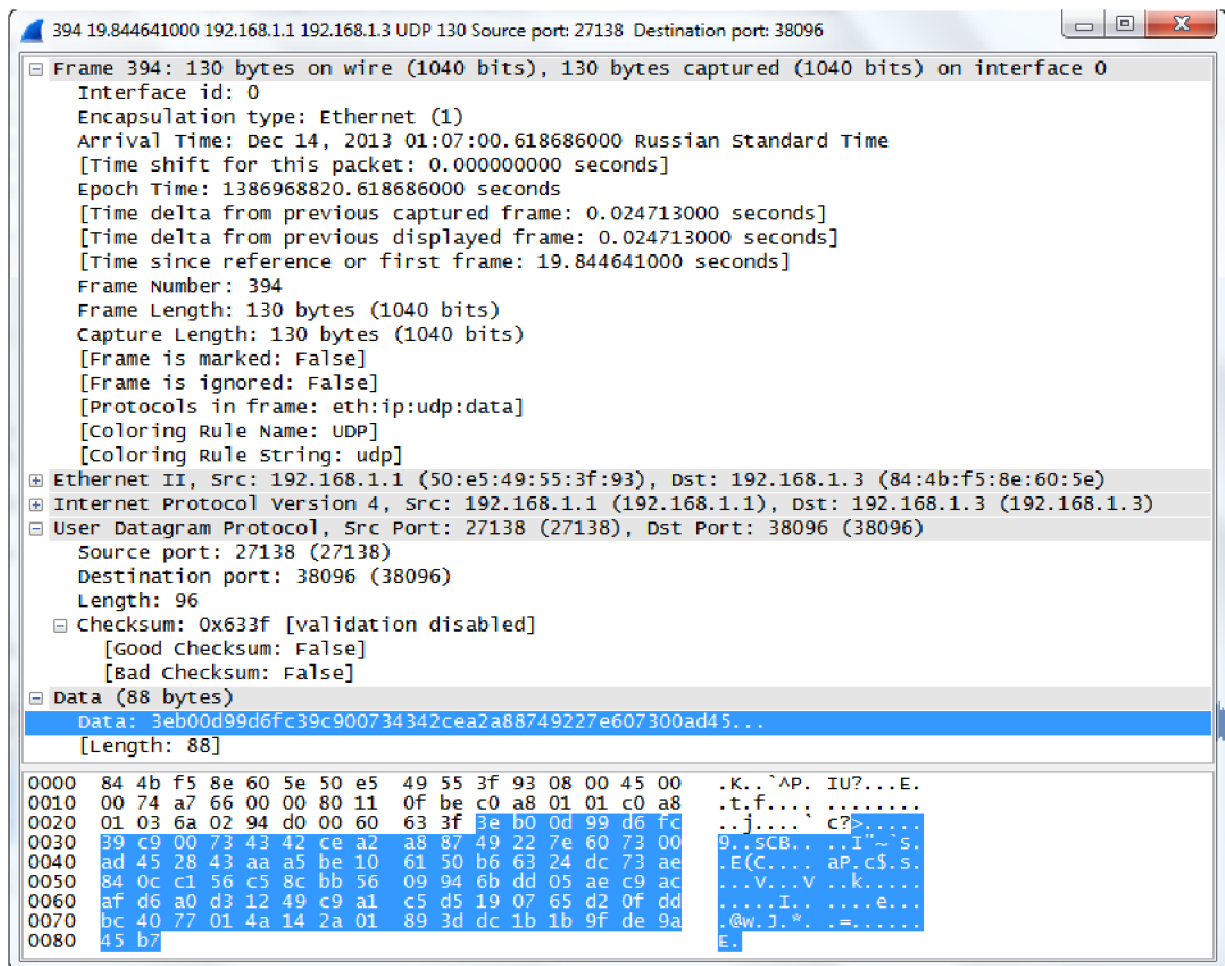


Рис. 12. UDP-дейтаграммы, которые переносят голосовой трафик от источника с IP- адресом 192.168.1.1 и получателем с IP- адресом 192.168.1.3

Пример выполнения задания № 4

Для выполнения данного задания необходимо проработать литературу [1,2,4,6]. Рассмотрим несколько примеров установления соединений между различными абонентами.

Пример 1

Сначала рассмотрим процесс установления соединения между абонентом телефонной сети общего пользования и абонентом SIP корпоративной сети. На рис. 13 приведена схема соединения.

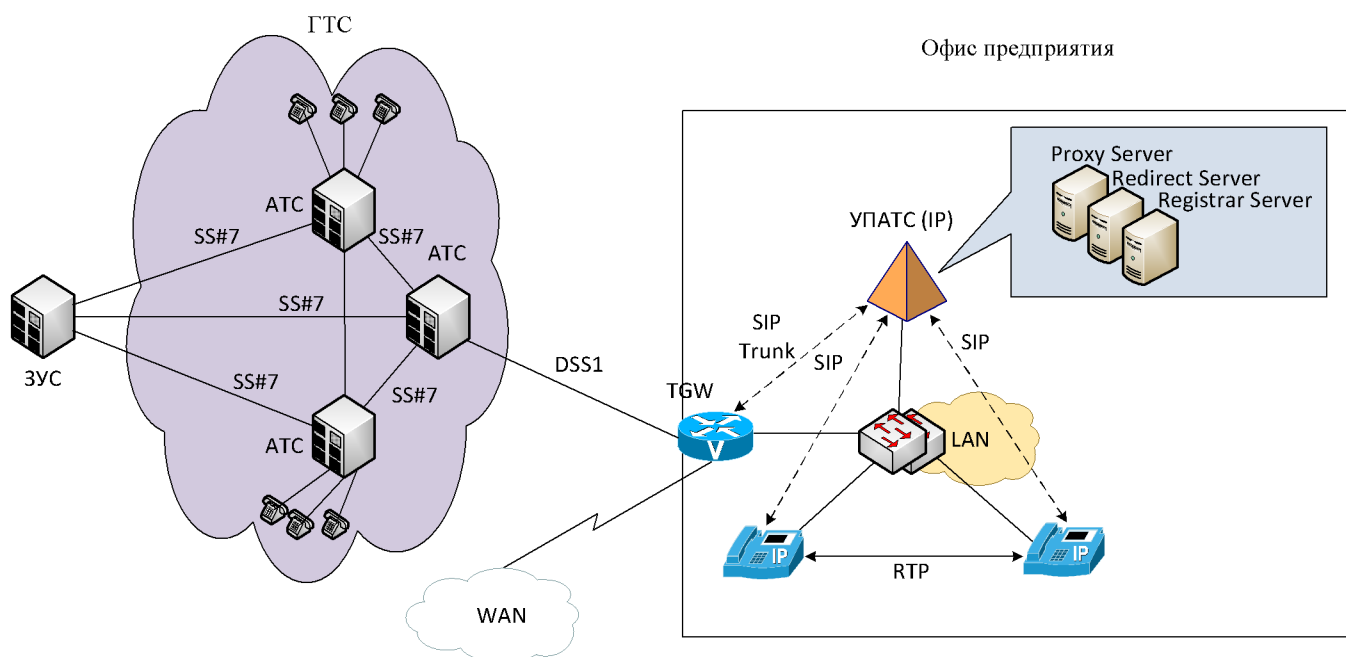


Рис.13. Схема соединения абонента ТфОП с абонентом SIP корпоративной сети

Опишем процесс установления соединения на этой сети.

1. IAM - Абонент А снимает трубку, слышит сигнал ответа станции и набирает номер абонента В. АТС на стороне абонента А посылает в сеть сообщение IAM (Initial Address Message – начальное адресное сообщение), содержащее номер вызываемого, вызывающего абонента, тип передаваемых данных и другие параметры вызова.
2. INVITE - Пройдя по сети (сигнализации SS#7, DSS1) сообщение сообщение приходит на TGW. Он преобразует его и все последующие проходящие через него сообщения в сообщение INVITE протокола SIP, содержащее описание сеанса связи, адреса, вид передаваемой информации, информация для аутентификации (SDP). TGW передает сообщение INVITE на прокси-сервер. Адрес прокси- сервера содержится в заголовке INVITE.
3. INVITE - Прокси-сервер принимает сообщение и отправляет его на вызываемый терминал.
4. 100 Trying - Прокси-сервер отвечает TGW сообщением 100 Trying, означающее, что процесс установления соединения продолжается

5. 180 Ringing - Терминал абонента В начинает посылать вызовы (визуальные, аудио) и информирует об этом прокси-сервер сообщением 180 Ringing.
6. 180 Ringing - Proxy Server - TGW.
7. ACM - TGW преобразует сообщение в формат для передачи по сети, в результате чего на АТС абонента А приходит сообщение ACM (Address Complete Message – сообщение о приеме полного имени), сообщающее о том, что вызываемый абонент найден и его терминал начал «звонить». АТС посылает тональные сигналы абоненту А.
8. 200 OK - Абонент В снимает трубку. Если параметры вызова приемлемы, то от терминала пользователя приходит положительный ответ 200 OK, содержащее описание возможностей вызываемого терминала.
9. 200 OK - Proxy Server - TGW.
10. ANM - TGW передает АТС сообщение ANM (Answer Message), означающее, что абонент В снял трубку.
11. ACK - TGW подтверждает прием сигнала ответ.
12. Разговор - Устанавливается соединение.
13. REL - Абонент ГТС завершает вызов и кладет трубку. АТС отправляет запрос разъединения REL (release) с указанием причины.
14. RLC - От TGW приходит подтверждение разъединения
15. BYE - TGW – SIP Proxy – терминал абонента В получает сообщение BYE – сообщение о разрушении соединения.
16. 200 OK - Терминал В – SIP Proxy - TGW отвечает сообщением 200 OK – подтверждение о прекращении передачи информации.

На рис. 14 приведен сигнальный обмен при установлении соединения между абонентом телефонной сети общего пользования и абонентом SIP корпоративной сети.

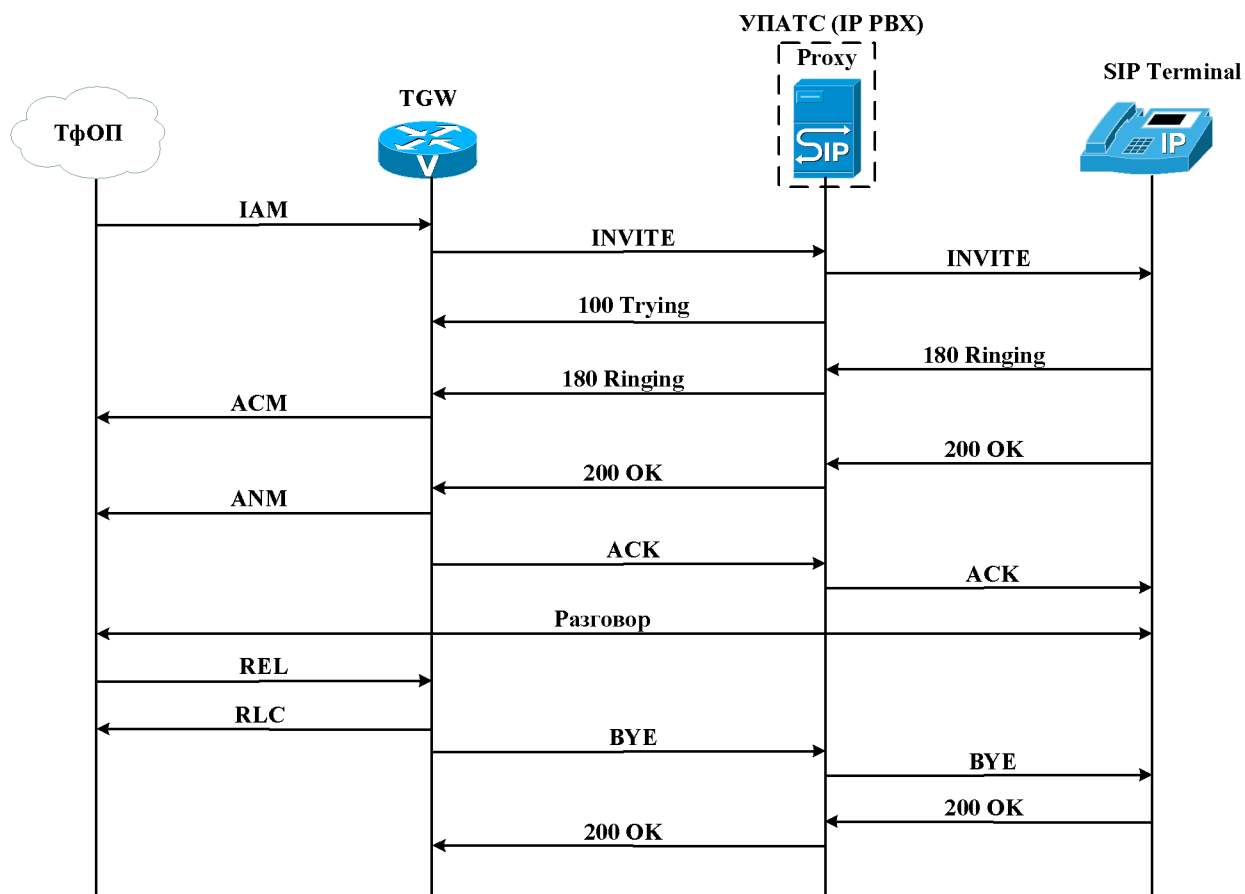


Рис. 14. Сигнальный обмен при установлении соединения между абонентом ТфОП и абонентом SIP корпоративной сети

Пример 2

Рассмотрим теперь процесс установления соединения между двумя абонентами, которые являются клиентами корпоративных сетей. Один абонент включен в сеть H.323, а другой - в сеть SIP (рис. 15).

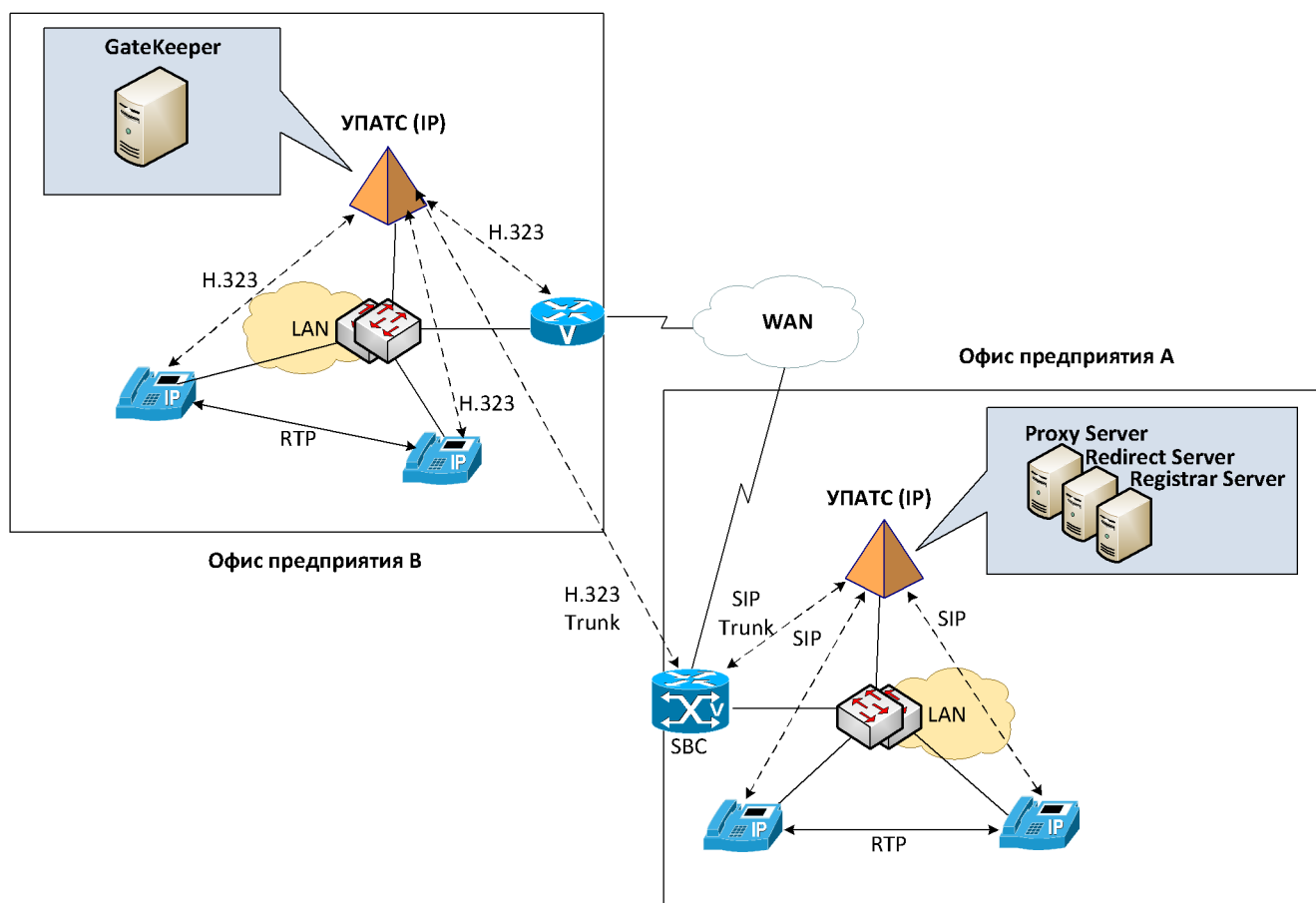


Рис. 15. Схема соединения между корпоративными абонентами

Рассмотрим более подробно процесс установления соединения между терминалами SIP и H.323 (рис. 16). Одна из сложностей преобразования SIP – H.323/ H.323 – SIP в их стандартных вариациях – если в SIP информация о сеансе (SDP) передается уже в сообщении INVITE, то в H.323 только при открытии управляющего канала H.245. Решить данную проблему можно, используя в H.323 - процедуру Fast Connect (информация о возможностях устройств и описание логического канала происходит в сообщениях Call Setup, Call Proceeding) или же передавать информацию SDP в сообщениях 200 OK и ACK. Рассмотрим второй способ.

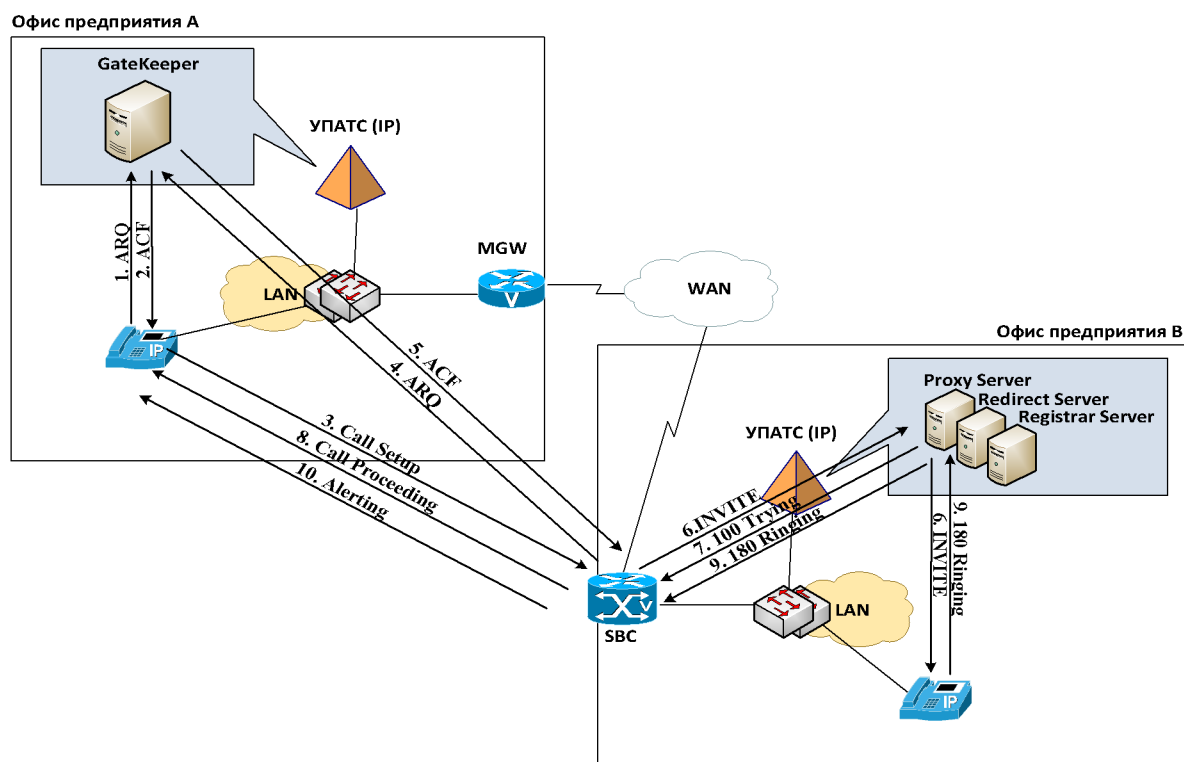


Рис. 16. Этапы установления соединения между абонентами корпоративных сетей (этапы 1-10)

1. ARO (Admission Request – запрос доступа) - Абонент в офисе А, назовем его абонент А, снимает трубку терминала (H.323-терминал) и набирает номер абонента из офиса, назовем его абонент В, у которого имеется SIP - терминал. Терминал абонента А отправляет по протоколу RAS запрос доступа - ARO (Admission Request) к гейткиперу (GK), в котором содержится номер вызываемой стороны. Протокол RAS в качестве транспортного протокола использует протокол UDP.

2. ACF - GK отвечает сообщением ACF (Admission Confirm) – которое разрешает установить вызов и содержит IP – адреса шлюза MGW и пограничного контроллера сессий SBC (Session Border Controller), который находится на стороне вызываемого абонента. SBC разделяет информационный и сигнальный трафики, позволяет взаимодействовать протоколам H.323, SIP. SBC также выполняет функции защитного экрана (firewall).

На рис. 17 приведен сигнальный обмен при установлении соединения.

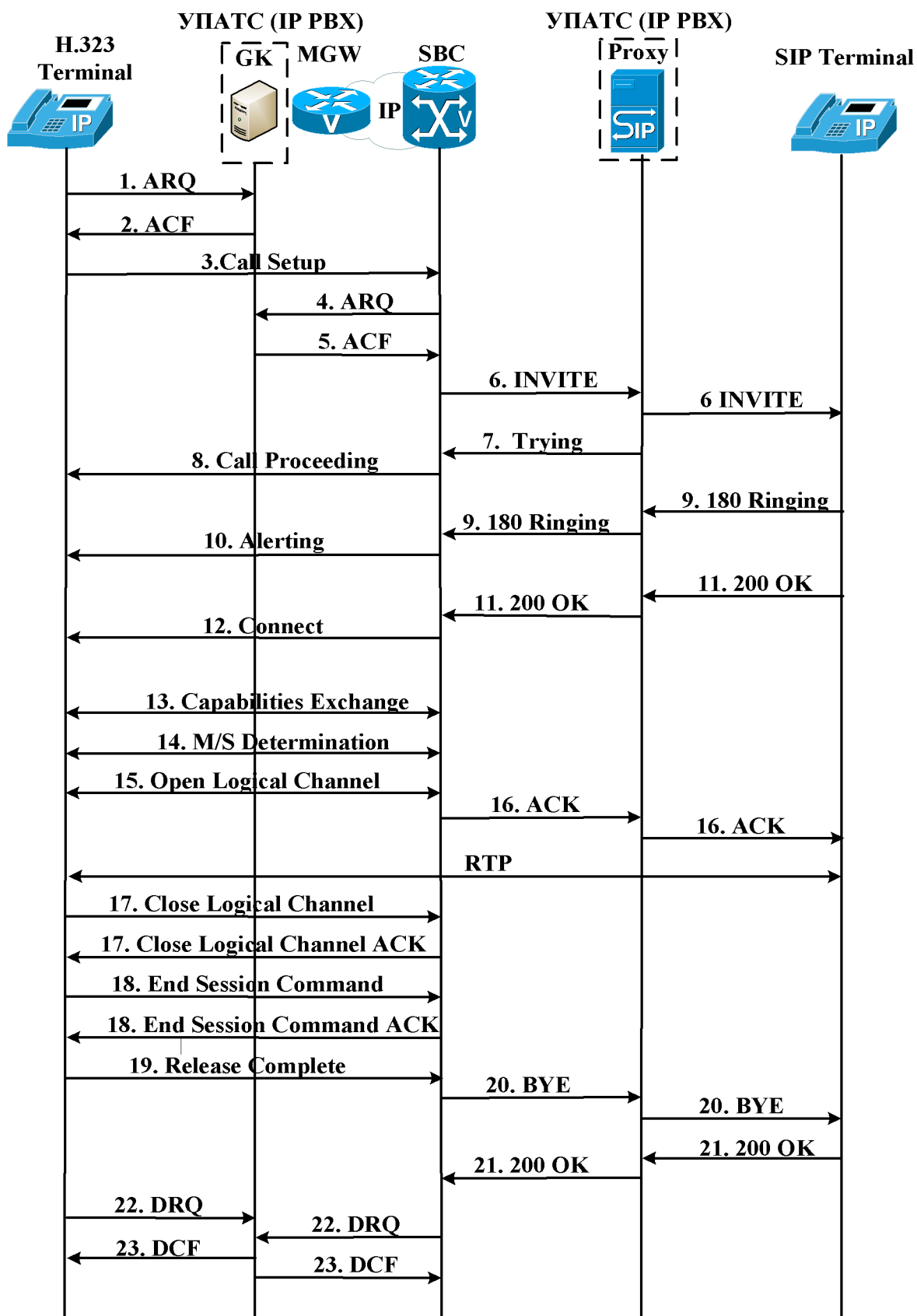


Рис. 17. Сигнальный обмен при установлении соединения между абонентами корпоративных сетей

3. Call Setup - Для того, чтобы установить соединение терминал А посылает сообщение Call Setup по протоколу H.225 к MGW и далее к SBC. Протокол H.225 в качестве транспорта использует транспортный протокол TCP (порт 1720).

4. ARQ - SBC обращается к GK с командой запроса доступа по протоколу RAS -ARQ.

5. ACF - GK отвечает SBC сообщением ACF – разрешение на установление соединения.

6. INVITE - SBC посылает на SIP-терминал абонента В через прокси-сервер сообщение INVITE, содержащий адрес вызываемого абонента.

7. 100 Trying - Прокси-сервер отвечает сообщением 100 Trying, означающее, что процесс установления соединения продолжается.

8. Call Proceeding - SBC преобразует данное сообщение в сообщение протокола H.225 - Call Proceeding.

9. 180 Ringing - Терминал абонента В начинает посылать вызовы (визуальные, аудио) и информирует об этом прокси-сервер сообщением 180 Ringing. Прокси-сервер перенаправляет сообщение на SBC.

10. Alerting - SBC преобразует сообщение в формат H.323 Alerting. У абонента А идет сигнал "Контроль посылки вызова" (КПВ).

Рассмотрим продолжение установления соединения на рис. 18.

11. 200 OK - Абонент В снимает трубку. Если параметры вызова приемлемы, то от терминала пользователя приходит положительный ответ 200 ОК, содержащее описание возможностей вызываемого терминала В, при этом терминал А еще не передавал свои возможности, прокси-сервер перенаправляет сообщение на SBC.

12. Connect - SBC преобразует сообщение 200 ОК в сообщение Connect (протокол H.225) на стороне сети H.323, что означает, что вызываемая сторона ответила.

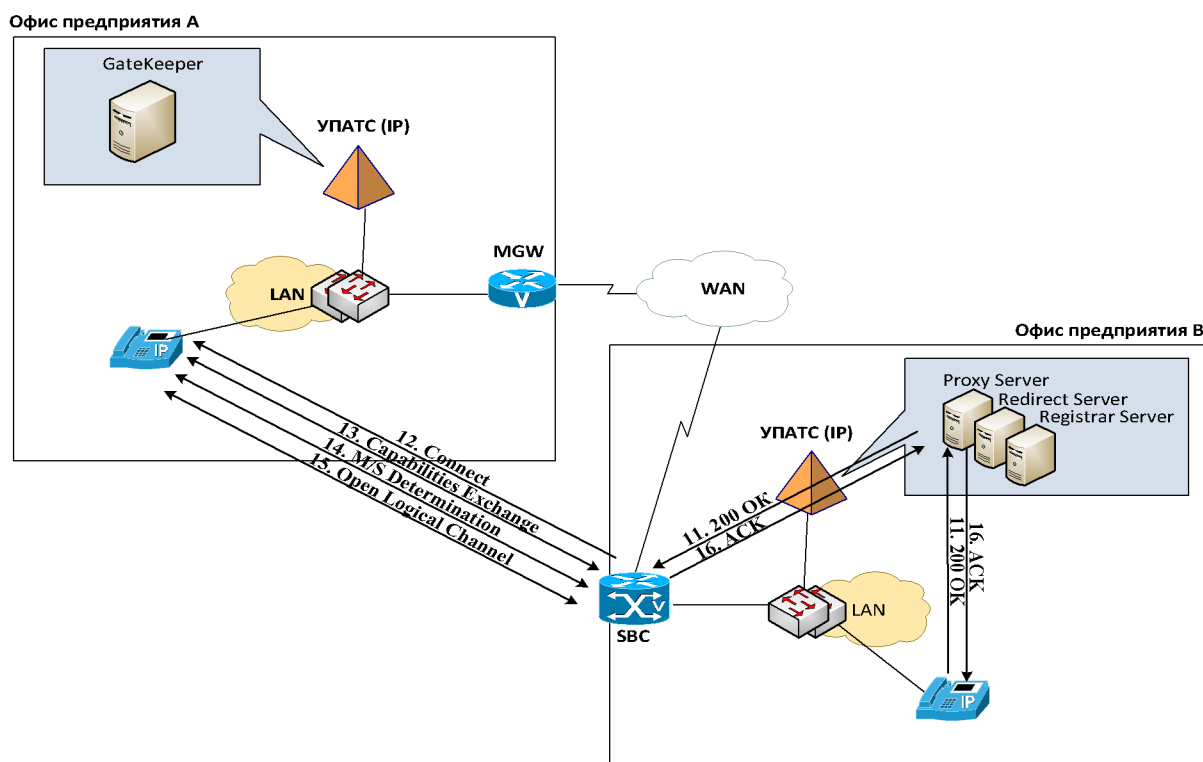


Рис. 18. Этапы установления соединения между абонентами корпоративных сетей (этапы 11-16)

13. Capabilities Exchanges - Открывается новый канал управления вызовом H.245 для контроля функций и обмена возможностями (аудио, видео, кодеки и пр.) терминалов между терминалом абонента А и SBC.

14. Master/Slave Determination - Выбирается, кто из конечных точек выполняет роль ведущего и ведомого для исключения потенциальных конфликтов (например, когда устройства одновременно посылают одинаковые запросы).

15. Open Logical Channel - Обмен сообщениями open logical channel для открытия информационного канала для начала RTP - сессии. Проверяется готовность терминалов к получению и обработки информации.

16. ACK - Теперь, получив всю необходимую информацию о терминале А, SBC отправляет на терминал В через прокси-сервер сообщение ACK, содержащее в себе описание возможностей терминала А (по протоколу SDP).

Далее начинается разговорная фаза, т.е. открывается RTP - сессия между конечными точками (абонентами А и В). После разговора абонент А первым кладет трубку (рис.19).

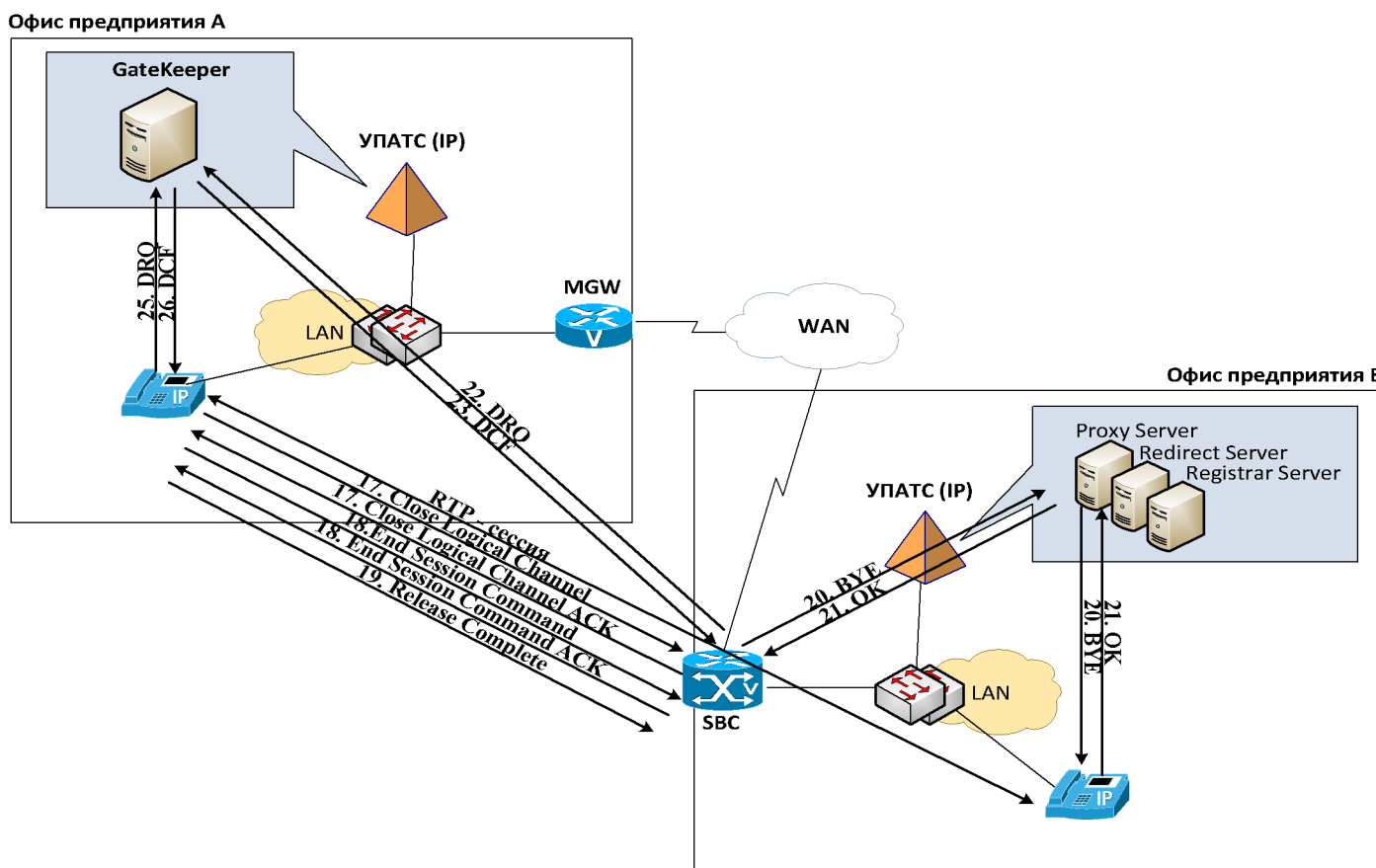


Рис. 19. Этапы разъединения, инициатором которого является абонент А (этапы 17-23)

17. Close Logical Channel / ACK - Абонент А вешает трубку, посылается команда по протоколу H.245 о закрытии логического канала.

18. End Session Command / ACK - Закрывается управляющий канал.

19. Release Complete - Подтверждение завершения соединения от терминала А по протоколу H.225.

20. BYE - SBC отправляет через прокси-сервер на терминал В сообщение BYE.

21. 200 OK - В отправляет сообщение 200 OK.

22. DRQ (Disengage Request – запрос выхода из соединения) - H.323 терминал и SBC посылают на GK сообщение DRQ, извещая GK об освобождении занимаемой полосы пропускания

23. DCF (Disengage Confirm) - GK подтверждает освобождение ресурсов.

Вопросы и задачи для самопроверки

1. Перечислите основные функции программного коммутатора.
2. Какие компоненты входят в состав мультисервисной сети связи?
3. Укажите разницу в функциях различных типов шлюзов: AGW, RAGW, TGW, SGW.
4. Какая сигнализация применяется для транспортировки сигнальных сообщений OKC №7 и DSS-1 через IP-сеть?
5. Какие уровни адаптации применяются в протоколе транзита сигнальных сообщений Sigtran?
6. Какой транспортный протокол применяется при передаче сообщений протокола Sigtran?
7. Как передается сигнализация V.5.2 через сеть IP?
8. Напишите сценарий неуспешного установления соединения между абонентом ТФОП и терминалом H.323 из-за занятости вызываемого абонента.
9. Сравните уровни адаптации M2PA и M2UA в протоколе Sigtran.
10. Назовите функции протокола Megaco.
11. Опишите типы контекстов протокола Megaco.
12. Перечислите основные функции ядра IMS.
13. Чему равна скорость передачи информации по каналу D для доступов BRI и PRI в сетях ISDN?
14. Какие типы запросов определены в протоколе SIP?
15. Какие бывают типы SIP- адресов? Приведите примеры.
16. Какими параметрами характеризуется RTP - сессия?
17. Опишите функции протокола RTCP?
18. Опишите стек протоколов H.323. Для чего применяются протоколы H.225 и H.245?
19. Напишите сценарий неуспешного установления соединения между абонентом SIP и H.323. Вызываемый абонент занят.
20. Напишите сценарий неуспешного установления соединения между

абонентом ТфОП и абонентом Н.323. Вызываемый абонент не отвечает.

21. Определите время пакетизации для кодека G.711, если длина передаваемого сообщения составляет 160 байт.

22. В чем отличие протокола SIP от SIP-T?

23. В чем состоит отличие программного коммутатора класса 4 от программного коммутатора класса 5?

24. Какие протоколы сигнализации используются в сетях NGN?

25. Опишите сценарии перехода к сетям связи следующего поколения.

26. Какие компоненты входят в состав Softswitch?

27. По какому протоколу осуществляется передача речевой информации в сетях NGN?

28. По каким протоколам осуществляется взаимодействие между собой контроллеров медиашлюзов (MGC)?

29. По каким протоколам передаются команды между MGW и MGC?

30. На каком участке мультисервисной сети применяется протокол Megaco?

31. В каком Release была впервые описана концепция IMS? Какие новые сетевые элементы появились в этой концепции?

32. Опишите назначение всех элементов на схеме IMS?

33. Опишите функции HSS в подсистеме IMS. Какой протокол используется при обращении к HSS?

34. С помощью каких протоколов программный коммутатор управляет шлюзами доступа?

35. Как называется сигнализация, которая используется для передачи сигнальных сообщений по каналу D в сетях ISDN?

36. Какой транспортный протокол используется при передаче информации по протоколу RTP?

37. Как сигнальное сообщение IAM системы сигнализации ОКС №7 передается через участки сети с сигнализацией SIP и Q.931?

Список сокращений

AGW -Access Gateway – шлюз доступа

AS - Application Server – сервер приложений

CSCF- Call Session Control Function – функция управления сеансами

DSLAM - Digital Subscriber Line Access Multiplexer – мультиплексор доступа цифровой абонентской линии

IMS - IP Multimedia System – подсистема передачи мультимедийных сообщений

MEGACO - Media Gateway Control Protocol – протокол управления транспортными шлюзами

MGCF - Media Gateway Control Function – функция управления транспортными шлюзами

MSAN - MultiService Access Node – мультисервисный узел доступа

NGN - Next Generation Network – сеть связи следующего поколения

RTP - Real-time Transport Protocol – транспортный протокол реального времени

RTCP - Real-time Transfer Control Protocol – протокол управления передачей в реальном времени

SIGTRAN - SIGnalling TRANsport – стек протоколов, обеспечивающих транспортировку информации сигнализации

SIP - Session Initiation Protocol – протокол инициации сессий

SX - Softswitch - программный коммутатор

TGW - Trunking Gateway – транкинговый шлюз

АТС – автоматическая телефонная станция

ГТС – городская телефонная сеть

ЗУС – зональный узел связи

МСС – мультисервисная сеть связи

ОКС – общеканальная сигнализация

СПСС – сеть подвижной сотовой связи

ТфОП – телефонная сеть общего пользования

УПАТС – учрежденческо- производственная автоматическая телефонная станция

Список используемой литературы

1. Деарт В.Ю. Мультисервисные сети связи. Протоколы и системы управления (Softswitch/IMS). – М.: Брис – М, 2011 – 198 с.
2. Гольдштейн Б.С., Пинчук А.В., Суховицкий А.Л. IP - телефония. - М.: Радио и связь, 2001. - 336 с.
3. Гольдштейн Б.С., Соколов Н.А., Яновский Г.Г. Сети связи: Учебник для ВУЗов, СПб.: БХВ- Петербург, 2010.- 400 с.
4. Гольдштейн Б.С. Сети связи пост-NGN / Б.С. Гольдштейн, А.Е. Кучкрявый, - СПб.:БХВ-Петербург, 2013. - 160 с.
5. Росляков А.В., Ваяшин С.В. и др. Сети следующего поколения NGN/ под ред. Рослякова А.В. - М.: Эко-Трендз, 2009.-424 с.
6. Летников А.И., Пшеничников А.П., Гайдамака Ю.В., Чукарин А.В. Системы сигнализации в сетях с коммутацией каналов и пакетов. -М.:МТУСИ. 2008. - 195 с.
7. Деарт В.Ю., Пилюгин А.В. Методические указания для проведения лабораторных работ "Мультисервисные сети связи", МТУСИ, 2009.