

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 16.12.2020 18:55:30  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра космического приборостроения и систем связи

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

«15»

2017 г.



**РАЗРАБОТКА СХЕМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТРАДИЦИОН-  
НЫХ ТЕЛЕФОННЫХ СЕТЕЙ И СЕТЕЙ NGN**

Методические указания  
по выполнению лабораторной работы №4  
для студентов, обучающихся по направлению подготовки  
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»  
по курсу «Основы построения инфокоммуникационных систем и  
сетей ч.2»

Курск 2017

УДК 621.396

Составители: А.В. Хмелевская, А.Н. Шевцов

Рецензент

Доктор технических наук, старший научный сотрудник,  
профессор кафедры *В.Г. Андронов*

**Разработка схем взаимодействия традиционных сетей и сетей NGN: методические указания по выполнению лабораторной работы №4 по курсу «Сети и системы передачи информации» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. А.В. Хмелевская, А.Н. Шевцов. Курск, 2017. – 21 с.: ил. 8, табл. 1, прилож. 1. – Библиогр.: с. 21.**

Методические указания по выполнению лабораторной работы содержат краткие теоретические сведения о классификации оборудования сетей NGN, процедуре установления соединения между двумя абонентами, задания для выполнения работы, а также перечень вопросов для самоконтроля.

Методические указания полностью соответствуют требованиям типовой программы, утвержденной УМО по направлениям подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», а также рабочей программе дисциплины «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей ч.2».

Предназначены для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 11.03.02 очной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *15.12.17*. Формат 60x84/16.

Усл. печ. л. *1,22*. Уч.-изд. л. *1,1* Тираж 100 экз. Заказ *3279* Бесплатно

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

## Обозначения и сокращения

АТС	- автоматическая телефонная станция
ОКС	- общий канал сигнализации
ССОП	- сети связи общего пользования
ТФОП	- телефонная сеть общего пользования
УПАТС	- Учрежденческо-Производственная Автоматическая Телефонная Станция
AGW	- Access Gateway- шлюз доступа
IAD	- Integrated Access Devices- устройство интегрированно-го доступа
IP	- Internet Protocol – межсетевой протокол
ISDN	- Integrated Services Digital Network - цифровая сеть с интеграцией служб
LAN	- Local Area Network- локальная вычислительная сеть
MGCP	- Media Gateway Control Protocol– протокол контроля медиашлюзов
MPLS	- Multiprotocol Label Switching – многопротокольная коммутация по меткам
MSAN	- Multi-Service Access Node- мультисервисный узел доступа
NGN	- Next Generation Networks/ New Generation Networks – сети следующего/нового поколения
PRI	- Primary Rate Interface- Интерфейс первичного уровня
RAGW	- Resident Access Gateway- резидентный шлюз доступа
SIP	- Session Initiation Protocol – протокол установления сеанса
TCP	- Transmission Control Protocol — протокол управления передачей
TG	- Trunk Gateway- транзитивный шлюз

## **1 Цель работы**

- изучение процессов установления телефонных соединений с совместным использованием протоколов сигнализации ISUP и SIP и получение практических навыков построения сигнальных диаграмм взаимодействия телефонных сетей и сетей NGN.

## **2 Практическое задание**

1. Изобразить схему организации связи между исходящим и входящим терминалами через транзитную сеть в соответствии с индивидуальным заданием, указанным в таблице 1.

2. Указать назначение сетевых узлов, используемых при организации соединений между терминалами разных сетей.

3. Определить:

- тип используемых протоколов сигнализации на каждом участке взаимодействия сетей;

- тип используемых протоколов для передачи речевой информации между терминалами на каждом участке соединения;

- вид передаваемой информации на каждом участке взаимодействия сетей.

4. Изобразить стрелочную диаграмму обмена сигнальными сообщениями между сетевыми узлами, используемыми при организации соединения между терминалами разных сетей.

5. Указать, какую основную информацию переносит каждое сигнальное сообщение.

### 3 Краткие теоретические сведения

#### 3.1 Классификация оборудования NGN

В настоящее время выпускается обширный класс фирменных аппаратно-программных решений (платформ) для реализации сетей следующего поколения на базе гибких коммутаторов (softswitch). Эти мультисервисные платформы содержат разнообразное оборудование, которое можно классифицировать по выполняемым сетевым функциям. Большинство имеющихся подходов к классификации основывается на разделении оборудования NGN в соответствии с четырьмя уровнями (плоскостями) сетей следующего поколения: доступа, транспорта, управления вызовами и приложений. На рисунке 1 приведена схема классификации типов оборудования NGN. Основным устройством, реализующим функции уровня управления коммутацией и передачей информации, является программный коммутатор Softswitch. Кроме этого на данном уровне могут использоваться АТС с функциями контроллера шлюзов (MGC – Media Gateway Controller).

В состав базовой сети, которой соответствует транспортный уровень NGN, могут входить:

- транзитные узлы, выполняющие функции переноса и коммутации;
- оконечные (граничные) узлы, обеспечивающие доступ абонентов к мультисервисной сети;
- контроллеры сигнализации, выполняющие функции обработки информации сигнализации, управления вызовами и соединениями;
- шлюзы, позволяющие осуществить подключение традиционных сетей электросвязи (ТфОП, СПД, СПС).

К уровню доступа NGN относятся:

- шлюзы;
- сеть доступа (сеть электросвязи, обеспечивающая подключение оконечных терминальных устройств пользователя к оконечному узлу транспортной сети);
- оконечное абонентское оборудование.

Выделены следующие программные и аппаратные конфигурации шлюзового оборудования:

- транспортный шлюз (Media Gateway (MG));
- сигнальные шлюзы (Signalling Gateway (SG));

- транкинговый шлюз (Trunking Gateway (TGW) – совместная реализация функций MG и SG;

- шлюз доступа (Access Gateway (AGW) – реализация функции MG и SG для оборудования доступа, подключаемого через интерфейс V5;

Отмечено, что с развитием технологий электросвязи становится все проблематичней провести четкую грань между транспортным уровнем и уровнем доступа. Так, например, цифровой абонентский мультиплексор доступа (DSLAM) может быть отнесен и к тому, и к другому уровню.

Кроме двух основных типов терминальных устройств, предназначенных для работы в сетях NG - SIP-терминалы и H.323-терминалы, также иногда используется терминальное оборудование на основе протокола MEGACO. Еще одним видом терминального оборудования являются интегрированные устройства доступа (IAD).

Для выполнения функций уровня услуг и управления услугами предназначены различные серверы приложений (Application Servers) и серверы дополнительных услуг (Feature Servers). Кроме этого могут использоваться специализированные компоненты передачи пользовательской информации, например, медиасерверы, которые выполняют функции конференцсвязи, IVR и т.п.



Рисунок 1 – Схема классификации типов оборудования NGN

## 3.2 Общие положения

Далее представлены процедуры, которые может использовать контроллер медиашлюзов MGC (выполняющий функцию шлюза сигнализации SGW) при взаимодействии сетей ТфОП (работающей с системой сигнализации ОКС№7 и подсистемой ISUP) и NGN (использующей протокол сигнализации SIP), путем иллюстрации соответствий между протоколами SIP и ISUP на уровне сообщений и уровне параметров. Основное внимание уделено трансляции сообщений ISUP в сообщения SIP и отображению параметров ISUP в заголовках SIP. Для вызовов ISUP, которые проходят через сеть SIP, целью трансляции является разрешить элементам SIP, таким как прокси-серверы (которые обычно не могут обрабатывать сообщения ISUP), принимать решения по маршрутизации на основе такого критерия ISUP, как номер вызываемой стороны. Отображение между сигнальными сообщениями протоколов ISUP и SIP описывается с использованием диаграмм потоков вызова. На приведенных ниже диаграммах вся сигнализация (SIP, ISUP) к и от MGC выполняется сигнальным шлюзом, а оперирование медиаинформацией (проключение речевого канала, освобождение канала) выполняется медиашлюзом MG под управлением контроллера MGC. Для упрощения они показаны на рисунках одним узлом, обозначенным как «MGC/MG».

## 3.3 Соединения SIP → ISUP

### 3.3.1 Установление успешного соединения

1. Когда пользователь SIP желает инициировать сеанс связи с пользователем ТфОП, узел SIP выдает запрос INVITE, шлюз посылает на него ответ 100 Trying.

2. При приеме запроса INVITE шлюз отображает его в сообщении ISUP «Начальное адресное сообщение» (IAM) и посылает его в сеть ОКС№7.

3. Удаленный узел ISUP информирует, что абонент свободен и адрес достаточен для установления соединения путем посылки сообщения ISUP «Адрес полный» (ACM).

4. Получив сообщение ACM, шлюз отображает код события (event code) в промежуточный ответ SIP 180 Ringing (Посылка вы-

зова) и посылает его на узел SIP. Пользователю SIP передается тональный сигнал «Контроль посылки вызова».

5. Когда пользователь ТфОП ответит, шлюзу посылается сообщение ISUP «Ответ» (ANM).

6. Приняв сообщение ANM, шлюз посылает сообщение 200 ОК к узлу SIP.

7. Узел SIP, получив финальный ответ 200 ОК, посылает сообщение АСК для подтверждения.

### **3.3.2 Невозможность установления соединения в сети ISUP**

1. Когда пользователь SIP инициирует сеанс связи с пользователем ТфОП, узел SIP генерирует запрос INVITE.

2. Приняв запрос INVITE, шлюз отображает его в сообщение IAM и посылает его в сеть ISUP.

3. Т.к. удаленный узел ISUP не может установить соединение, он посылает сообщение REL.

4. Шлюз освобождает канал и подтверждает, что он свободен для дальнейшего использования посылкой сообщения RLC.

5. Шлюз транслирует код причины из сообщения REL в ответ SIP об ошибке 4xx и передает его на узел SIP.

6. Узел SIP посылает АСК для подтверждения приема финального ответа INVITE.

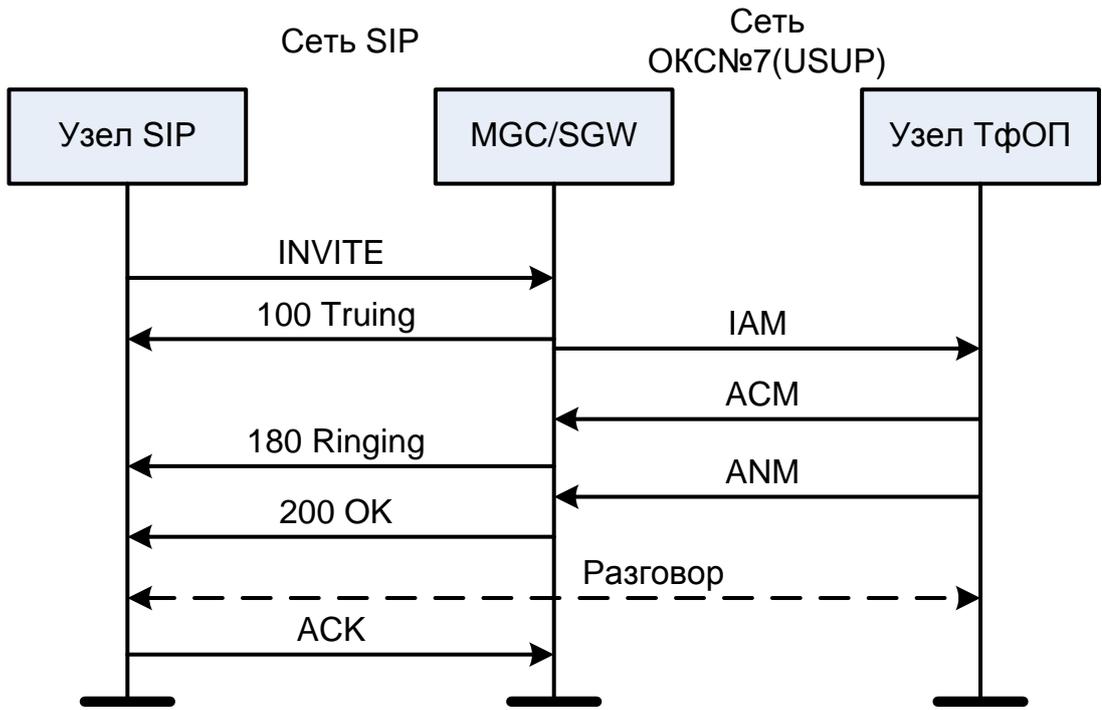


Рисунок 2 – Установление успешного соединения

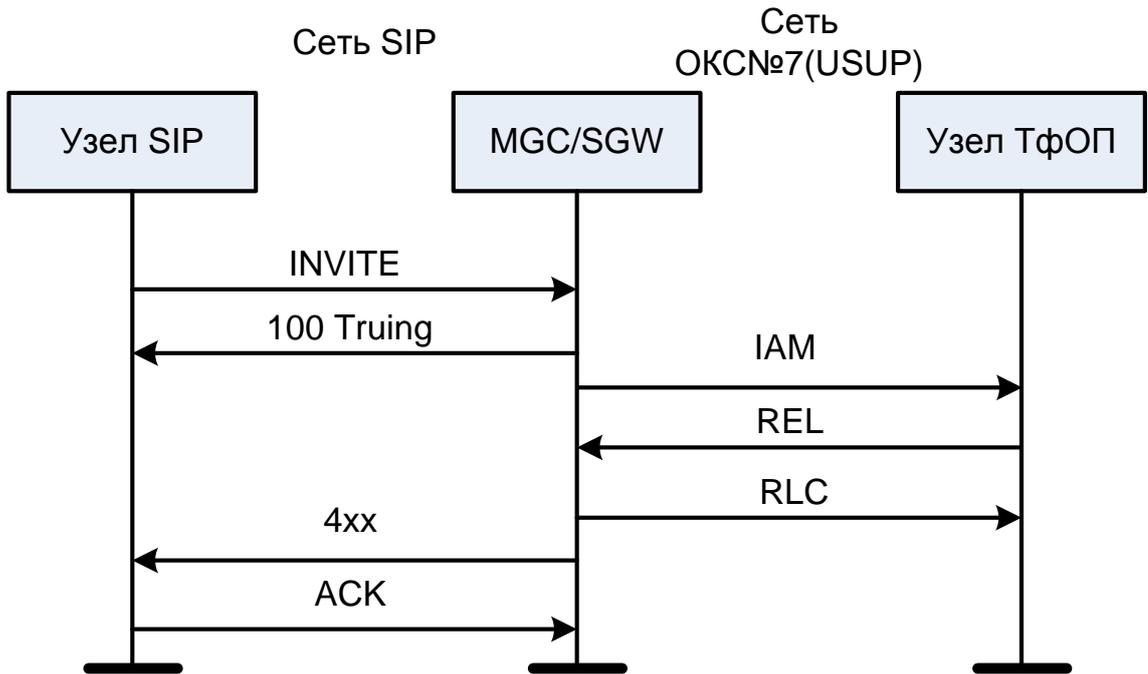


Рисунок 3 – Невозможность установления соединения в сети ISUP

### **3.3.3 Отбой вызова на стороне SIP до ответа абонента ТфОП**

1. Когда пользователь SIP инициирует сеанс связи с пользователем ТфОП, узел SIP генерирует запрос INVITE.

2. Приняв запрос INVITE, шлюз отображает его в сообщении IAM и посылает его в сеть ISUP.

3. Удаленный узел ISUP информирует, что абонент свободен и адрес достаточен для установления соединения путем посылки сообщения ACM.

4. Код параметра «called party status» (статус вызываемой стороны) из сообщения ACM отображается в промежуточный ответ SIP 180.

5. Для завершения вызова до ответа абонента узел SIP посылает запрос CANCEL.

6. Запрос CANCEL подтверждается ответом 200 OK.

7. Получив запрос CANCEL, шлюз посылает ISUP сообщение REL для завершения вызова.

8. Шлюз посылает ответ 478 «Call Cancelled» (Вызов отменен) на узел SIP для завершения транзакции INVITE.

9. Получив сообщение REL, удаленный узел ISUP отвечает сообщением RLC.

10. Получив ответ 487, узел SIP подтверждает прием сообщением ACK.

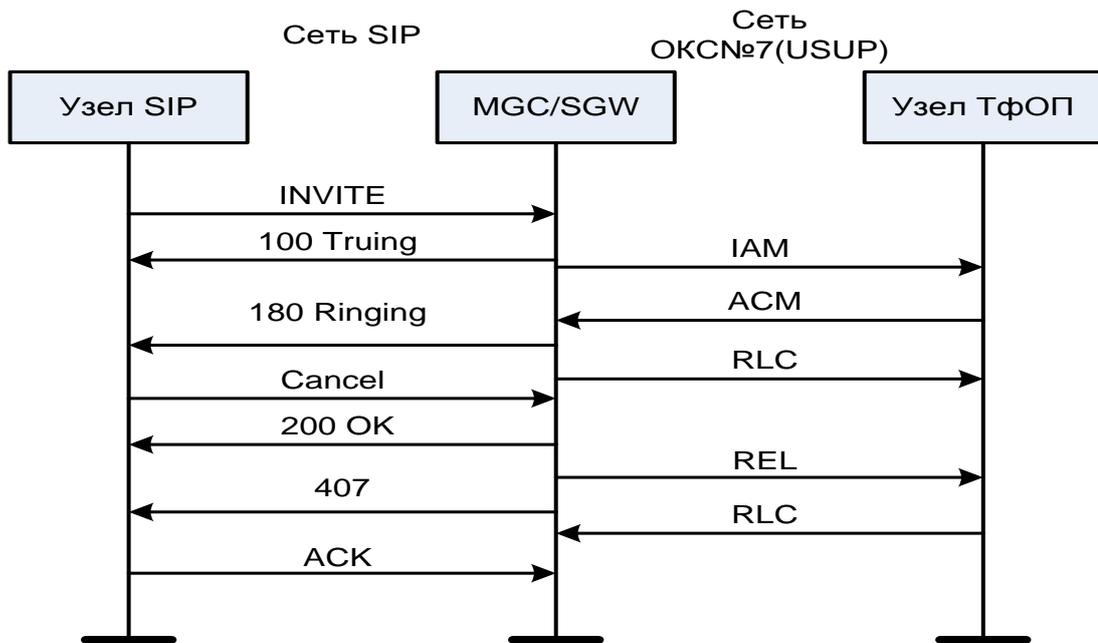


Рисунок 4 – Отбой вызова со стороны сети SIP

### 3.4 Соединения ISUP→SIP

#### 3.4.1 Установление успешного соединения

1. Когда абоненту ТфОП требуется начать установку сеанса к абоненту SIP, ТфОП генерирует сообщение IAM в направлении шлюза.

2. При приеме сообщения IAM шлюз генерирует сообщение INVITE и посылает его соответствующему узлу SIP.

3. Если происходит событие, обозначающее, что адресная информация вызова является достаточной, то узел SIP генерирует предварительный ответ 180 Ringing или больший.

4. При приеме предварительного ответа 180 Ringing или большего шлюз генерирует сообщение ACM. Если ответ был не 180 Ringing, то в сообщении ACM значение параметра «called party status» («статус вызываемой стороны») будет «no indication» («не указано»).

5. Когда узел SIP ответит на вызов, он посылает сообщение 200 OK.

6. При приеме сообщения 200 OK шлюз посылает сообщение ANM в направлении узла ISUP.

7. Для подтверждения приема окончательного ответа на INVITE шлюз посылает сообщение ACK узлу SIP.

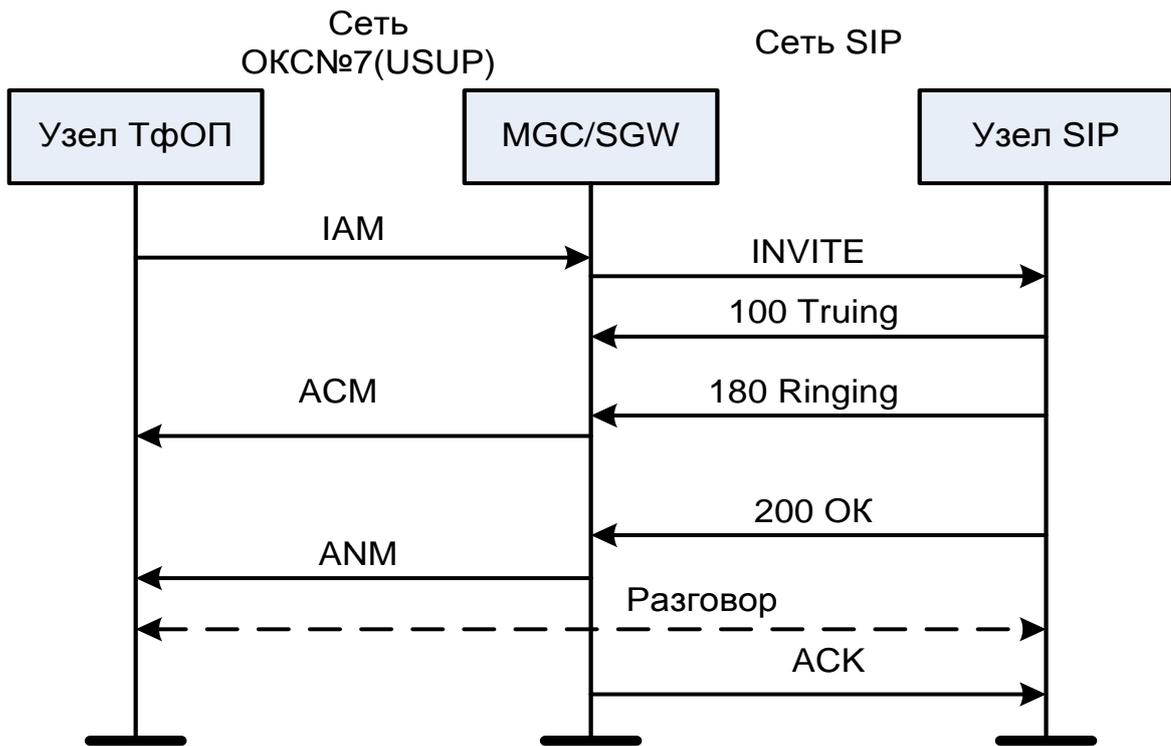


Рисунок 5 – Установление успешного соединения

### 3.4.2 Установление неуспешного соединения в сети SIP

1. Когда абоненту ТфОП требуется начать установку сеанса к абоненту SIP, ТфОП генерирует сообщение IAM в направлении шлюза.

2. При приеме сообщения IAM шлюз генерирует сообщение INVITE и посылает его соответствующему узлу SIP на основе анализа номера вызываемого абонента.

3. Узел SIP указывает на состояние ошибки ответом с кодом 400 или большим.

4. Для подтверждения приема окончательного ответа на INVITE шлюз посылает сообщение ACK узлу SIP.

5. Сообщение REL ISUP с соответствующим кодом причины генерируется из узла SIP.

6. Удаленный узел ISUP подтверждает прием сообщения REL сообщением RLC.

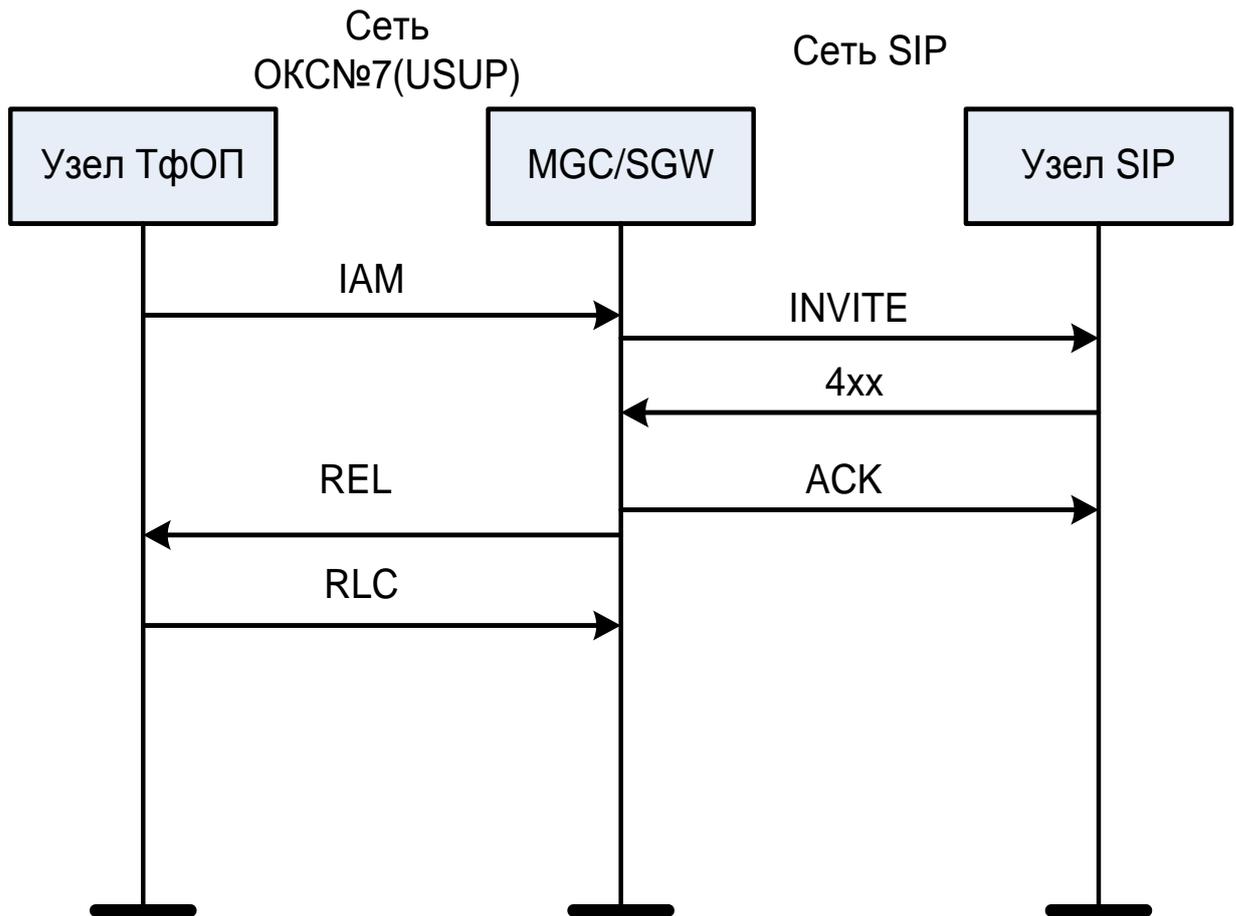


Рисунок 6 – Установление неуспешного соединения в сети SIP

### 3.4.3 Перенаправление вызова в сети SIP

1. Когда абоненту ТфОП требуется начать установку сеанса к абоненту SIP, ТфОП генерирует сообщение IAM в направлении шлюза.

2. При приеме сообщения IAM шлюз генерирует сообщение INVITE и посылает его соответствующему узлу SIP на основе анализа номера вызываемого абонента.

3. Узел SIP посылкой ответа 3xx указывает, что ресурс, к которому пользователь пытается установить контакт, расположен в другом месте. Предполагается, что контактный URL указывает действительный URL, который доступен VoIP SIP-вызову.

4. Шлюз подтверждает прием окончательного ответа на INVITE, передавая сообщение ACK узлу SIP.

5. Шлюз посылает принятое сообщение INVITE по адресу, указанному в поле контакт сообщения 3xx.

6. Когда происходит событие, говорящее о том, что вызов имеет достаточную адресную информацию, узел SIP генерирует предварительный ответ 180 Ringing или больший.

7. При приеме предварительного ответа 180 Ringing или большего шлюз генерирует сообщение ACM с кодом события.

8. Когда узел SIP отвечает на вызов, он посылает сообщение 200 OK.

9. При приеме сообщения 200 OK шлюз посылает сообщение ANM в направлении узла ISUP.

10. Для подтверждения приема окончательного ответа на INVITE шлюз посылает сообщение ACK узлу SIP.

#### **3.4.4 Разъединение соединения со стороны ISUP**

1. Когда абоненту ТфОП требуется начать установку сеанса к абоненту SIP, ТфОП генерирует сообщение IAM в направлении шлюза.

2. При приеме сообщения IAM шлюз генерирует сообщение INVITE и посылает его соответствующему узлу SIP на основе анализа номера вызываемого абонента.

3. Когда происходит событие, говорящее о том, что вызов имеет достаточную адресную информацию, узел SIP генерирует предварительный ответ 180 Ringing или больший.

4. При приеме предварительного ответа 180 Ringing или большего шлюз генерирует сообщение ACM с кодом события.

5. Если вызывающий абонент положит трубку раньше, чем поступит ответ на вызов от узла SIP, то будет генерироваться сообщение REL.

6. Шлюз освобождает линию ТфОП и посылкой RLC показывает, что она доступна для нового использования.

7. При приеме сообщения REL до заключительного ответа на INVITE шлюз посылает сообщение CANCEL в направлении узла SIP.

8. При приеме сообщения CANCEL узел SIP посылает ответ 200.

9. Удаленный узел SIP посылает ответ 487 Call Cancelled («Запрос закончен») для завершения транзакции INVITE.

10. Для подтверждения приема окончательного ответа на INVITE шлюз посылает сообщение ACK узлу SIP.

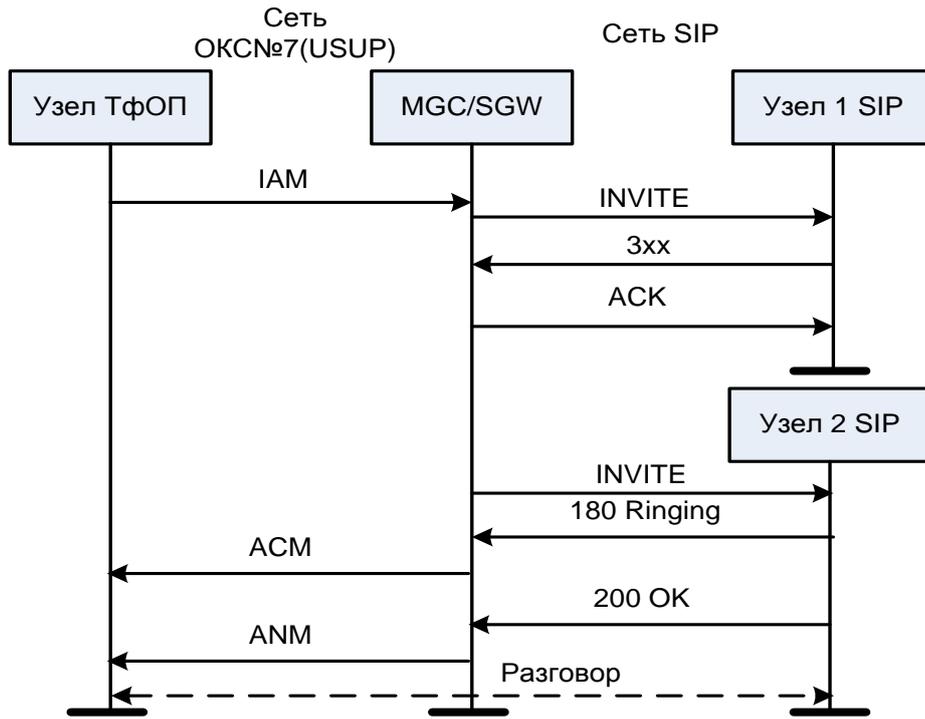


Рисунок 7 – Перенаправление вызова в сети SIP

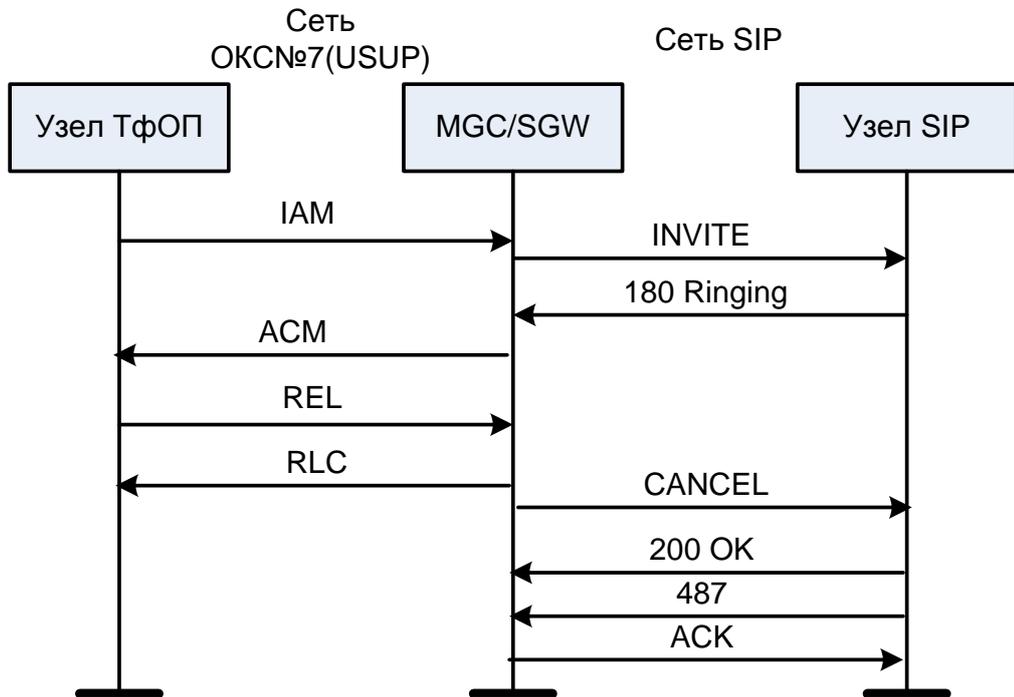


Рисунок 8 – Разъединение соединения со стороны ISUP

## 4 Содержание отчета

Лабораторная работа рассчитана на 6 часов для очной формы обучения направления подготовки 11.03.02 и выполняется в 3й контрольной точке.

По результатам выполненной работы представляется отчет, в котором должны содержаться следующие пункты:

- 1) Цель работы
- 2) Краткие теоретические сведения
- 3) Индивидуальное задание
- 4) Стрелочная диаграмма установления соединения между пользователями А и В с указанием:

– типов сетевых узлов;

– типов используемых протоколов сигнализации на каждом участке взаимодействия сетей;

– типов используемых протоколов для передачи речевой информации между терминалами на каждом участке соединения;

– типов сообщений ISUP и SIP и их информационного содержания.

5) Выводы о проделанной работе с анализом полученных результатов;

6) Ответы на контрольные вопросы.

Минимальный балл за лабораторную работу составляет 0.5 балла (выполнил работу, но не защитил). Максимальный балл – 6 (выполнил работу и защитил без замечаний).

Примерные критерии оценки качества отчётов по лабораторной работе:

– оформление отчёта не соответствует предъявляемым требованиям – минус 1 балл;

– полученные экспериментальные материалы не обработаны (осциллограммы, спектрограммы и т. п.) – минус 1 балл;

– выводы не соответствуют результатам работы – минус 1 балл;

– работа защищена не вовремя (после окончания 2й контрольной точки) – минус 1 балл.

## 5 Контрольные вопросы

1) В каких узлах сети происходит преобразование сообщений протоколов ISUP и SIP при установлении и разрушении пользовательских соединений? Какие функции они выполняют в сетях SIP и ОКС№7?

2) Какие базовые сообщения передаются в сети сигнализации ОКС№7 (ISUP) при установлении и разрушении телефонного соединения?

3) Какие базовые запросы и ответы передаются в сети SIP при установлении и разрушении речевого соединения?

4) Каким образом передается информация о причине неуспешного соединения в сети на базе протокола SIP?

5) Каким образом передается информация о причине неуспешного соединения в сети сигнализации ОКС№7 (ISUP)?

**6 Список используемых источников**

- 1) Гольдштейн Б. С., Соколов Н. А., Яновский Г. Г. Сети связи. [Текст]/ Б. С. Гольдштейн, Н. А. Соколов, Г. Г. Яновский – СПб.: БХВ – Петербург, 2010. – 302 с.
- 2) Росляков А. В. Сети следующего поколения. Часть II [Текст]/ А. В. Росляков – Самара.: ПГАТИ, 2008. – 148 с.
- 3) Росляков А. В. Основы IP-телефонии. Учебное пособие [Текст]/ А. В. Росляков – М.: ИРИАС, 2007. – 88 с.
- 4) Росляков А. В. Система общеканальной сигнализации ОКС№7. Учебное пособие [Текст]/ А. В. Росляков – М.: ИРИАС, 2007. – 68 с
- 5) Семенов Ю. В. Проектирование сетей связи следующего поколения. [Текст]/ Ю. В. Семенов – СПб.: Наука и техника, 2005 – 183 с.

## Приложение А

Таблица 1 – Индивидуальные задания

№ варианта	Тип исходящего терминала	Исходящая сеть	Тип транзитной сети	Тип входящего терминала	Входящая сеть	Исход соединения
1	Аналоговый	ТфОП	NGN	Аналоговый	ТфОП	Успешное, отбой абонента Б
2	Аналоговый	NGN	ТфОП	Аналоговый	ТфОП	Неуспешное, занятость абонента Б
3	SIP	NGN	NGN	Аналоговый	ТфОП	Неуспешное, неотчет абонента Б
4	SIP	NGN	NGN	Аналоговый	ТфОП	Успешное, отбой абонента А
5	SIP	NGN	ТфОП	SIP	NGN	Неуспешное, неправильный номер абонента Б
6	SIP	NGN	ТфОП	Аналоговый	NGN	Успешное, отбой абонента Б
7	Аналоговый	NGN	NGN	Аналоговый	ТфОП	Неуспешный, абонент Б занят
8	Аналоговый	ТфОП	ТфОП	SIP	NGN	Неуспешное, неотчет абонента Б
9	Аналоговый	NGN	NGN	SIP	NGN	Неуспешный, абонент Б занят
0	Аналоговый	NGN	NGN	Аналоговый	ТфОП	Неуспешное, неотчет абонента Б

