

Учебный курс

Протоколы узлов коммутации.

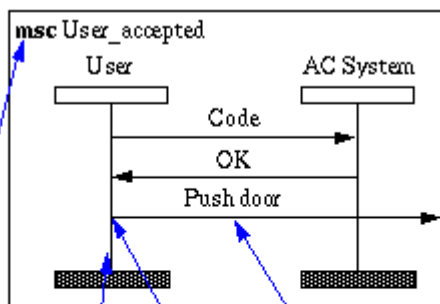
Лекция 3. (2017v1)

Язык сценариев MSC.

Протокол R1.5

Фицов Вадим Владленович,
Ст. преп. кафедры Инфокоммуникационных систем

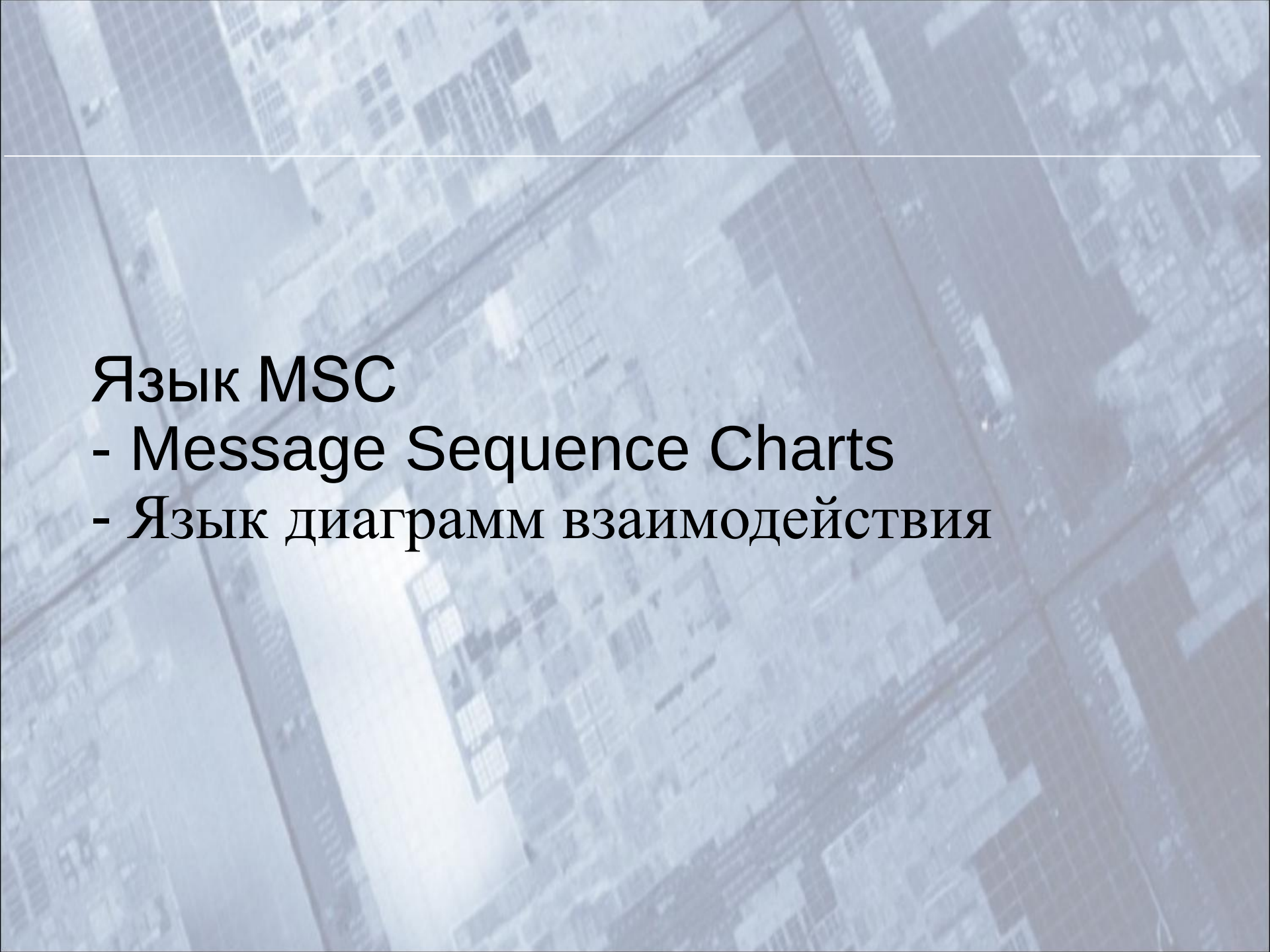
www.iks.sut.ru



[MSC heading](#) [Instance](#) [Event \(more\)](#) [Message](#) [Environment](#)
[Timeline \(more\)](#)

Содержание лекции:

- Язык MSC
- Первые протоколы ITU-T
- Протокол R1.5

An aerial photograph of a city grid, showing a dense pattern of streets and buildings. The image is tilted at an angle, giving it a dynamic feel. The colors are muted, with various shades of blue, grey, and brown.

Язык MSC

- Message Sequence Charts
- Язык диаграмм взаимодействия

Описание логики протоколов

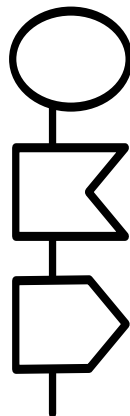
Текст

XXXXXX

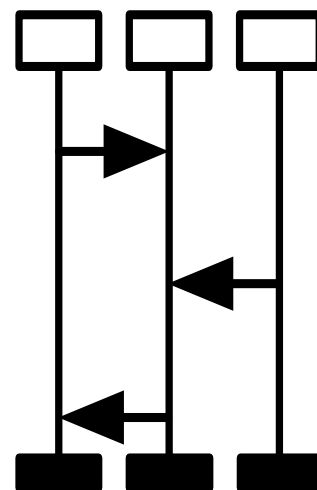
XXXXXX

XXXXXX

SDL (Z.100)



MSC (Z.120)



Язык диаграмм взаимодействия стандартизирован в 1992 г. ITU-T Z.120.

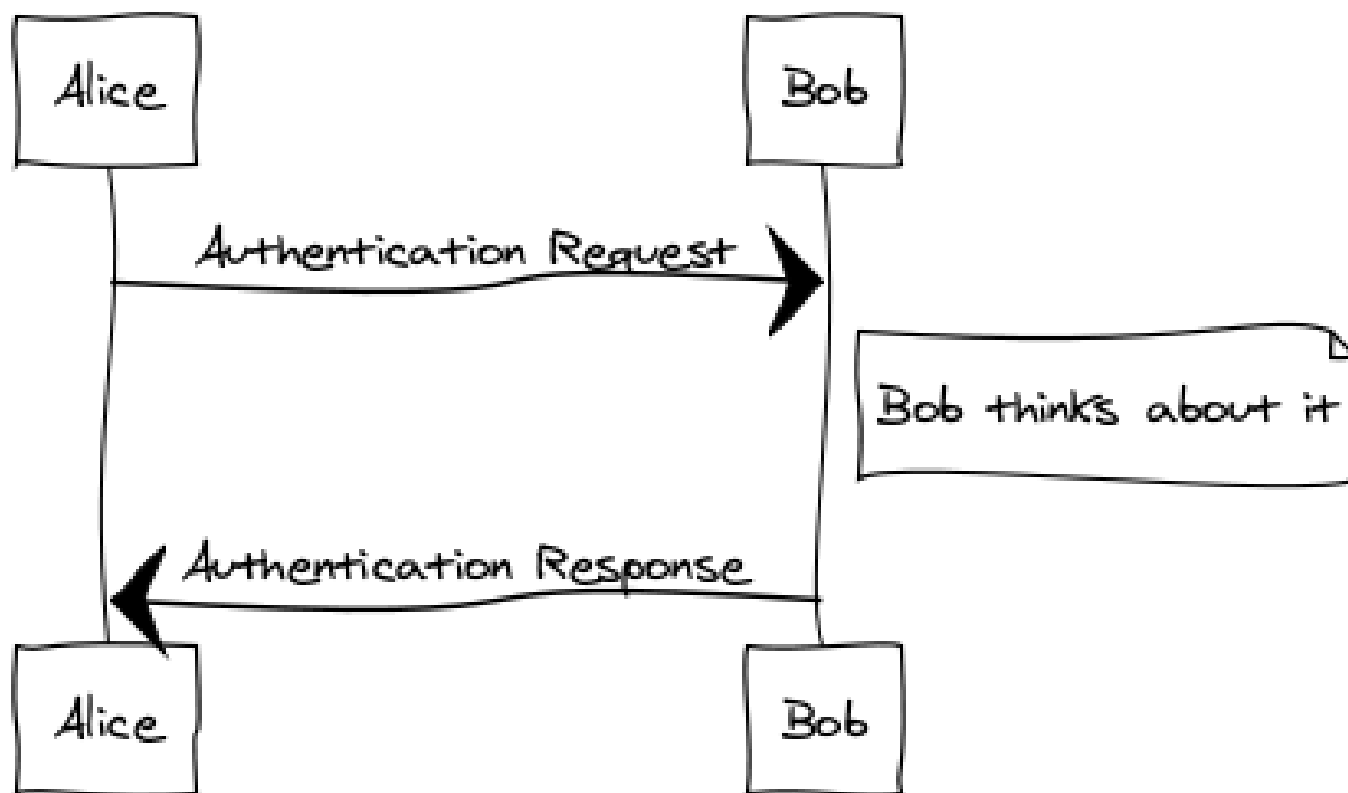
В 1996 г. значительно расширенная версия стандарта (Z.120).

Применение MSC

- для определения требований;
- как спецификация взаимодействия процессов;
- Основа для генерации тестов;
- для документации;
- для объектно-ориентированного анализа и разработки.

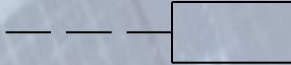
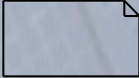
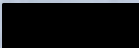
MSC

Authentication Sequence



Пример с сайта websequencediagrams.com

Основные символы, используемые в MSC

Названия	Символ
Комментарий	
Текст	
Цикл	
Заголовок требования	
Основная ось 1	
Основная ось 2	
Конец требования	
Сообщение	
Потеря сообщения	
Сообщение найдено	
Основной символ требования 1	
Основной символ требования 2	

MSC-диаграммы

Стандарт MSC включает несколько структурных уровней представления:

- ✓ Базовые MSC-диаграммы
- ✓ HMSC-диаграммы(композиция MSC-диаграмм)
- ✓ Документ MSC(набор диаграмм HMSC и MSC)

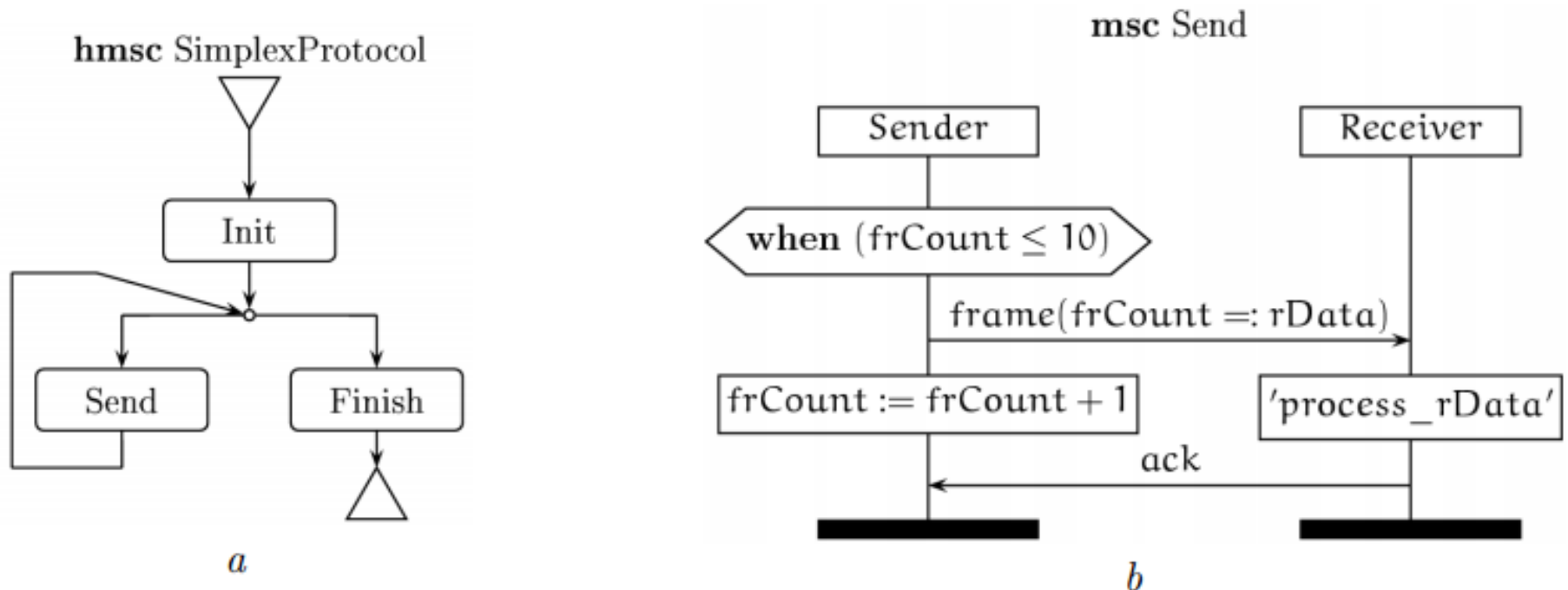
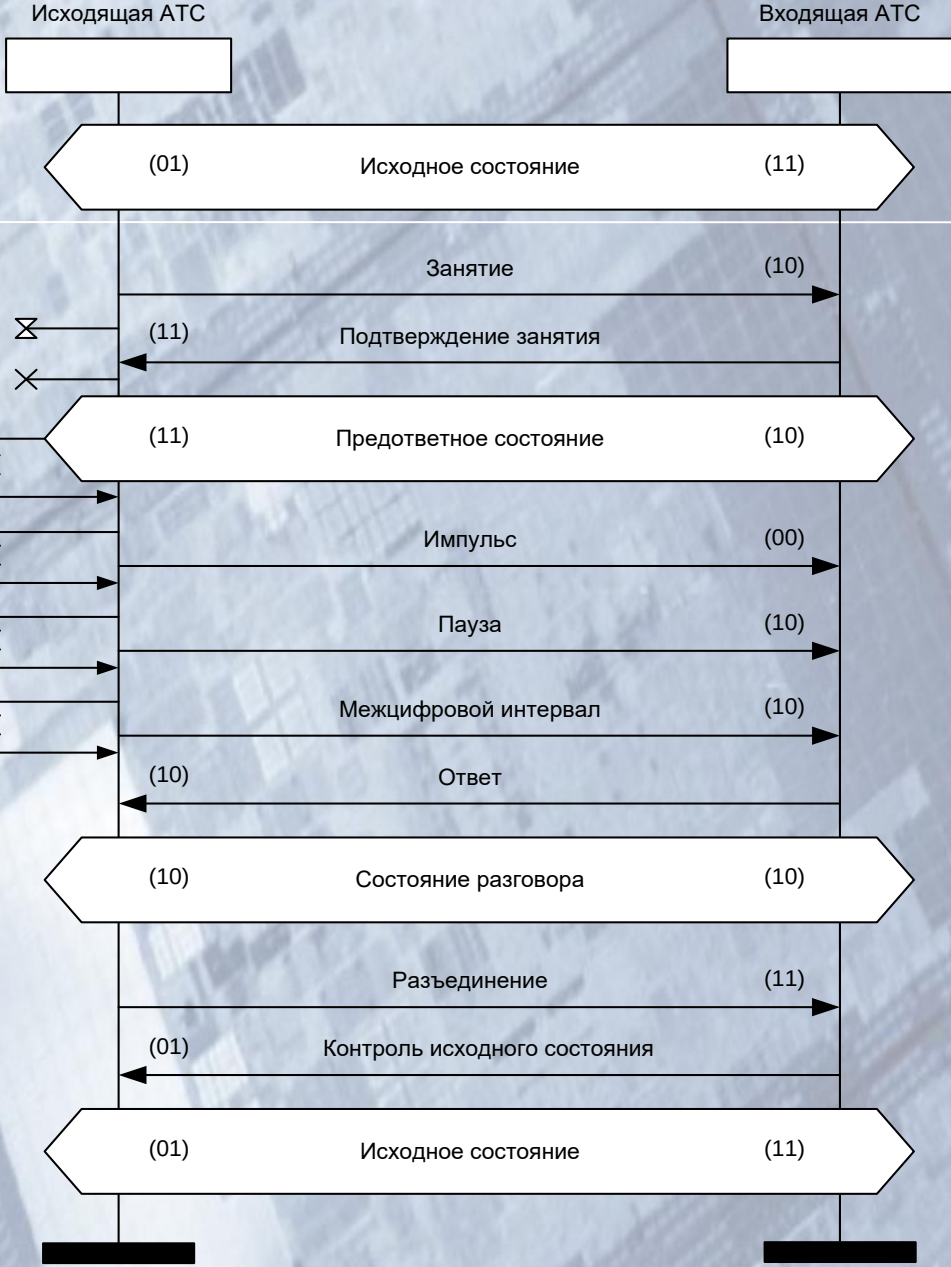


Рис. 1. *a* — HMSC *SimplexProtocol*; *b* — MSC *Send*

Сигналы С1.1, передаваемые в сторону линейного тракта от процесса OTLOC при исходящем соединении по СЛ, ЗСЛ

№	Напр. сигнала	Название сигнала	Значение битов				Примечание
			1ВСК (a)	2ВСК (b)	(c)	(d)	
1	——>	ЗАНЯТИЕ	1	0	0	1	Передается при появлении нового вызова
2	——>	НАБОР НОМЕРА: импульс	0	0	0	1	Время передачи импульса - 50 мс
		пауза	1	0	0	1	Время передачи паузы - 50 мс
		межцифровой интервал	1	0	0	1	Длительность межцифрового интервала - 700 мс
3	——>	РАЗЪЕДИНЕНИЕ	1	1	0	1	Передается в случае освобождения исходящей СЛ (отбой А и др.)



T1 – время ожидания сигнала подтверждения занятия, 1 с
T2 – время после приема сигнала подтверждения занятия и начала трансляции номера, 400 мс

T3 – время передачи импульса, 50 мс
T4 – время передачи паузы, 50 мс
T5 – время передачи межсерийного интервала, 700 мс

Исходящая АТС

Входящая АТС

T1

T1

T2

T3

T4

T5

(01)

Исходное состояние

(11)

Занятие

(10)

(11)

Подтверждение занятия

(11)

Предотвеченное состояние

(10)

Импульс

(00)

Пауза

(10)

Межцифровой интервал

(10)

(00)

Б занят

Разъединение

(11)

(01)

Контроль исходного состояния

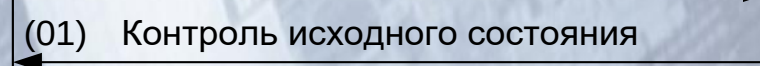
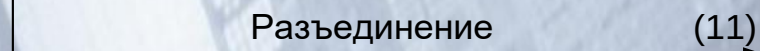
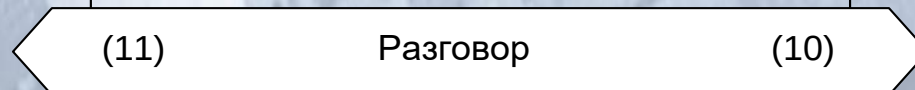
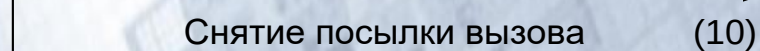
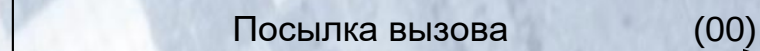
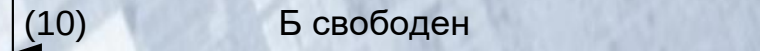
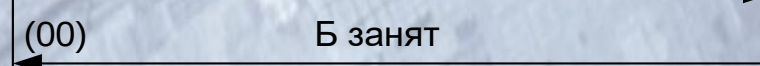
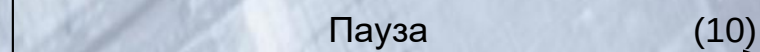
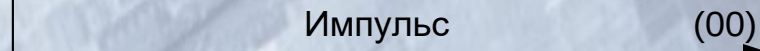
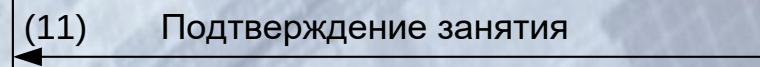
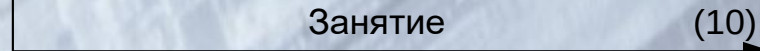
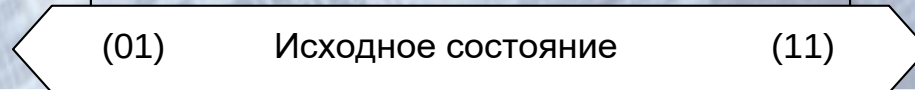
(01)

Исходное состояние

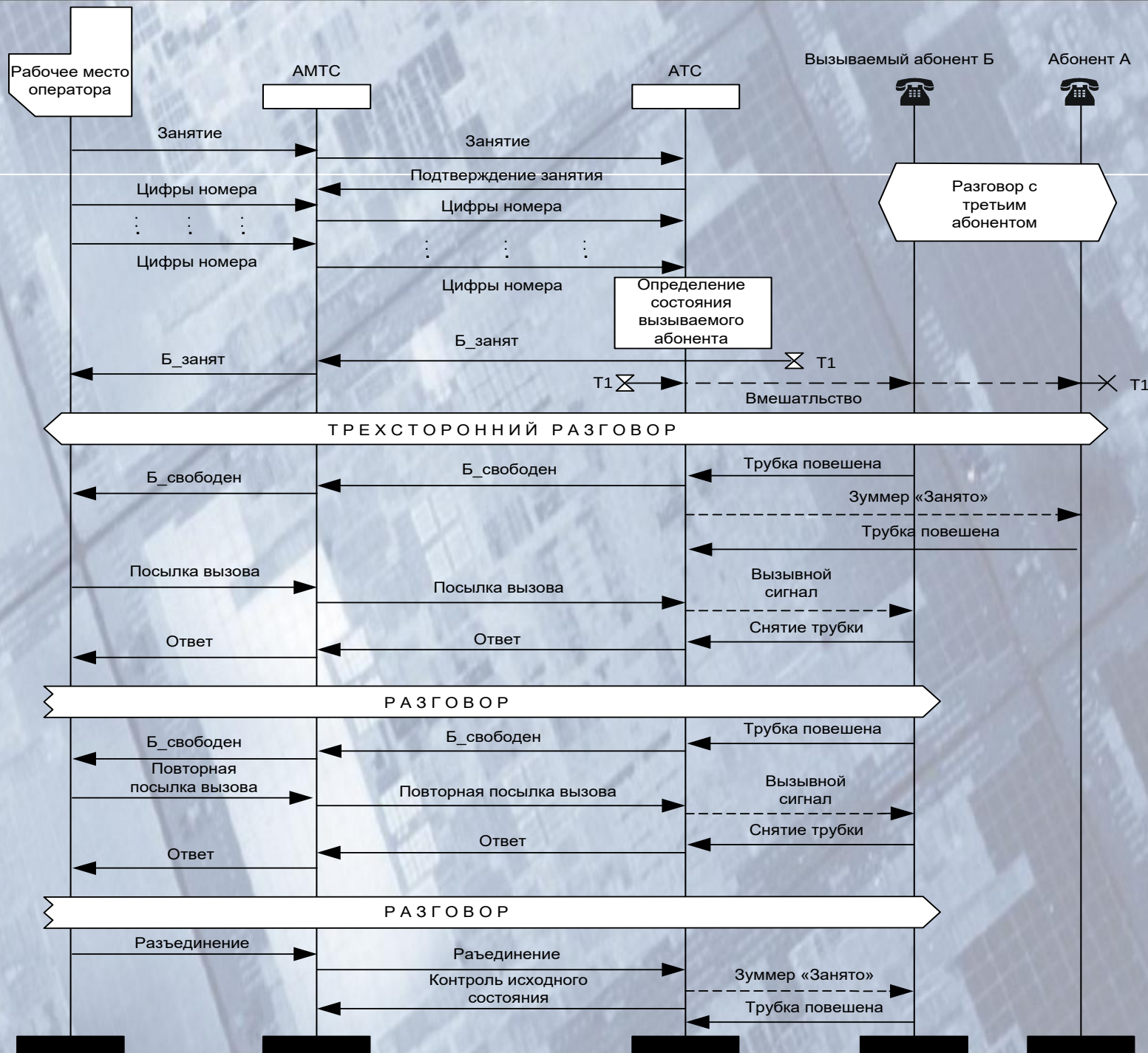
(11)

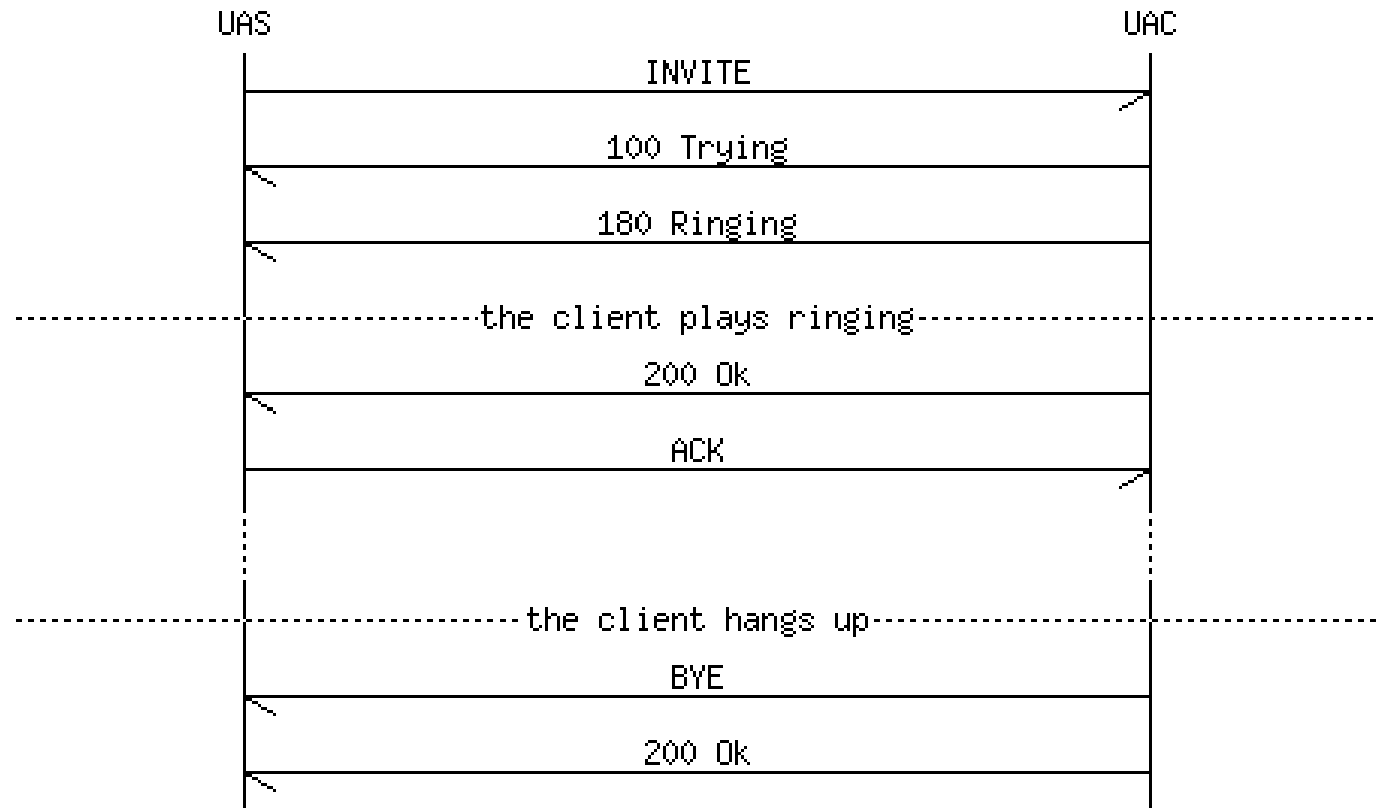
АМТС

Входящая АТС



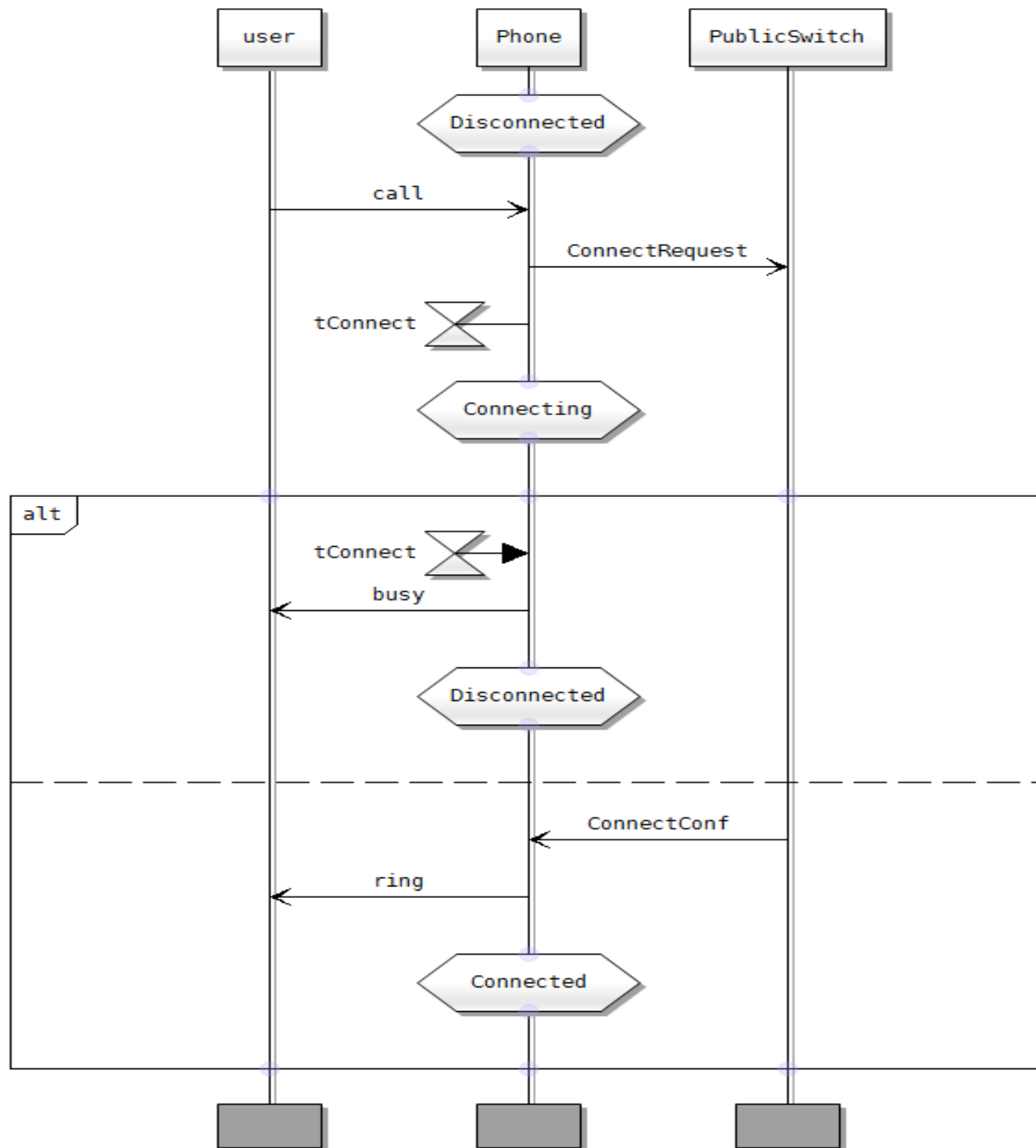
абонент Б
повесил
трубку

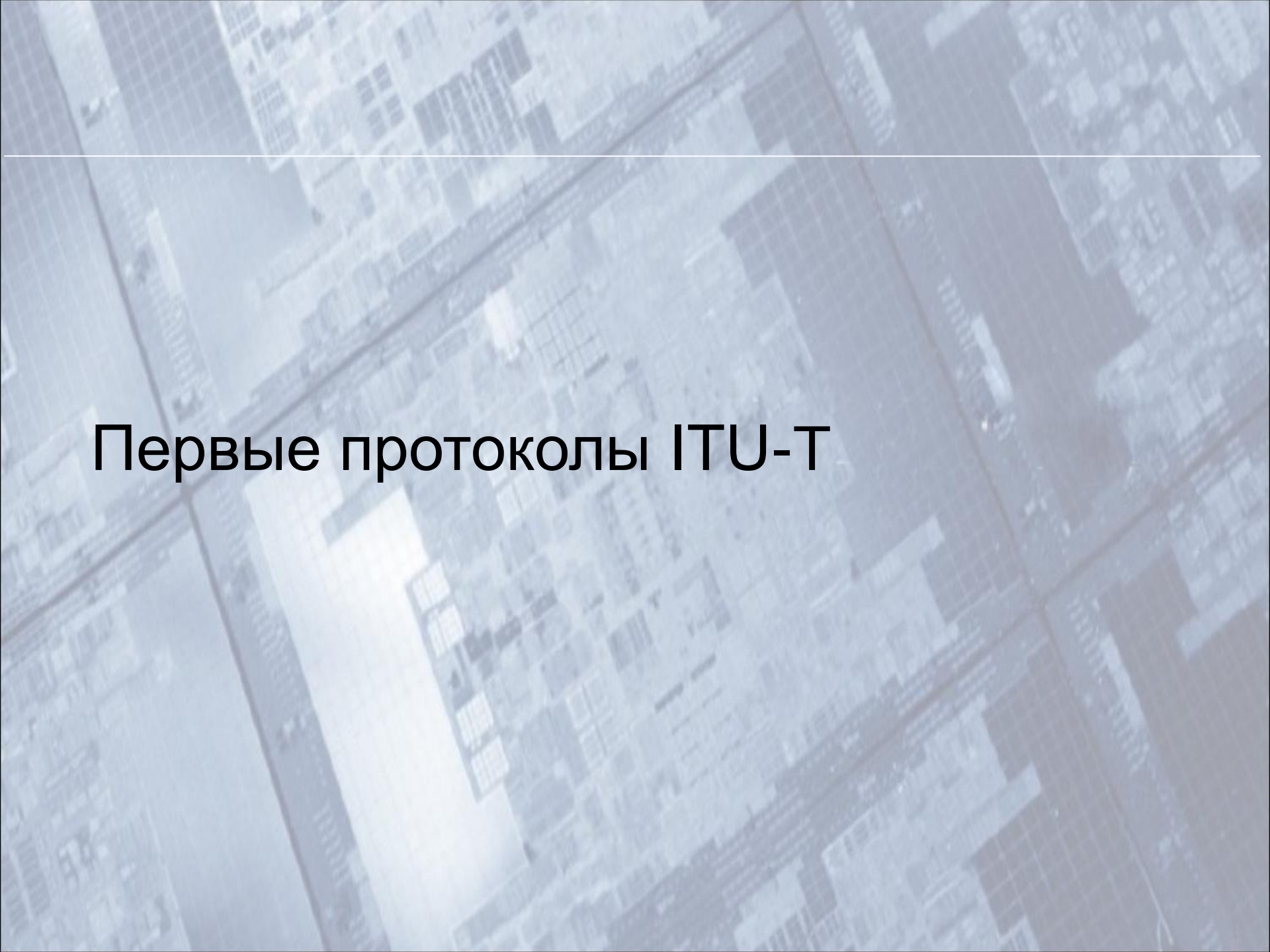




```
msc {
  UAS1, UAC;
```

```
UAS1->UAC [label="INVITE"];
UAS1<-UAC [label="100 Trying"];
UAS1<-UAC [label="180 Ringing"];
--- [label="the client plays ringing"];
UAS1<-UAC [label="200 Ok"];
UAS1->UAC [label="ACK"];
...;
--- [label="the client hangs up"];
UAS1<-UAC [label="BYE"];
UAS1<-UAC [label="200 Ok"];
}
```

An aerial photograph of a city grid, showing a dense pattern of streets and buildings. The image is tilted at an angle, giving it a dynamic feel. The colors are muted, with various shades of blue, grey, and brown. A prominent diagonal road cuts through the grid. The text "Первые протоколы ITU-T" is overlaid on the image in a black, sans-serif font.

Первые протоколы ITU-T

Первые протоколы ITU-T

9 систем сигнализации ITU-T:

Системы сигнализации МККТТ №1-МККТТ №7, R1 и R2

(м/н консультативный комитет по телефонии и телеграфии)

Система №1 (1934 г, Будапешт, X ассамблея ITU-T)

- для м/н каналов с ручным способом установления соединений.

Линейные сигналы на частоте 500 Гц, в виде импульсов с частотой прерывания 20 Гц. Данная система является системой прямой посылки вызова, в которой сигналы занятия и освобождения передаются в виде импульсов 500/20 Гц.

Система №2 (1938 г, Осло, Белая книга)

- для поддержки полуавтоматической связи по двухпроводным линиям с использованием сигналов частотами 600 и 750 Гц.

Система №3 (разработка 1946 - 1949 гг., испытания 1949 - 1954 гг., стандарт в 1954 г., 1960г, Нью-Дели, Красная книга, Q.76-79) – одночастотная система сигнализации (SS№3).

Первые протоколы ITU-T

9 систем сигнализации ITU-T:

Системы сигнализации МККТТ №1-МККТТ №7, R1 и R2

(м/н консультативный комитет по телефонии и телеграфии)

Система №4 (1973 г, Женева, Зеленая книга, Q.120-Q.136)– двухчастотная система сигнализации. Для линейной и регистровой сигнализации используются одни и те же частоты разговорного спектра (внутриполосные) $f_1=2040$ Гц и $f_2=2400$ Гц. **С 1954 года начинает широко использоваться в Европе.**

Система №5 (появление 1964 г., 1973 г, Женева, Зеленая книга, Q.140-Q.164)

- для межконтинентальной связи. Система использует шесть частот, разделенных интервалом 200 Гц, в полосе от 700 до 1700 Гц.

Регистровые сигналы передаются импульсами двухчастотных комбинаций. Один импульс соответствует одной цифре, а между импульсами передается пауза.

Эти характеристики практически совпадают с введенной несколько позже в нашей сети многочастотной сигнализацией в коде «2 из 6» .

Первые протоколы ITU-T

9 систем сигнализации ITU-T:

Системы сигнализации МККТТ №1-МККТТ №7, R1 и R2

(м/н консультативный комитет по телефонии и телеграфии)

Система сигнализации R1 (?г, стандартизован 1988г, Женева, Синяя книга, Q.310-Q.332).

-является модификацией европейской системы №5 для использования в сетях ТФОП Северной Америки.

- Включает линейную (аналоговую и цифровую) и многочастотную регистровую сигнализацию кодом «2 из 6»

-использует многочастотную регистровую сигнализацию кодом «2 из 6» и внутриполосную линейную сигнализацию. Частоты полосе от 700 до 1700 Гц через 200 Гц, совпадают с системой сигнализации №5.

R1 является системой с эстафетной передачей сигналов и обладает более высокой скоростью передачи сигнальной информации, чем система R2, однако информационные возможности у R1 несколько ниже, так как каждая комбинация частот имеет только одно значение.

Первый региональный стандарт ITU-T (Северная Америка — первый регион). Применялся в США и Японии.

Мог использоваться поверх цифрового тракта T1 (G.704).

Первые протоколы ITU-T

9 систем сигнализации ITU-T:

Системы сигнализации МККТТ №1-МККТТ №7, R1 и R2

(м/н консультативный комитет по телефонии и телеграфии)

Коды линейных сигналов системы R1 (аналоговой)

По аналоговым каналам передается непрерывный сигнал с частотой 2600 ± 5 Гц в обоих направлениях.

Состояние линии	Состояние сигнализации			
	Сигнал в прямом направлении	Сигнал в обратном направлении	Направление	
Контроль исходного состояния	1	1	<->	
Занятие	0	1	->	
Задержка набора номера	0	1	<-	
Начало набора номера	0	70-130мс	->	
Посылка вызова в прямом направлении	65-135 мс		->	
Ответ	0		<-	
Отбой вызванного абонента	0	1	<-	
Разъединение	1	0 или 1	->	

Первые протоколы ITU-T

9 систем сигнализации ITU-T:

Системы сигнализации МККТТ №1-МККТТ №7, R1 и R2

(м/н консультативный комитет по телефонии и телеграфии)

Цифровой вариант системы R1 предназначен для использования в цифровом тракте 1544 кбит/с (система ИКМ-24, рекомендация G.733).

Линейная сигнализация осуществляется по 2ВСК.

Коды линейных сигналов системы R1 (цифровой)

Состояние липни	Код временного интервала			
	Прямое направление		Обратное направление	
	А	В	А	В
Контроль исходного состояния	0	0	0	0
Занятие	1	1	0	0
Подтверждение занятия	1	0	1	1
Ответ	1	0	1	1
Отбой	1	0	0	0
Разъединение	0	0	0или 1	0или 1
Подтверждение разъединения	0	0	0	0

Первые протоколы ITU-T

9 систем сигнализации ITU-T:

Системы сигнализации МККТТ №1-МККТТ №7, R1 и R2

(м/н консультативный комитет по телефонии и телеграфии)

Система сигнализации R2 (1962г, Берн. Стандартизован 1988г, Синяя книга, Q.400-490).

- для национальных и международных соединительных линий.

Линейная сигнализация R2 существует в двух разных модификациях:

1) аналоговая версия линейной сигнализации R2

- линейные сигналы как тональные сигналы вне полосы разговорных частот (в системах уплотнения с частотным разделением каналов на частоте 3825 Гц).

2) цифровая R2D.

- линейные сигналы как ВСК цифрового тракта ИКМ30 (G.732) и E1 (G.704).

В коде «2 из 6»: 1140, 1020, 900, 780, 660, 540 Гц в одну сторону и

1380, 1500, 1620, 1740, 1860, 1980 Гц в другую сторону

Второй региональный стандарт ITU-T (Европа (и Ю.Америка) — второй регион). Изначальное название «система MFC Берн». В последствии стала глобальной на планете.

Первые протоколы ITU-T

9 систем сигнализации ITU-T:

Системы сигнализации МККТТ №1-МККТТ №7, R1 и R2

(м/н консультативный комитет по телефонии и телеграфии)

Частота	Используется в коде R2	Используется в коде №5 и R1
540	+	
660	+	
700		+
780	+	
900	+	+
1020	+	
1100		+
1140	+	
1300		+
1380	+	
1500	+	+
1620	+	
1700		+
1740	+	
1860	+	
1980	+	

Первые протоколы ITU-T

9 систем сигнализации ITU-T:

Системы сигнализации МККТТ №1-МККТТ №7, R1 и R2

(м/н консультативный комитет по телефонии и телеграфии)

Тип сигнализации	Линейный сигнал, Гц	Регистровый сигнал	Характеристика	Применение	Дата стандартизации
№ 1	500/20	-	Для ручного режима	На коротких линиях	1934
№ 2	600/750	Набор номера одной частотой $f=750$ Гц	Для полуавтоматики	На национальных сетях	1938
№3	2280	Двоичный код частоты 2280 Гц	Однонаправленная работа для автоматики и полуавтоматики	В Европе	1954
№4	2040/ 2400	Двоичный код $f=2040/2400$ Гц	Однонаправленная работа для автоматики и полуавтоматики, возможность передачи от точки к точке, возможность тандема для трех секций, невозможность TASI линии	В Западной Европе и Средиземноморье	1954
№5	2400/ 2600	MF (комбинация двух частот из 6 частот 700-1700 Гц)	Двунаправленная работа для автоматики и полуавтоматики, возможность TASI линии	На международных сетях	1964
R1	2600	Аналогично №5	Двунаправленная работа для автоматики и полуавтоматики	В Северной Америке	1968
R2	3825	MF (прямое: 6 частот от 1380 до 1980 Гц; обратное: от 540 до 1140 Гц)	Модернизированный тип многочастотной сигнализации (MFC) для автоматики и полуавтоматики, однонаправленная работа (аналог), двунаправленная работа (цифра)	В Европе, Юго-Восточной Азии, Пакистане	1968

Первые протоколы ITU-T

9 систем сигнализации ITU-T:

Системы сигнализации МККТТ №1-МККТТ №7, R1 и R2

(м/н консультативный комитет по телефонии и телеграфии)

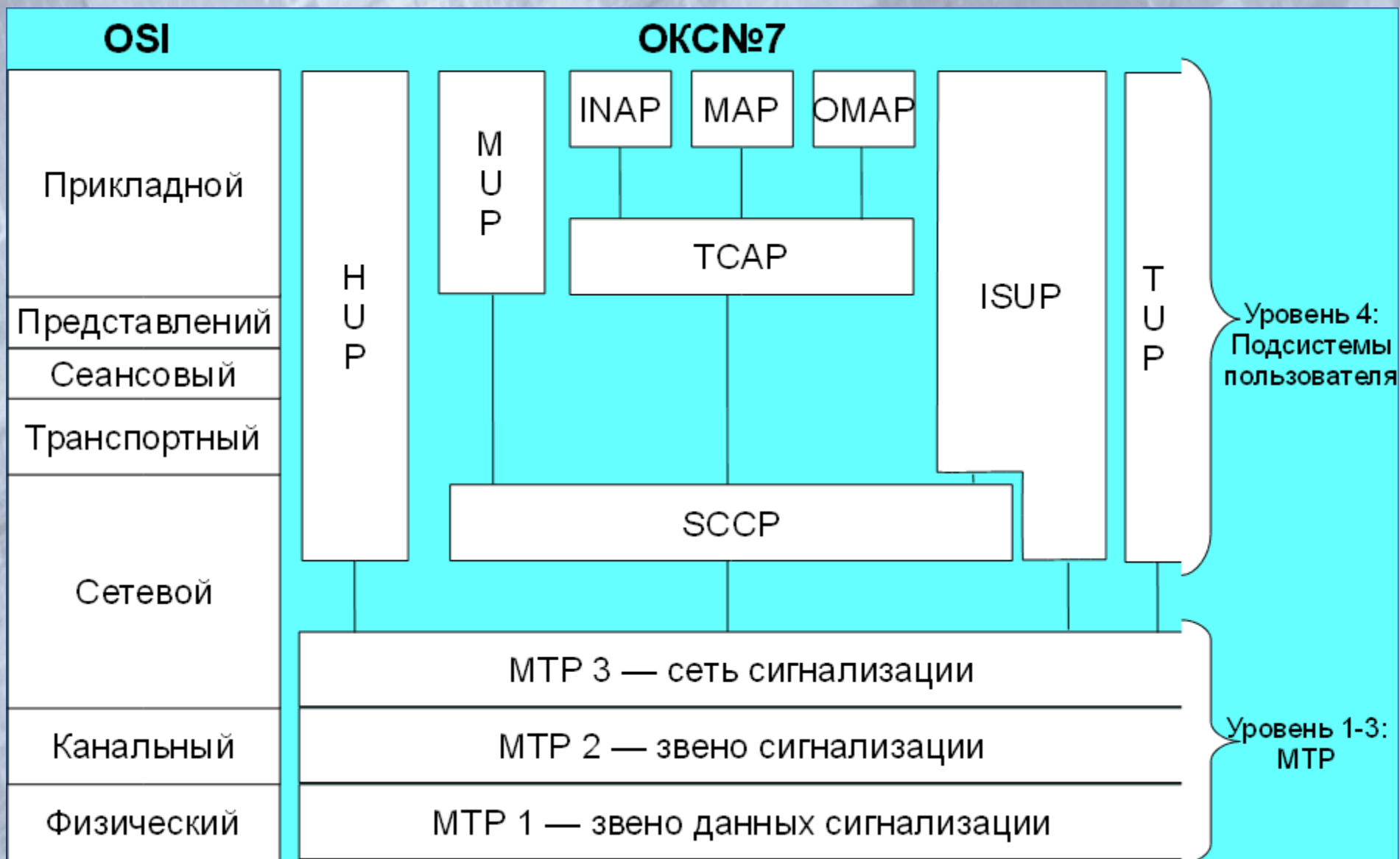
Система №6 (появилась в 1972г, распространилась в 1976-77 гг., стандартизирована в 1988г, Синяя книга, Q.251-Q.300)

- применяла 28 битный сигнал для канала 2,4 кбит/с.

Система №7 (1980 г., Женева, Желтая книга, Q.7xx)

- заменила Системы №6 и №5, а так же R1 и R2.

Первые протоколы ITU-T



Первые протоколы ITU-T

9 систем сигнализации ITU-T:

Системы сигнализации МККТТ №1-МККТТ №7, R1 и R2

(м/н консультативный комитет по телефонии и телеграфии)

1980 Желтая книга MTP2, MTP3, TUP.

1984 Красная книга дополнены MTP2, MTP3, TUP. Добавлены SCCP и ISUP.

1988 Синяя книга дополнены MTP2, MTP3, TUP, ISUP, и добавлен TCAP.

1992 Q.767 Первая публикация международной ISUP

1993, 1996, 1997, 1999. Белая книга и ее дополнения: ISUP (в 1996г - MTP3).

An aerial photograph of a city grid, likely New York City, showing a dense pattern of streets and buildings. The image has a blue tint and a white horizontal line across the top. The text "Протокол R1.5" is overlaid on the left side.

Протокол R1.5

Протокол R1.5

Поскольку реализация протокола R2 представлялась слишком дорогостоящей, были выбраны частоты, рекомендованные ITU-T для R1 и системы № 5, при логике, более близкой к R2.

Получился:
"многочастотный импульсный челнок" - официальным и R1.5 - народным оказался несовместим с "родителями".

Протокол R1.5

Идея протокола R1.5 (протокола многочастотной сигнализации методом «импульсный челнок») следующая. Каждый сигнал является комбинацией частот кода «2 из 6» с постоянным весом. Количество сигналов в каждом направлении определяется числом сочетаний из 6 различных частот по 2, что вычисляется по следующей формуле (при $m=6$, $n=2$):

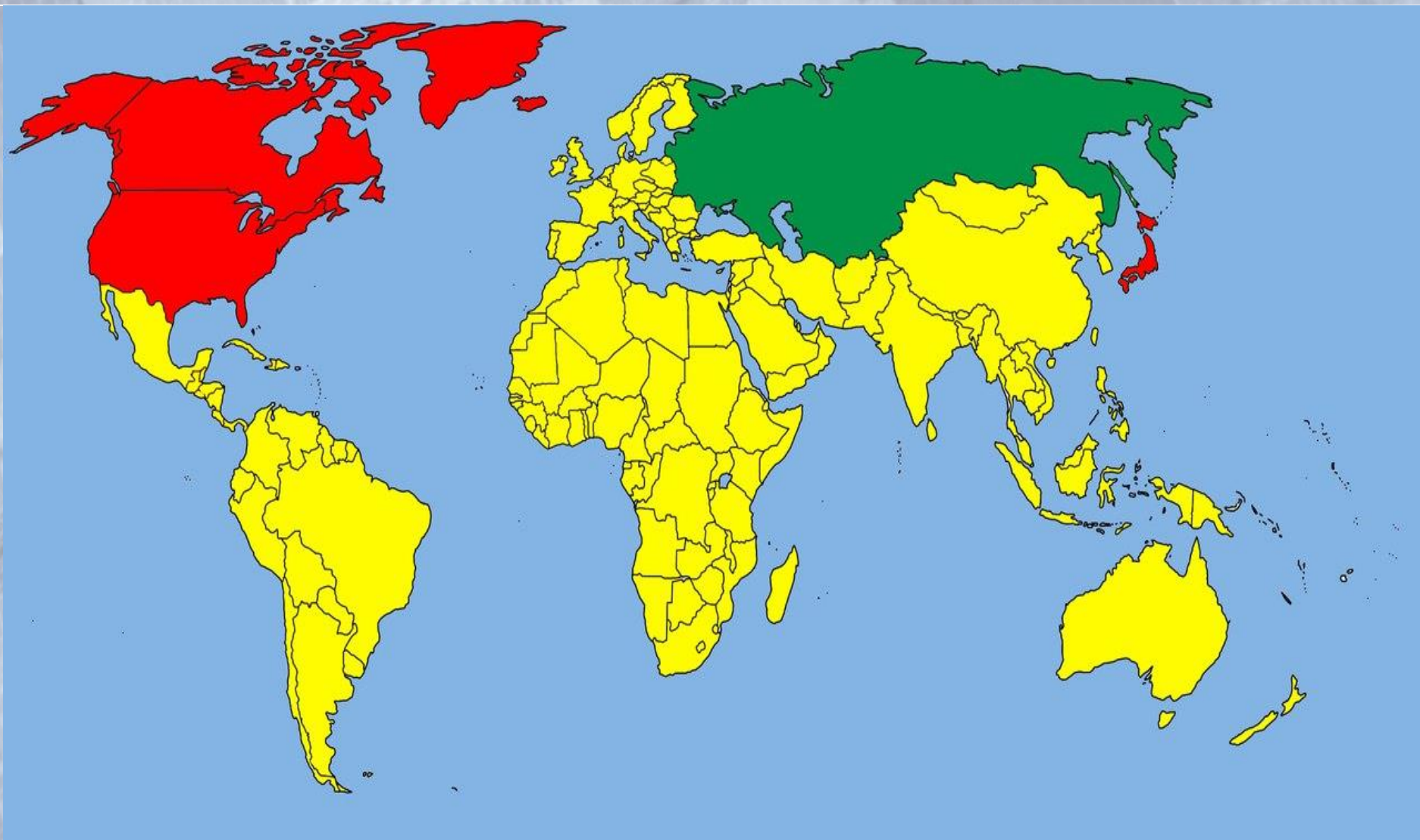
$$C_m^n = \frac{m!}{n!(m-n)!} = 15.$$

Таким образом, всего имеется 15 комбинаций. В состав каждого сигнала входят две из шести следующих частот:

$f_0 = 700 \text{ Гц};$	$f_1 = 900 \text{ Гц};$	$f_2 = 1100 \text{ Гц};$
$f_4 = 1300 \text{ Гц};$	$f_7 = 1500 \text{ Гц};$	$f_{11} = 1700 \text{ Гц}.$

Длительность сигнала составляет 45 ± 5 мс.

Протокол R1.5 - зеленым (красным R1, желтым R2)



Протокол R1.5

Система сигнализации I поколения (R1.5)

Акустические сигналы

Название	f, Гц	Имп, с	Пауза, с
Занято	425	0,3	0,3
Местный	25	1	4

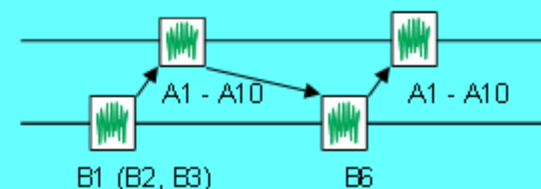
Линейные сигналы



Регистровые сигналы



Начало	Категория	7-я цифра	6-я цифра		2-я цифра	1-я цифра	Начало	Категория	7-я цифра	6-я цифра
--------	-----------	-----------	-----------	------	-----------	-----------	--------	-----------	-----------	-----------



Протокол R1.5

Частоты, используемые в коде «2 из 6»

Номер частоты	Частота, Гц
f_0	700
f_1	900
f_2	1100
f_4	1300
f_7	1500
f_{11}	1700

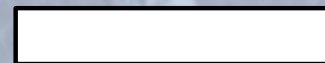
Частотный код «2 из 6»

№ комби- нации	Частот- ный состав	Передаваемая информация	
		Прямое направление А	Обратное направление В
1	f_0, f_1	Цифра 1	Запрос передать первую цифру номера многочастотным кодом
2	f_0, f_2	Цифра 2	Запрос передать следующую цифру многочастотным кодом
3	f_1, f_2	Цифра 3	Запрос передать предыдущую цифру многочастотным кодом
4	f_0, f_4	Цифра 4	Вызываемый абонент свободен
5	f_1, f_4	Цифра 5	Вызываемый абонент занят
6	f_2, f_4	Цифра 6	Запрос предыдущей цифры, принятой с ошибкой (запрос повторения)
7	f_0, f_7	Цифра 7	Абонент недоступен (заняты все соединительные пути)
8	f_1, f_7	Цифра 8	Запрос передать весь номер декадным кодом
9	f_2, f_7	Цифра 9	Запрос передать оставшиеся цифры номера декадным кодом
10	f_4, f_7	Цифра 0	Запрос передать декадным кодом все цифры номера, начиная с предыдущей
11	f_0, f_{11}	Резерв	Запрос передать сведения о категории междугородного вызова (полуавтоматика или автоматика) от АМТС
12	f_1, f_{11}	Подтверждение приема сигналов обратного направления 4, 5, 8, 9, 10	Резерв
13	f_2, f_{11}	Запрос передать повторно сигнал, принятый с ошибкой	Резерв
14	f_4, f_{11}	Автоматическое междугородное соединение	Резерв
15	f_7, f_{11}	Полуавтоматическое междугородное соединение	Отсутствие информации

Сигнал	Примечание
<i>Для исходящих соединений (СЛ, ЗСЛ)</i>	
В прямом направлении	
ЗАНЯТИЕ	-
ОТБОЙ А (отбой вызывающего абонента)	Используется только на сетях с двусторонней системой отбоя
РАЗЪЕДИНЕНИЕ	Может передаваться на любом этапе соединения
В обратном направлении	
КОНТРОЛЬ ИСХОДНОГО СОСТОЯНИЯ	Обязательный сигнал, передается после завершения обслуживания вызова и до следующего вызова
ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ЗАНЯТИЯ	-
ОТВЕТ (запрос АОН)	Обеспечивается возможность многократной передачи сигналов «Запрос АОН» и «Снятие запроса АОН»
СНЯТИЕ ОТВЕТА (снятие запроса АОН)	Возвращение линии в предответное состояние
ОТБОЙ Б (отбой вызываемого абонента)	-
Б ЗАНЯТ (занятость абонентской линии, соединительных путей и др.)	От некоторых АТС с ограниченными возможностями передачи линейных сигналов извещения «Отбой Б» и «Б занят» могут передаваться только акустическим сигналом «Занято»
БЛОКИРОВКА	-
<i>Для входящих междугородных и зонавых соединений от АМТС по СЛМ</i>	
В прямом направлении	
ЗАНЯТИЕ	-
ПОСЫЛКА ВЫЗОВА	-
РАЗЪЕДИНЕНИЕ	Передается на любом этапе соединения
В обратном направлении	
КОНТРОЛЬ ИСХОДНОГО СОСТОЯНИЯ	Обязательный сигнал. Передается после завершения обслуживания вызова и до следующего вызова
ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ЗАНЯТИЯ	-
АБОНЕНТ СВОБОДЕН	-
ОТБОЙ Б (отбой вызываемого абонента)	Переход линии в состояние «Абонент свободен»
ОТВЕТ Б	-
Б ЗАНЯТ (занятость абонентской линии или соединительных путей)	При занятости соединительных путей, недоступности абонента и блокировке приборов помимо линейного сигнала «Б ЗАНЯТ» передается акустический сигнал «Занято»
БЛОКИРОВКА	-

Исходящая
станция

Входящая
станция



Занятие

В1 (В2, В3)

А1-А10 (с искажением)

В6

А1-А10 (ранее переданная)

⋮

А1-А10 (последняя цифра)

В4 (искажена)

А13

В4

А12

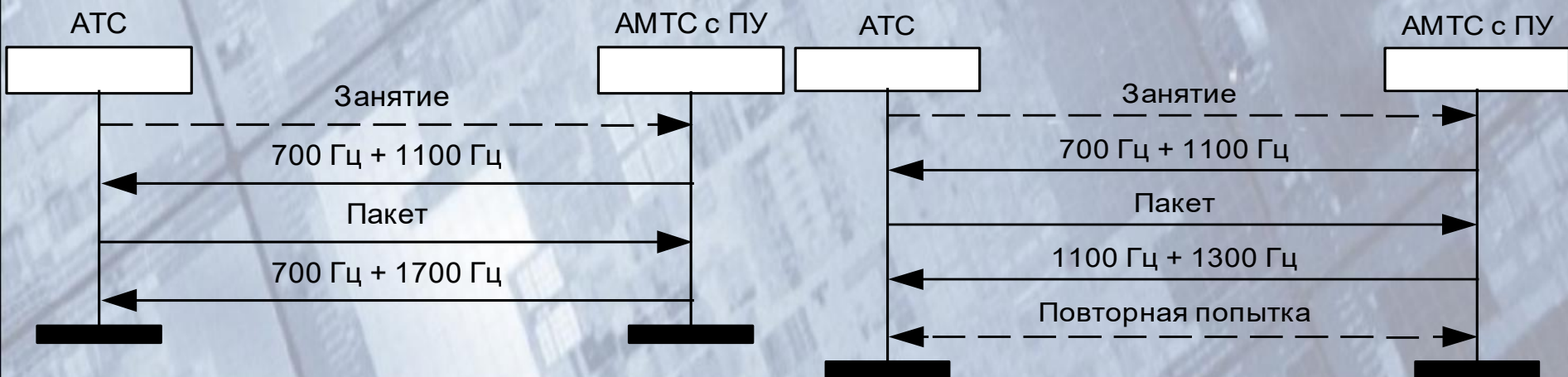
Коммутация



Протокол R1.5: импульсный пакет 2

Многочастотные сигналы, передаваемые методом «импульсный пакет» от АМТС

Частотный сигнал, Гц	Значение	Комментарии
700 + 1100	Запрос передачи информации	Сигнал В2. Длительность 70-100 мс, время распознавания 30 мс
700 + 1700	Пакет принят правильно	Сигнал В11
1100 + 1300	Пакет принят неправильно	Сигнал В6



Состав импульсного пакета, передаваемого к АМТС

Тип вызова	Формат пакета
Междугородный	ABC abc xxxx Ka def xxxx «Кн» (19 цифр)
Зоновый	«2» abc xxxx Ka def xxxx «Кн» (17 цифр)
Международный	«1» «0» x...x Ka def xxxx «Кн» (19-26 цифр)

Используемая литература:

1. Гольдштейн Б.С. **Сигнализация в сетях связи**. СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
2. Гольдштейн Б.С., Соколов Н.А., Яновский Г.Г. **Сети связи**. СПб.: БХВ-Петербург, 2010.
3. Б.С. Гольдштейн, Н.Г. Сибирякова. **Системы сигнализации ТфОП**. Методические указания к лабораторным работам.
4. Черенок С.А., Непомнящий В.А. **Анализ и верификация MSC-диаграмм распределенных систем с помощью раскрашенных сетей Петри**.
5. ITU-T Recommendation Z.120 **Message Sequence Chart (MSC)**. April, 2004
6. **Message sequence chart** [Электронный ресурс] Wikipedia.-2016 - Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Message_sequence_chart

Следующая лекция: Протокол EDSS-1.

Выяснить:

- в каком году появился R.1?**
- история возникновения EDSS1?**
- в каком году появилась модель OSI?**



Вопросы?



Ст. преп. каф. Инфокоммуникационных систем, СПбГУТ,

**инж. Научно Образовательного Центра
Инфокоммуникационных технологий и протоколов,**

**Фицов Вадим,
noldi@bonch-ikt.ru**