

Тестирование программного обеспечения

1

Введение

Введение

От сети к узлу – от узла к протоколу – от протокола к ПО

Сети с коммутацией каналов

PSTN Public Switched Telephone Network

POTS Public Old Telephone Services

PLMN Public Land Mobile Network

Протоколы

2bitCAS, R2, R1.5, SS7(MTP, ISUP,SCCP, TCAP, INAP,MAP)

BSSAP, RANAP

Сети с коммутацией пакетов

NGN

PostNGN

Тестирование программного обеспечения

3

Тема №1

Основные телекоммуникационные протоколы в сетях с коммутацией каналов

Общеканальная система сигнализации №7 Signaling System #7 (SS7)

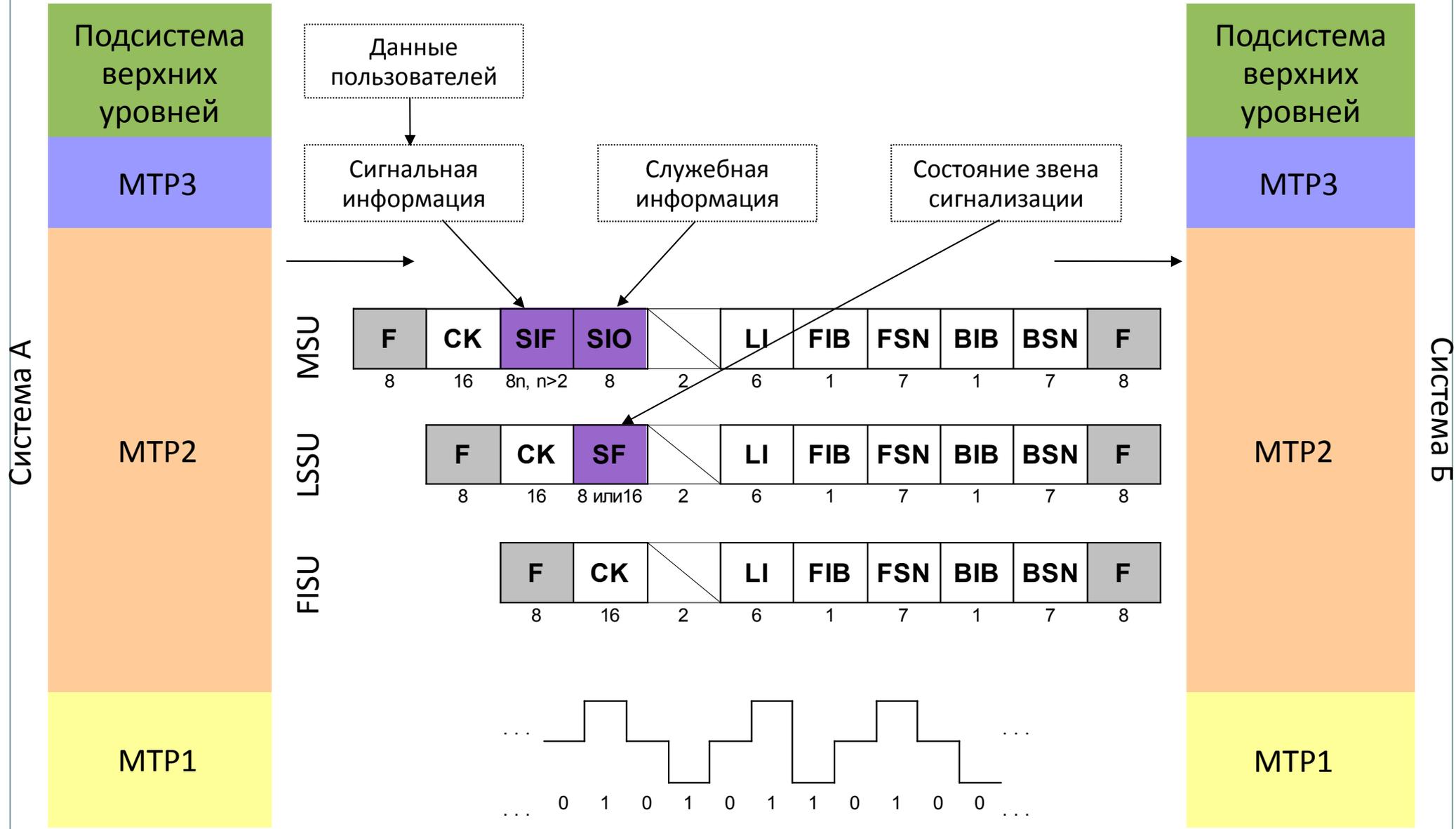
Система ОКС7 используется в ТфОП для передачи сигнальной информации между транзитными коммутационными узлами и оконечными станциями при оказании пользователям основных и дополнительных услуг, для доступа узлов и станций к сетевым базам данных (HLR, VLR, EIR), а также для взаимодействия с пакетными сетями.

Эта система сигнализации является универсальной в том смысле, что она ориентирована на использование в разных сетях: телефонных, интеллектуальных, подвижной связи, передачи данных.

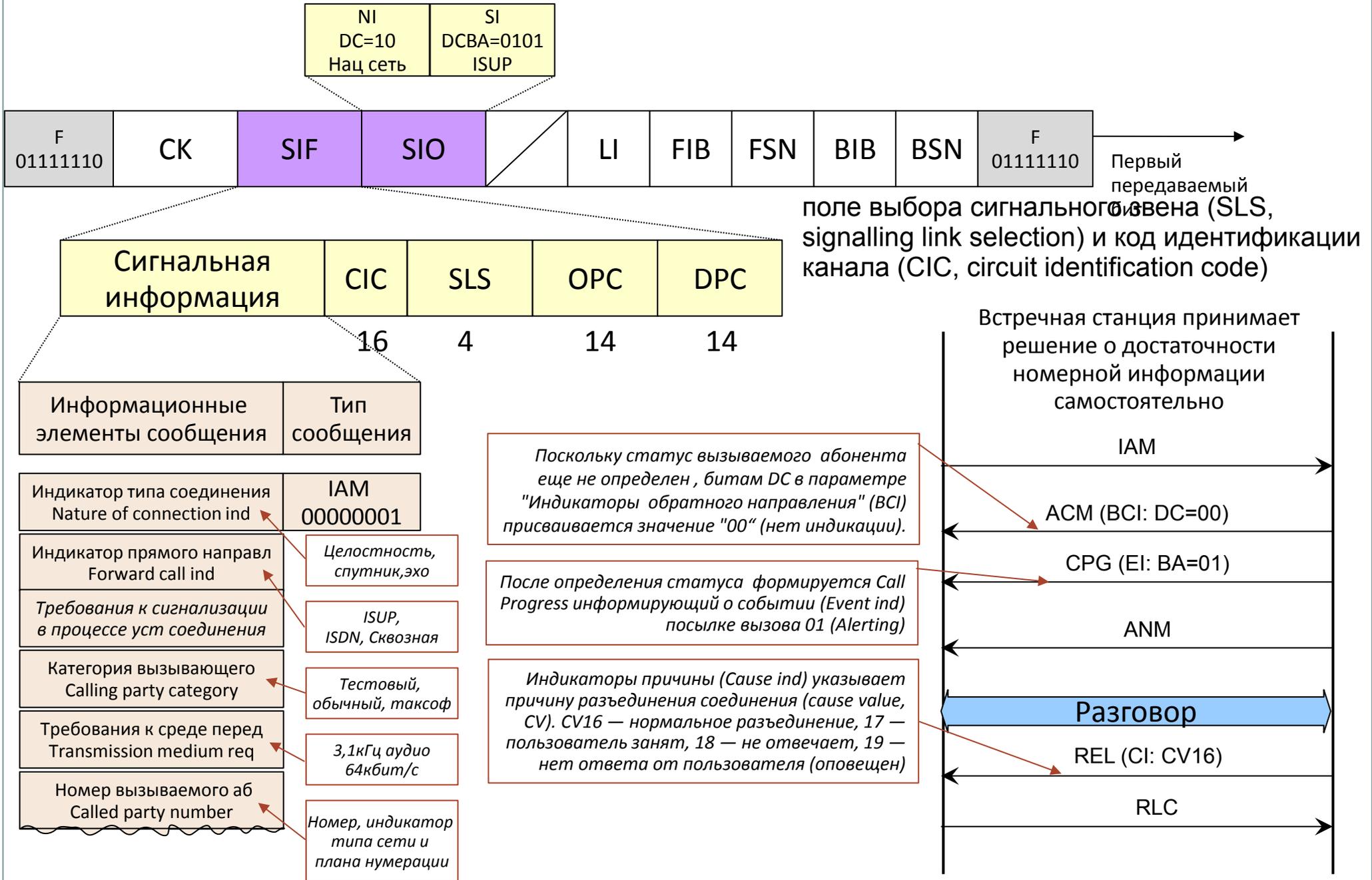
Функциональная архитектура системы является многоуровневой, причем функции нижних уровней, которые вместе обеспечивают перенос сигнальных сообщений от станции-отправителя до станции-получателя, образуют единую платформу, необходимую во всех вариантах использования системы, в то время как функции более высоких уровней в каждом таком варианте специфические и выполняются соответствующими подсистемами - пользователями этой платформы.

Разные прикладные подсистемы, встраиваемые в систему ОКС7 (ISUP, OMAP, INAP, MAP и другие), позволяют решать задачи предоставления основных и дополнительных услуг абоненту, услуг эксплуатационного управления сетью ОКС, обмена сигнальной информацией между узлами управления и узлами коммутации услуг Интеллектуальной сети, обслуживания пользователя в сетях GSM/UMTS и т. п.

SS7. Сигнальные единицы



SS7. Базовый вызов ISUP



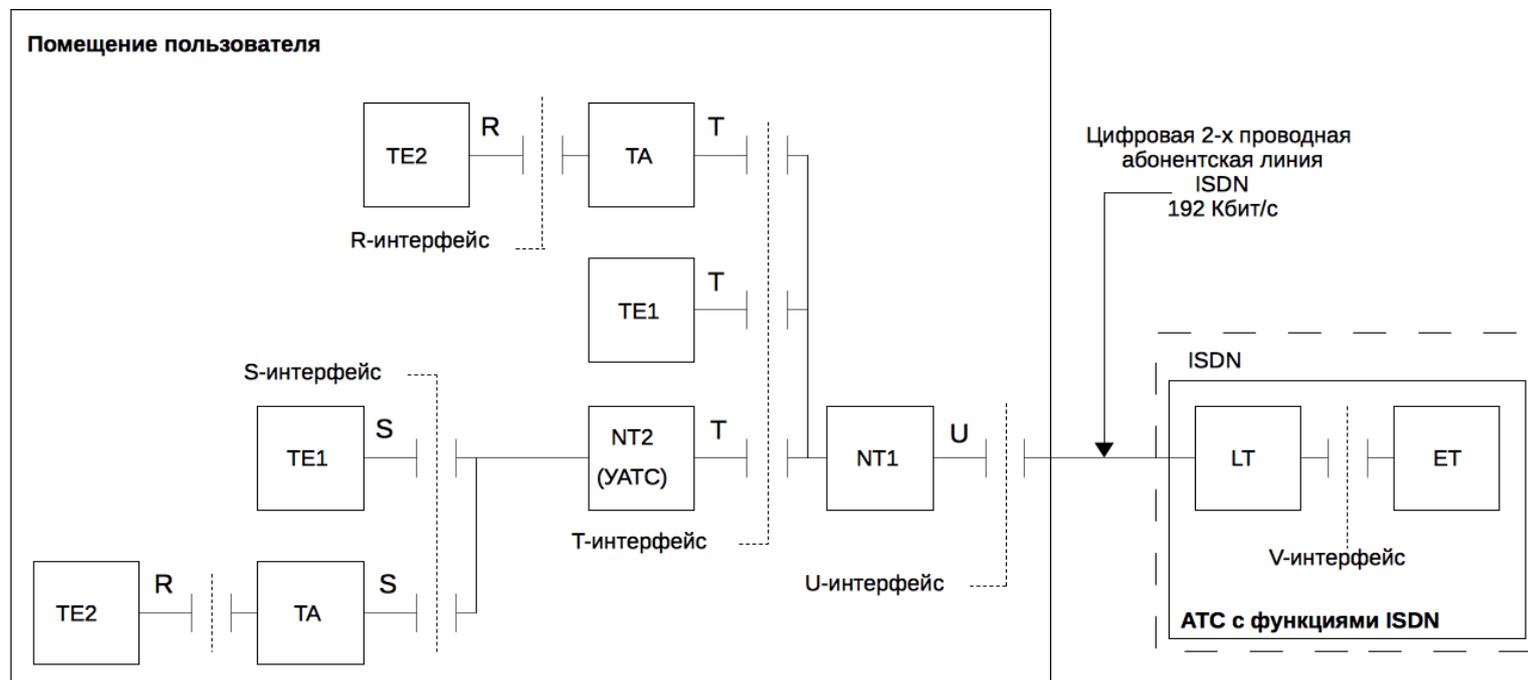
Цифровая абонентская сигнализации №1 Digital Subscriber Signaling 1 (DSS-1)

Разработанный ITU-T протокол цифровой абонентской сигнализации №1 (DSS-1 - Digital Subscriber Signaling 1) между пользователем ISDN и сетью ориентирован на передачу сигнальных сообщений через интерфейс «пользователь-сеть» по D-каналу этого интерфейса.

ITU-T определяет канал D в двух вариантах:

канал 16 Кбит/с базовый доступ BRA 2B+D;

канал 64 Кбит/с первичный доступ PRA 30B+D



TE1 — терминал ISDN

TE2 — несовместимый с ISDN терминал

TA — терминальный адаптер для подключения несовместимых с ISDN терминалов

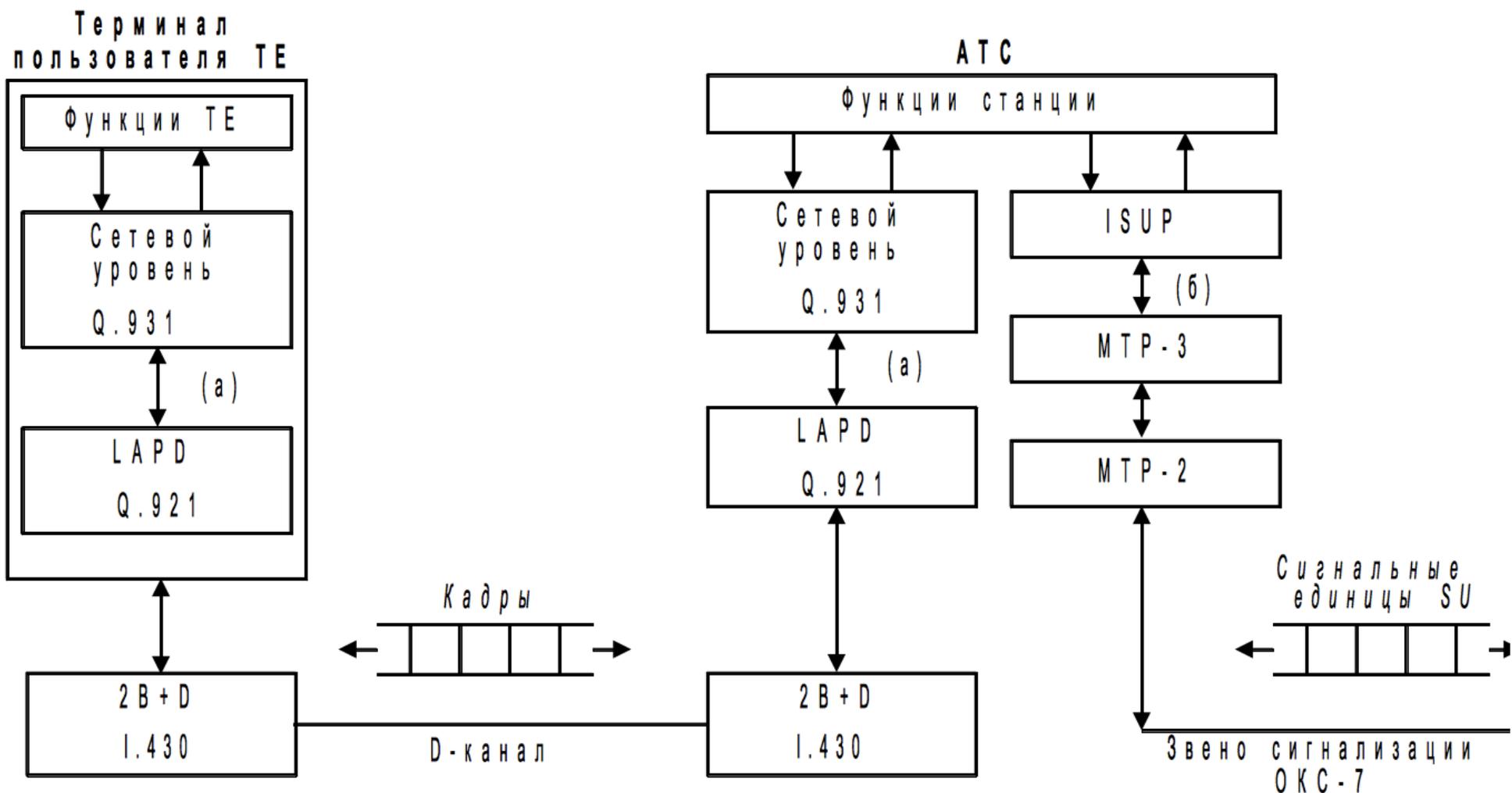
NT1 — сетевое окончание уровня 1

NT2 — сетевое окончание уровней 2,3

LT — линейное окончание

ET — станционное окончание

Функциональные объекты протоколов DSS-1 и ISUP.

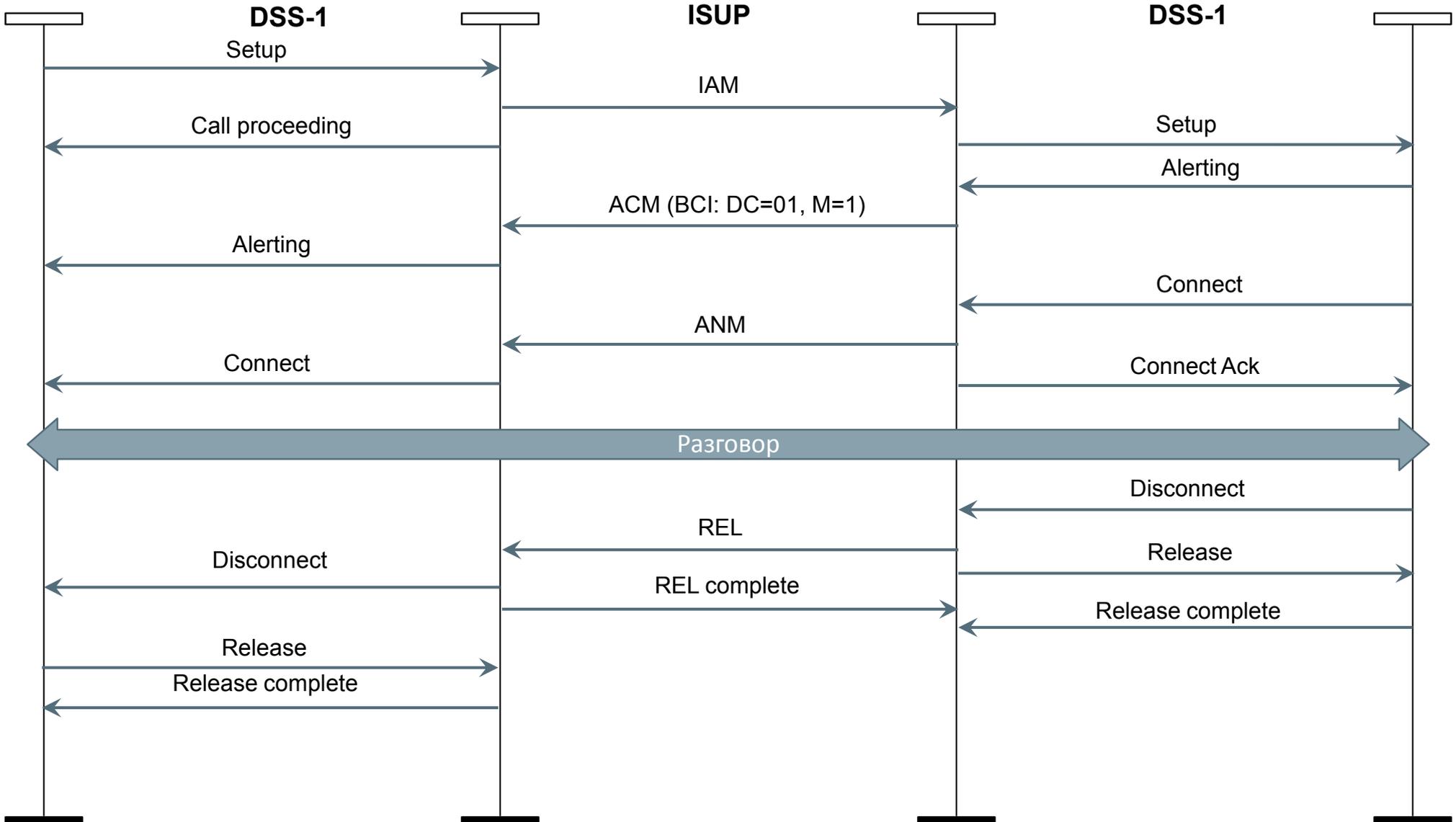


- (а) - примитивы DSS-1
- (б) - примитивы ОКС-7

Базовый вызов ISDN

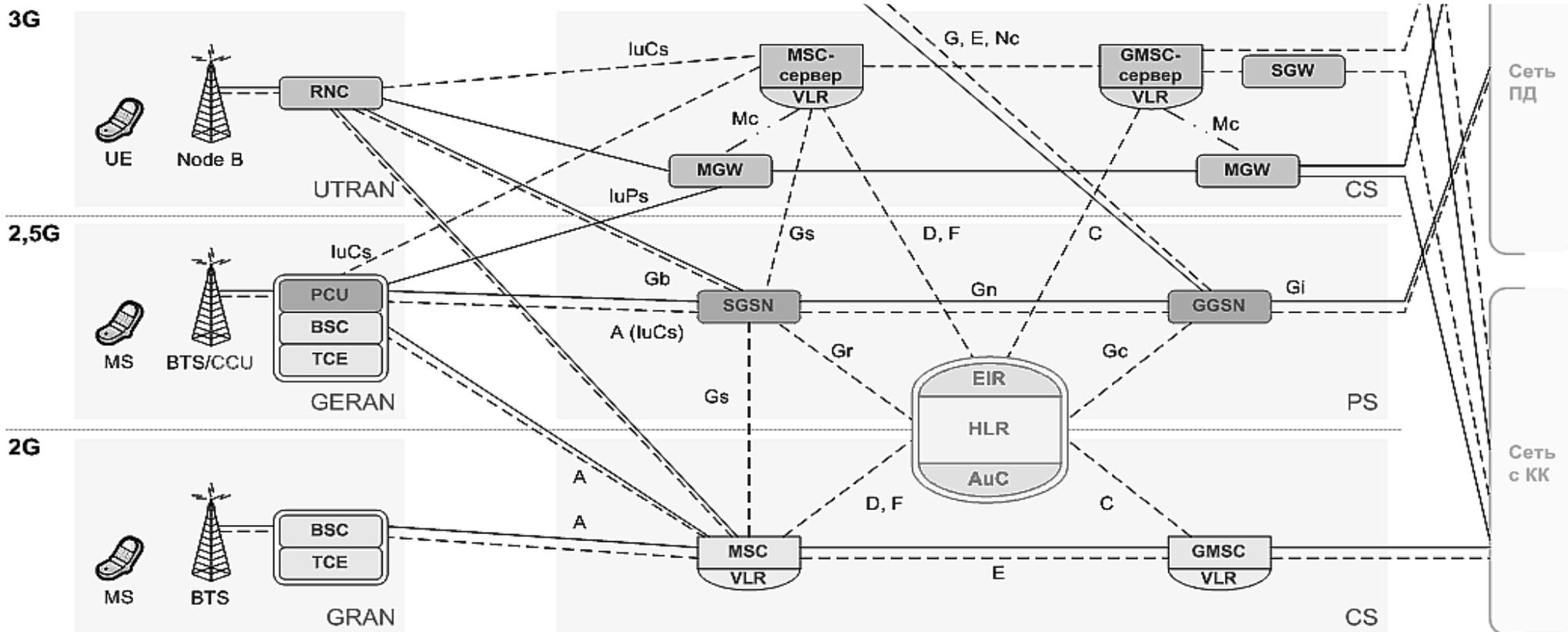
Исходящая станция инициирует сигнальный обмен только после приема всех цифр номера (en block)

Встречная станция принимает решение о достаточности номерной информации только после получения соответствующей индикации со стороны входящего доступа



Базовый вызов – это соединение которое не содержит никаких дополнительных услуг

Мобильные сети второго поколения



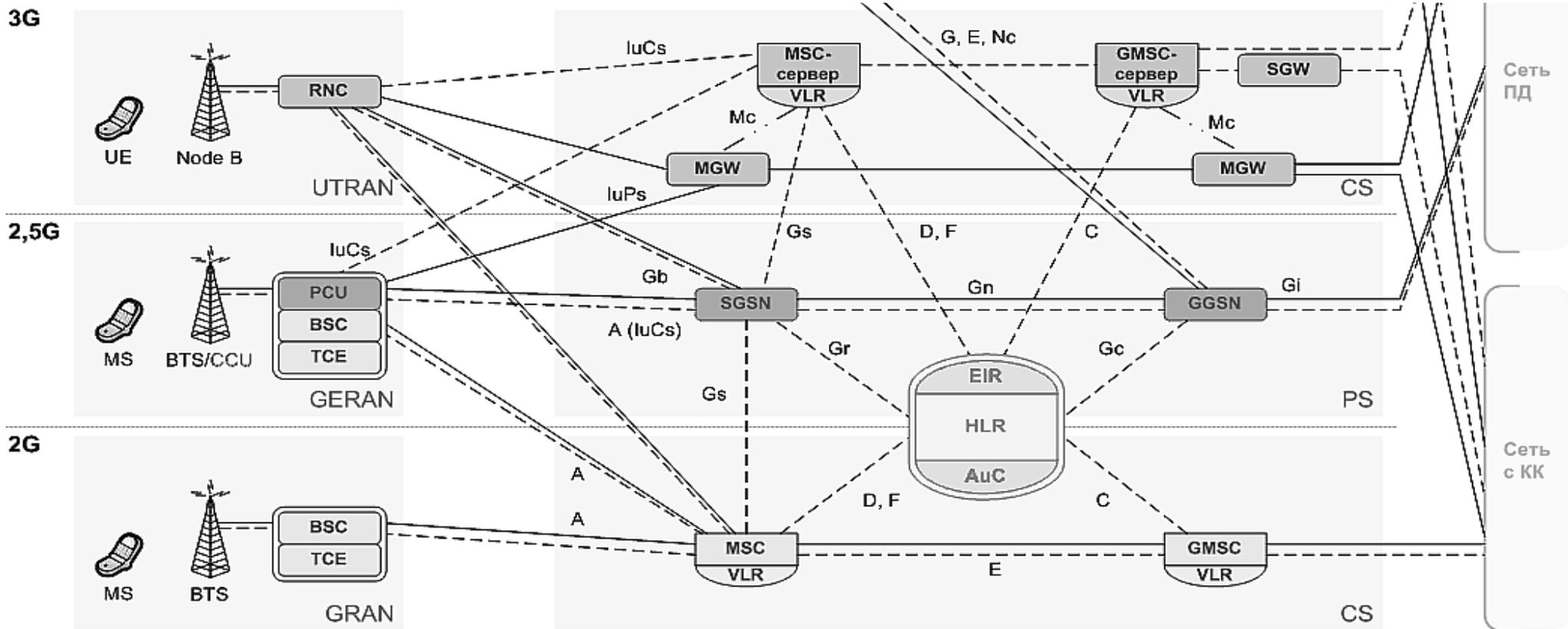
GRAN (GSM Radio Access Network): MS — Mobile Station, BTS — Base Transceiver Station, BSC — Base Station Controller, TCE — TransCodEr

CS (Circuit Switched) домен коммутации каналов: **MSC (Mobile Switching Center)** управление - радиоресурсом BTS, процедурой передачи вызова (хендовером), процедурой регистрации местоположения;

HLR (Home location register) хранилище данных обо всех абонентах оператора — идентификаторы абонента и MS, местоположение MS, подписка владельца MS на базовые услуги, ограничения обслуживания, список разрешенных доп услуг, ключ шифрования; **VLR (Visited Location Register)** хранение и обновление данных об абонентах находящихся в зоне обслуживания MSC (визитные абоненты) к которому приписан данный VLR.

GMSC (Gateway MSC) взаимодействие с внешними сетями, маршрутизация вызова по данным полученным от HLR вызываемого абонента; **AuC (AutentifiCation)** вычисление, хранение и предоставление триплета аутентификации; **EIR (Equipmant Identification Register)** хранение и обновление трех списков идентификаторов MS

Мобильные сети 2,5G



GERAN — GSM EDGE Radio Access Network

PCU — Packet Controller Unit (блок управления пакетами — управляет радиоресурсами для трафика GPRS)

CCU — Channel Codec Unit (блок кодека каналов реализует новые схемы кодирования (CS2-13,4, а CS4-21,4), управление мощностью и процедуры синхронизации)

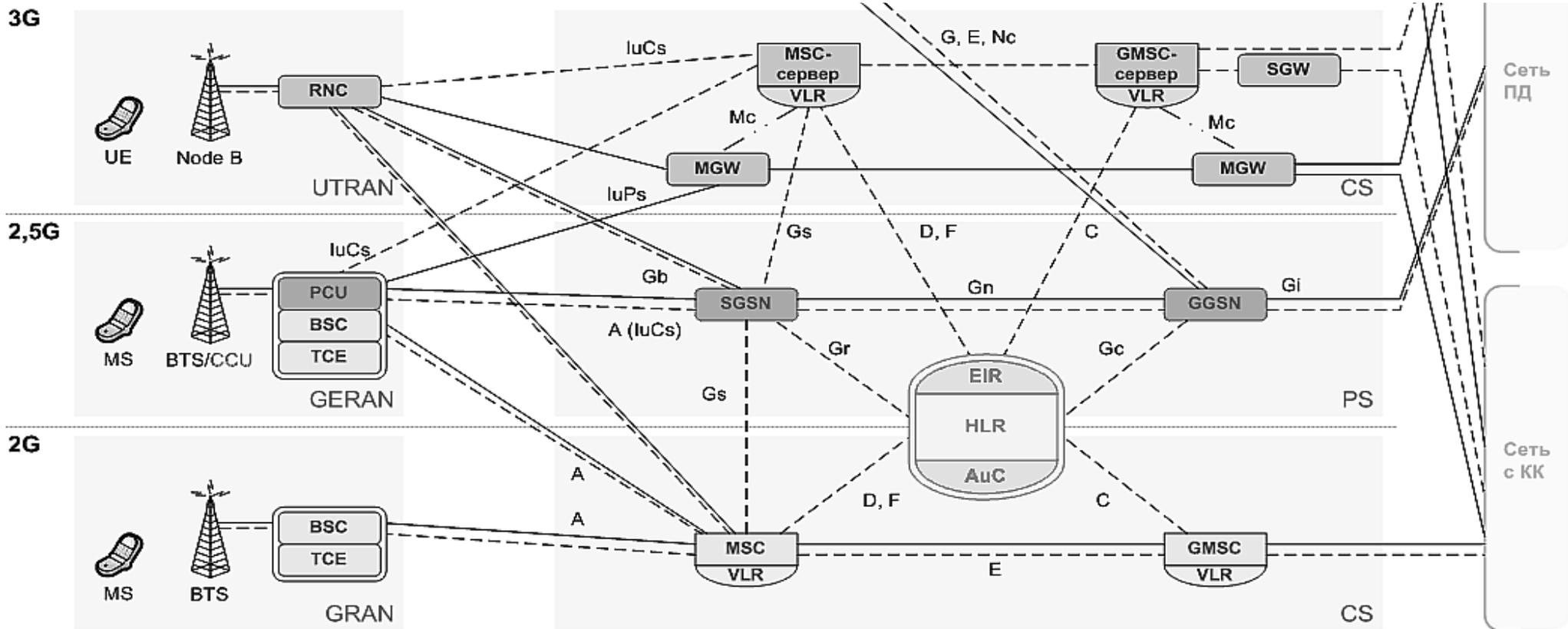
PS — Packet Switched (домен коммутации пакетов)

GPRS — General Packet Radio Service (служба пакетной передачи данных использует свободные каналы (до 8) радиоинтерфейса, отдавая приоритете голосовой связи)

SGSN — Serving GPRS Support Node (узел текущей поддержки пакетной передачи данных)

GGSN — Gateway GPRS Support Node (шлюзовый узел поддержки пакетной передачи данных)

Мобильные сети третьего поколения



UTRAN — UMTS Terrestrial Radio Access Network (универсальная мобильная телекоммуникационная сеть обеспечивает передачу данных от 144кбит/с до 2 Мбит/с в помещении)

UE — User Equipment(3GPPrel99 модернизация радиодоступа) Node B — base station (широкополосный CDMA)

RNC — Radio Network Controller

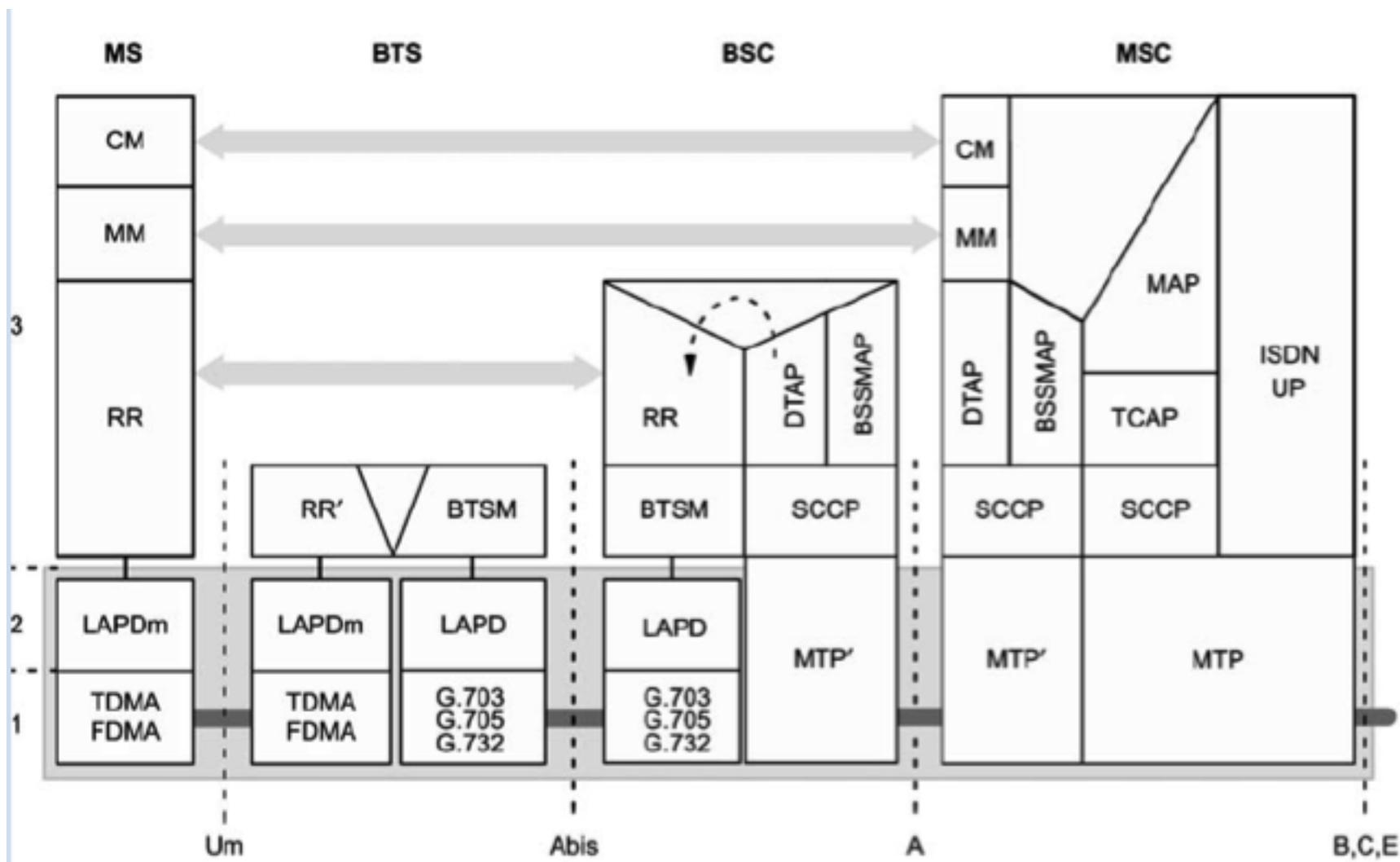
SS — SoftSwitch (3GPPrel4 распределенная коммутация, передача речи и данных осуществляется с использованием IP транспорта)

MSC Server (функции управления шлюзами и взаимодействия с другими серверами)

MGW — Media GateWay (преобразование и коммутация пользовательской информации)

SGW — Signalling GateWay

Прикладной протокол базовых станций Base Station System Application Protocol (BSSAP)



CN Connection Management
 MM Mobility Management
 RR Radio Resource Management

LAPDm Link Protocol адаптированный для Um
 BTSM Base Transceiving Station Management
 BSSMAP Base Station System Management Application Part
 DTAP Direct Transfer Management Part

Тестирование программного обеспечения

14

Тема №2

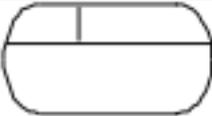
Методология спецификации телекоммуникационные протоколы в сетях с коммутацией каналов

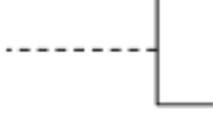
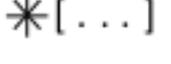
Три составляющих спецификации протокола

Методология спецификации и описания протокола включает

- Текстовое описание протокола
- Язык описаний и спецификаций SDL (рекомендации ITU-T Z.100)
- Описание протоколов сигнализации на языке MSC в виде карт последовательностей сообщений в соответствии с рекомендациями ITU-T Z.120 дает возможность предварительного представления протокола на фазе подготовки SDL-спецификаций

Тестирование соответствия. SDL

SDL/GR	SDL/PR	Значение символов
	STATE NEXTSTATE	Состояние Следующее состояние
	TASK	Задача
	INPUT	Ввод
	OUTPUT	Вывод
	SAVE	Сохранение
	DECISION	Решение
	CALL	Вызов процедуры
	CREATE	Запрос создания процесса

	ALTERNATIVE	Опции
	STOP	Останов
	RETURN	Возврат из процедуры
	START	Старт процесса
	PROCEDURE	Начало процедуры
	COMMENT	<u>Комментарии</u>
 	X: JOIN X	Входной соединитель Выходной соединитель
	*	Все
	*[...]	Все, кроме
	PROVIDED	Непрерывный сигнал

SDL спецификация протокола

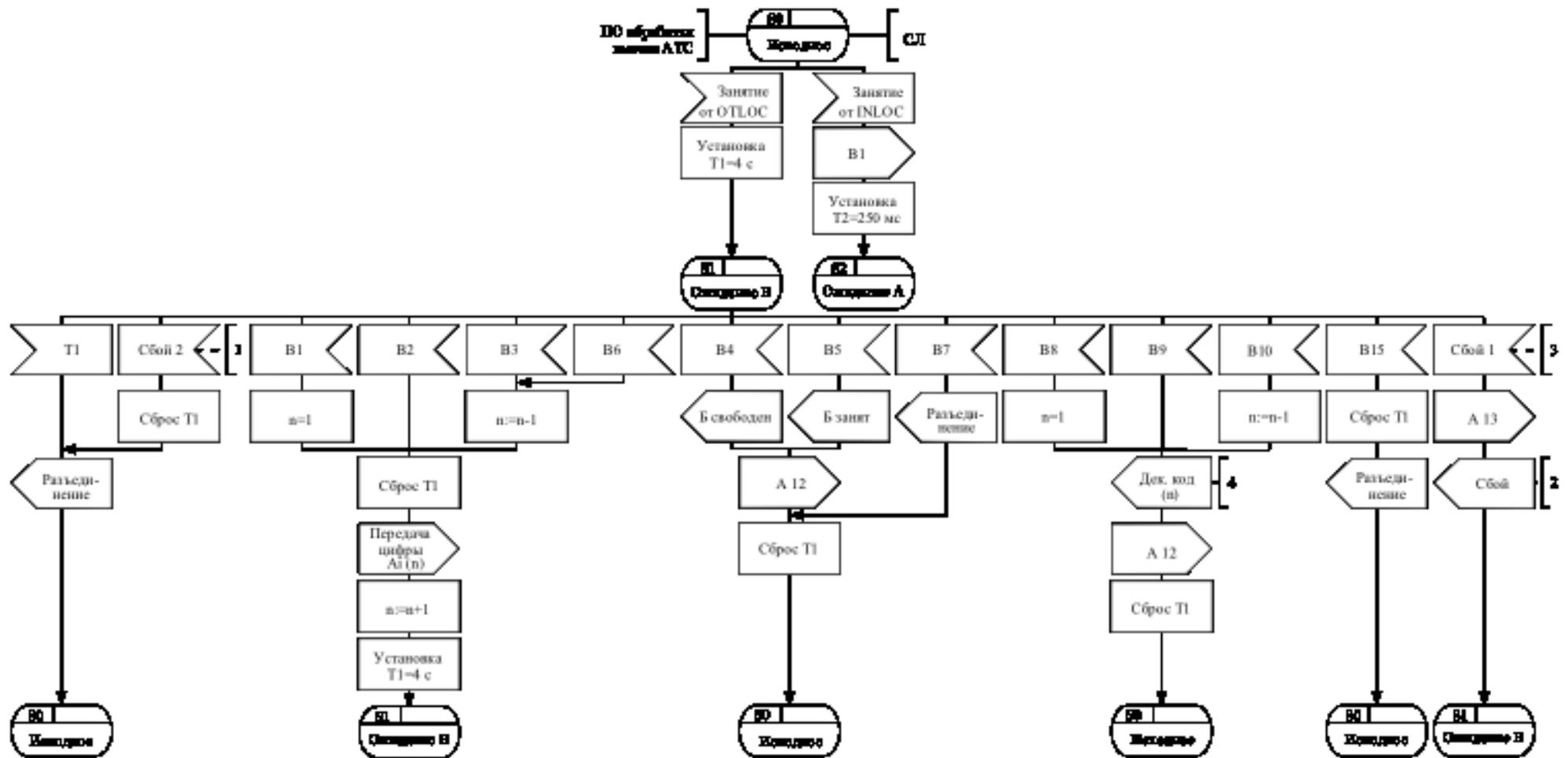
SDL спецификация протокола сигнализации включает следующие шаги:

- определение SDL-системы;
- определение каналов SDL-системы и сигналов, передаваемых по этим каналам;
- разбиение системы на SDL-блоки;
- разбиение SDL-блоков на взаимодействующие процессы;
- определение входящих и исходящих сигналов, состояний SDL-процессов;
- составление SDL-диаграммы процесса.

Пример. SDL-система - ПО АТС. В этом примере каналы и сигналы SDL-системы представляют собой абонентские и соединительные линии и передаваемые по ним сигналы. В состав этой SDL-системы входят следующие SDL-блоки ПО: обработки абонентской сигнализации, обработки сигнализации по СЛ, обработки вызова, технического обслуживания и др.

Блок ПО обработки сигнализации по СЛ может состоять из следующих процессов: INLOC-процесс обработки линейных сигналов при входящем местном вызове, процесс OTLOC-процесс обработки линейных сигналов при исходящем вызове, INTOL-процесс обработки линейных сигналов при входящем междугородном вызове, процесс MFS-процесс обработки многочастотной сигнализации методом «импульсный челнок».

Пример SDL спецификации



1. Сбой 2 -слишком длинный сигнал (более 70 мс)
2. В -телефонизация
3. Сбой 1 -одна или три частоты
4. Переход на десятичный код с цифры n через 400 мс

SDL диаграмма процесса обработки многочастотной сигнализации кодом «2 из 6» методом «импульсный челнок»

Спецификация протокола на языке MSC

Основное назначение MSC (диаграммы последовательности сообщений) - обеспечить языковые средства для спецификации и описания взаимодействия компонент системы и ее окружения с помощью обмена сообщениями. Основное использование MSC – создание сценариев взаимодействия систем реального времени, например, сценариев обмена сигналами между различными процессами системы коммутации или между самими системами коммутации.

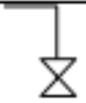
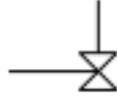
Для каждой системы или компоненты системы, охватываемой MSC, существует ось требований. Взаимодействие между компонентами системы представлено линиями сообщений. Вдоль каждой оси отсчет времени идет сверху вниз.

Описание протоколов сигнализации на языке MSC в виде карт последовательностей сообщений в соответствии с рекомендациями ITU-T Z.120 дает возможность предварительного представления протокола на фазе подготовки SDL-спецификаций.

Для описания протоколов обычно используются следующие элементы языка MSC:

- 1) ось сообщений;
- 2) заголовок требования;
- 3) конец требования;
- 4) сообщение;
- 5) запуск (сброс) тайм-аута и др.

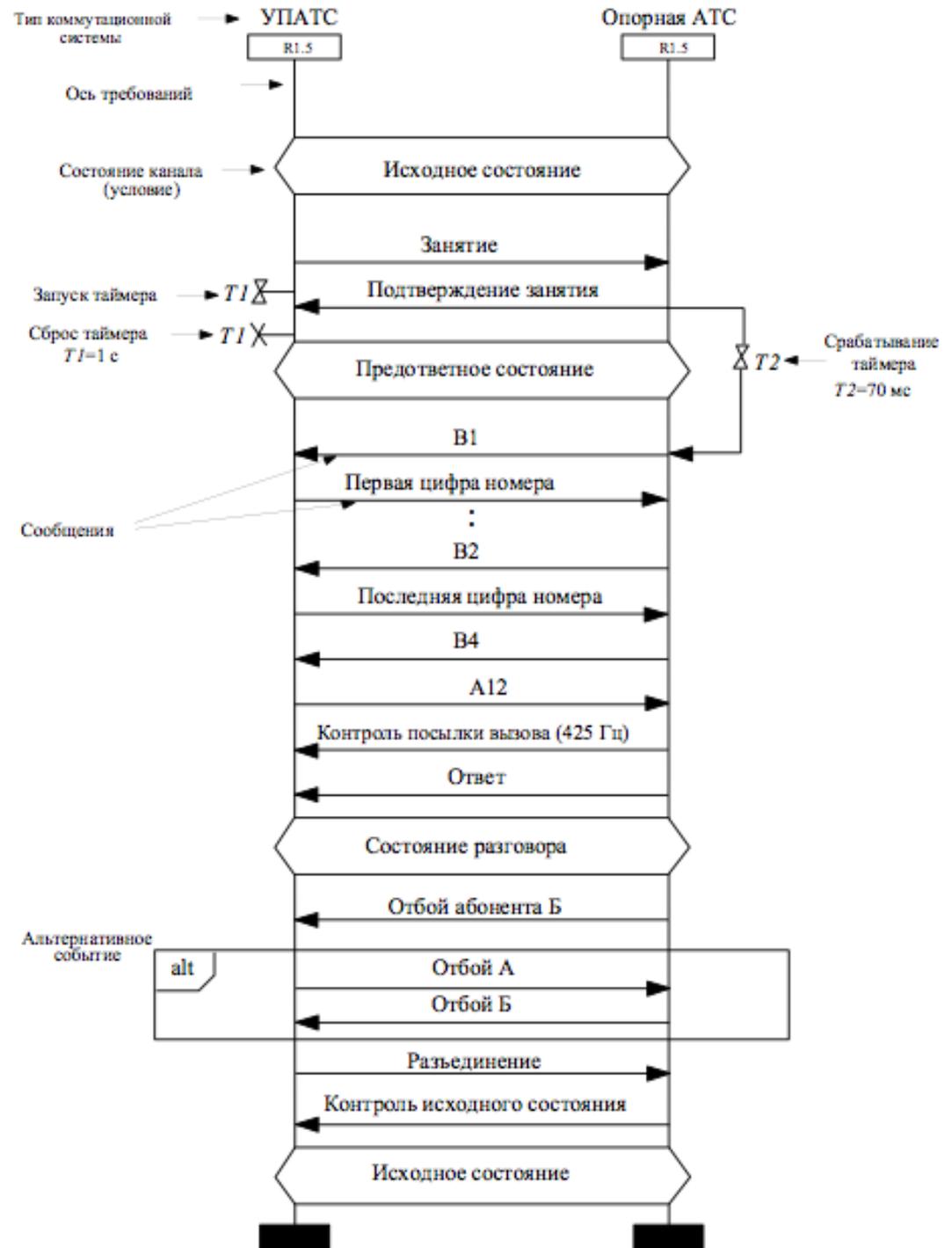
Основные символы, используемые в MSC

Названия	Символ
Комментарий	
Текст	
Цикл	
Заголовок требования	
Основная ось 1	
Конец требования	
Сообщение	
Потеря сообщения	
Сообщение найдено	
Запуск таймера (1 вариант)	
Перезапуск таймера	

Сброс таймера (1 вариант)	
Срабатывание таймера (1 вариант)	
Срабатывание таймера (2 вариант)	
Срабатывание таймера (3 вариант)	
Событие	
Создание	
Остановка	
Включить	
Исключить	
Разделить	
Справка - символ комментария с текстовым содержанием	

Пример MSC сценария.

MSC-сценарий обмена линейными и частотными сигналами протокола «импульсный челнок» между УПАТС и АТС при установлении местного соединения к свободному абоненту.



Тестирование программного обеспечения

24

Тема №3

Тестирование телекоммуникационных протоколов в
сетях с коммутацией каналов

Тесты соответствия.

Методы тестирования

Для того что бы две системы могли взаимодействовать с помощью какого либо протокола, необходимо, что бы реализации протоколов участвующих в обмене соответствовали существующим спецификациям. Для установления соответствия протокола стандарту используется тестирование.

Научно обоснованные методы тестирования включают:

- тестирование соответствия (аттестационное);
- тестирование совместного функционирования;
- тестирования взаимодействия;
- тестирование производительности;
- тестирование функциональности;
- мониторинг
- сетевое тестирование.

Тестирование соответствия. Conformance testing, validation.

Тестирование, нацеленное на проверку соответствия реализации требованиям спецификации, называется тестированием соответствия

Тестирование протокола на соответствие заданной спецификации является наиболее стандартизированным и широко распространенным методом проверки корректности реализации протокола.

В общем случае тестирование это процесс экспериментального исследования той или иной реализации протокола. Такое тестирование, как правило, проводится в специально подготовленном окружении, которое имитирует нормальные или аномальные (ошибочные) сценарии взаимодействия с испытываемой реализацией протокола.

Для тестирования очень важно определить набор тестовых воздействий, обеспечивающих оптимальную проверку данной реализации протокола.

Традиционный подход к тестированию заключается в разработке элементарных тестов (test cases), обеспечивающих проверку отдельного требования. Обычно все тесты начинаются в исходном состоянии реализации протокола, а затем каждый тест, в зависимости от своей цели оказывает воздействие на проверяемую (целевую) систему, что бы привести ее в желаемое состояние. После того как желаемое состояние достигнуто, тест выполняет саму тестовую процедуру, затем возвращает систему в начальное состояние.

Тестирование соответствия. Conformance testing, validation.

Разработка тестов вручную очень распространена при тестировании телекоммуникационных протоколов, так как разработчик в этом случае может не владеть набором специальных знаний (формальных нотаций, конечных автоматов), и приступить к проверке реализации сразу после написания теста.

Ручной метод, однако, имеет ряд недостатков:

- Сложность телекоммуникационных протоколов требует большого количества проверок. Например, набор тестов проверки соответствия для протокола IPv6 содержит около 6000 проверок.

- Написание тестовых сценариев часто более трудоемкий процесс, чем написание самой реализации.

- Охват проверки всех требований при тестировании оценивается эвристическим путем без привлечения формальных процедур.

Кроме элементарных методов тестирования существует тестирование на основе моделей. Исследования по тестированию соответствия появились еще в 60 годы прошлого века. Были поставлены и решены задачи установления соответствия между двумя моделями, если модели представимы в виде конечных автоматов, разработан ряд методов построения тестов, гарантирующих обнаружение всех ошибок определенного класса.

Формальные спецификации

Рывок в области тестирования соответствия произошел в конце 80 годов после создания модели OSI, которая объединила сетевые технологии в единую систему, одновременно с созданием спецификации протокола подумали о совместимости реализаций. Были стандартизированы языки формальных спецификаций протоколов (SDL, MSC и др.), разрабатываются общие схемы тестирования, на их основе принимаются базовые стандарты регулирующие тестирование соответствия реализаций протоколов - стандарт ISO 9646, ITU-T Z.500.

В начале 90-х, созданные ранее стандарты, начинают активно применяться на практике для разработки и проверки реализации конкретных протоколов. Тогда же появляются регулярные конференции по этой тематике, например, Международный семинар по спецификации, тестированию и верификации протоколов.

Для того что бы две системы могли взаимодействовать с помощью какого либо протокола, необходимо, что бы реализации протоколов участвующих в обмене соответствовали существующим спецификациям.

Тестирование соответствия. Текстовая нотация

Для некоторых протоколов были разработаны спецификации с использованием рассмотренных средств, например ZVCK, OKC7. Но для описания большинства протоколов, например сети IP, формальные нотации не использовались, а спецификация протокола дается в виде текстового описания.

Тестирование соответствия. Черный и белый ящики

Традиционно существует два подхода к организации тестов:

- подход «белого ящика»
- подход «черного ящика».

Тестирование *«белого ящика»* ориентируется на тестирование внутренней структуры программы (структурное тестирование), проверяются все возможные ветвления SDL (программы), все исполнения. Тесты могут строиться на основе различных элементов исходных текстов программы (ветвлений). Для построения тестов может использоваться структура бинарного кода оттранслированной программы.

При тестировании методом *«черного ящика»* внутренняя структура программы реализации неизвестна. Цель такого метода установить корректность поведения реализации на соответствие требованиям спецификации.

В основном при тестировании реализаций протоколов используется подход *«черного ящика»*:

Минимальный требования к набору тестов

Набор тестов для тестирования соответствия должен обладать рядом свойств:

- Конкретные тесты должны проверять соответствующие требования стандарта.
- Тесты должны иметь настройки для работы с особенностями реализаций.
- Набор тестов должен проверять, как минимум, все функциональные требования, отмеченные в стандарте как «обязательные» для реализации.

ISO 9646

В рамках стандарта ISO 9646 (главная идея которого состоит в том, что спецификации каждого протокола должны содержать комплект тестовых сценариев его проверки) была разработана методика тестирования реализаций протоколов, которая основана на следующих идеях:

-тестовый набор состоит из переносимых, не зависящих от конкретной реализации протокола абстрактных тестовых наборов. Каждый тестовый набор состоит из отдельных тестов, заданных в не зависящей от конкретной реализации форме;

-абстрактный тестовый набор состоит из абстрактных элементарных испытаний (abstract test cases), которые взаимодействует с целевой реализацией с помощью коммуникационных каналов:

- в каждом испытании реализуется воздействие на систему и оценивается результат воздействия, на предмет корректности поведения системы
- для каждого испытания задается цель тестирования, которая определяет группу функциональных требований по реализации протокола. Успешное или неуспешное завершение испытания трактуется следующим образом: реализация протокола корректно или некорректно реализует требование, соответствующее цели тестирования. Результат выполнения сценария получает одно из трех значений: успешное (passed), неубедительное (inconclusive) или неудачное (failed)

Тестирование соответствия. Проформы ISO 9646

Стандарт ISO 9646 определяет для процесса тестирования следующие документы:

- ведомость соответствия реализации протокола его спецификациям PICS (protocol implementation conformance statement),
- дополнительные данные о реализации протокола - ведомость PIXIT (protocol implementation extra information for testing),
- структура комплекта тестовых сценариев ATS (abstract test suite) и перечень целей тестирования TSS&TP (test suite structure and test purposes),
- комплект сценариев ATS на специальном языке для написания тестовых сценариев TTCN (tree and tabular combined notation).

Тестирование соответствия. ISO 9646. Ведомость соответствия реализации протокола его спецификациям PICS (protocol implementation conformance statement)

PICS отражает набор действительно реализованных функций (сценариев) и формируется производителем реализации (оборудования), которая подвергается проверке. Поскольку стандарт любого протокола содержит обязательные и необязательные части, то в зависимости от действительно реализованных функций из всего комплекта выбираются лишь необходимые сценарии. Заполненная производителем оборудования ведомость PICS показывает, в какой степени реализованы требования соответствующего стандарта (в основном, необязательной его части).

Эта ведомость используется для статической оценки соответствия и выбора из комплекта ATS тех тестовых сценариев, которые необходимы для проверки заявленной в PICS функциональности.

Тестирование соответствия. ISO 9646. Дополнительные данные о реализации протокола - ведомость PIXIT (protocol implementation extra information for testing)

Полезность **ведомости PIXIT** обусловлена тем, что для тестирования реальной системы требуется дополнительная информация, описывающая зависящие от тестируемой системы (System Under Test --SUT) данные. К этим данным относятся, например, информация о маршрутизации или данные, уточняющие информацию PICS (скажем, в части указания диапазона поддерживаемых значений параметров). Эти данные группируются в специальной форме, которая и называется PIXIT, она заполняется в лаборатории, производящей тестирование системы по заявке ее производителя.

ISO 9646. Комплект тестовых сценариев ATS (abstract test suite)

Для представления абстрактных тестовых наборов ATS используются специализированные языки написания тестов TTCN, TTCN-2 (Tree and Tabular Combined Notation), TTCN-3 (Testing and Test Control Notation), которые включают:

- методологию тестирования;
- язык описания тестов.

Для проведения тестирования конкретной системы необходимо специфицировать последовательность взаимодействий или тестовых событий, которые следует подвергнуть наблюдению и контролю в этой системе.

Последовательность таких событий, полностью специфицирующих цель проведения теста, называется тестом (test case). Набор тестов для определенного протокола называется тестовым комплектом (test suite).

ISO 9646. Специализированный язык написания тестов TTCN (Testing and Test Control Notation)

TTCN представляет собой нотацию, разработанную для спецификации тестов на абстрактном уровне. Абстрактные тесты содержат всю информацию, необходимую для полной спецификации цели проведения теста (TP - Test Purpose) в терминах блоков данных протокола, который данная система должна реализовывать в процессе функционирования. Абстрактные тесты не содержат информации, специфичной для конкретной системы. Однако сама нотация как таковая не является абстрактной; определение TTCN достаточно точно, как в части синтаксиса, так и в части семантики операций, что позволяет приблизить TTCN к языку программирования.

Для получения исполняемого файла с тестовым сценарием требуется специальный компилятор, который зависит от типа прибора (т. е. компилятор TTCN одной системы тестирования не совместим ни с какими другими системами).

Наиболее известны и широко применяются комплекты ATS для тестирования МТР2/3, подсистемы пользователя ISUP и прикладного протокола INAP системы сигнализации ОКС7, уровней 2 и 3 системы сигнализации DSS1,

Тестирование программного обеспечения

38

Тема №4

Тестирование телекоммуникационных протоколов в сетях с коммутацией каналов на примере подсистемы МТР2 протокола ОКС№7

Категории тестов

Для проверки корректности реализации протоколов МТР требованиям соответствующих стандартов сигнализации ОКС7 существуют спецификации двух типов тестов:

- проверка соответствия (VAT, validation)
- и проверка совместимости (CPT, compatibility).

Тесты соответствия (VAT) предназначены для проверки реализации одного протокола на соответствие спецификациям международных или национальных стандартов.

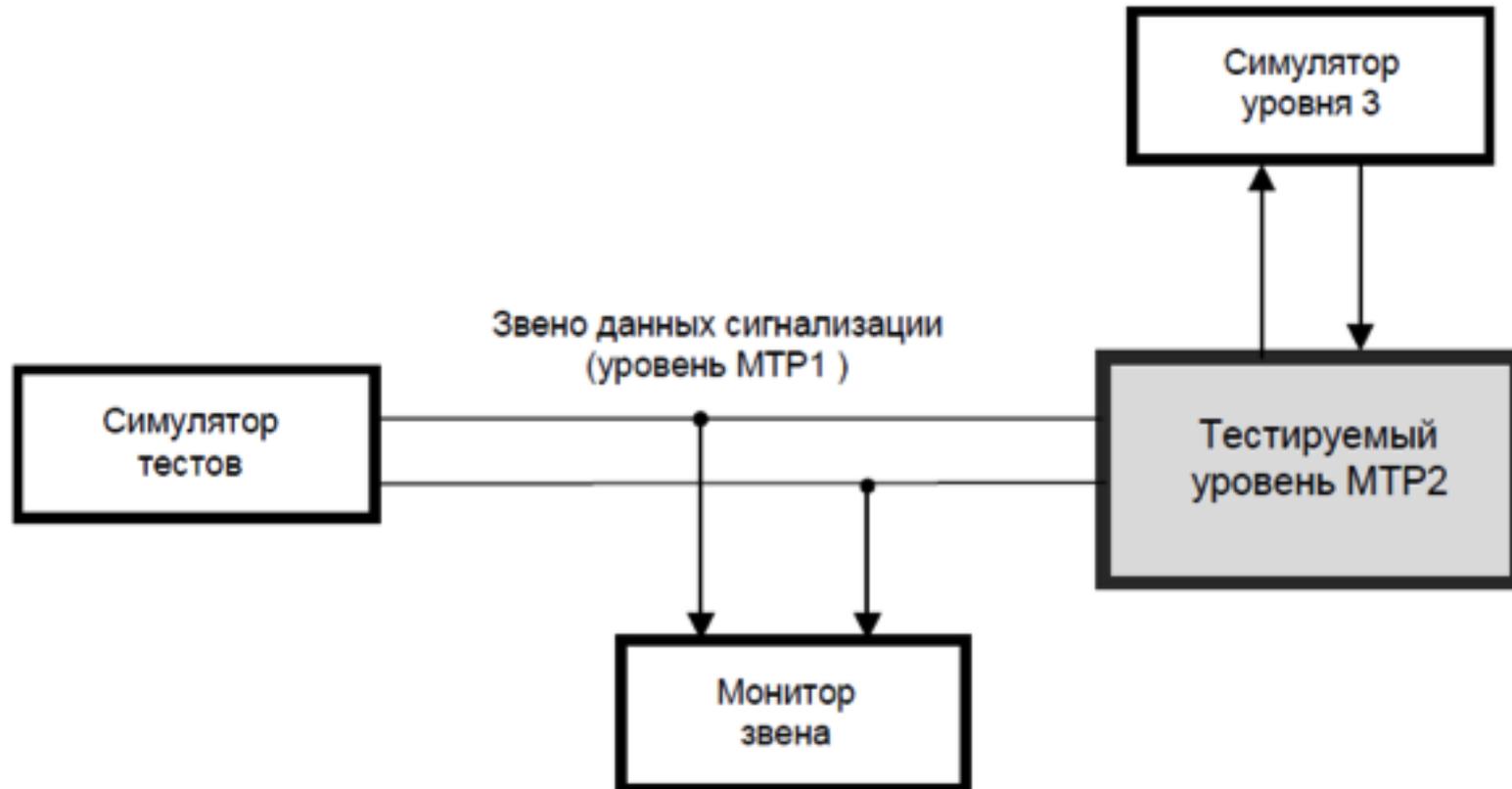
Тесты совместимости (CPT) предназначены для проверки правильности взаимодействия двух или более реализаций одного протокола, выполненных в соответствии со спецификациями международных или национальных стандартов.

- Тесты VAT всегда предшествуют проверке совместимости CPT и выполняются в пункте сигнализации, не находящемся в обслуживании. Для выполнения тестов VAT необходимо использовать симулятор пункта сигнализации (SP «B»), с которым будет взаимодействовать проверяемая реализация протокола. В тестовых спецификациях тестируемый пункт сигнализации обозначается как SP «A».
- Целью тестов CPT является проверка корректности взаимодействия между реализациями протокола в пунктах сигнализации разных производителей или при замене версии программного обеспечения реализации в одном из взаимодействующих пунктов одного производителя.

Тесты соответствия уровня МТР2

Среда для проведения тестов соответствия реализации МТР2 содержит следующие элементы:

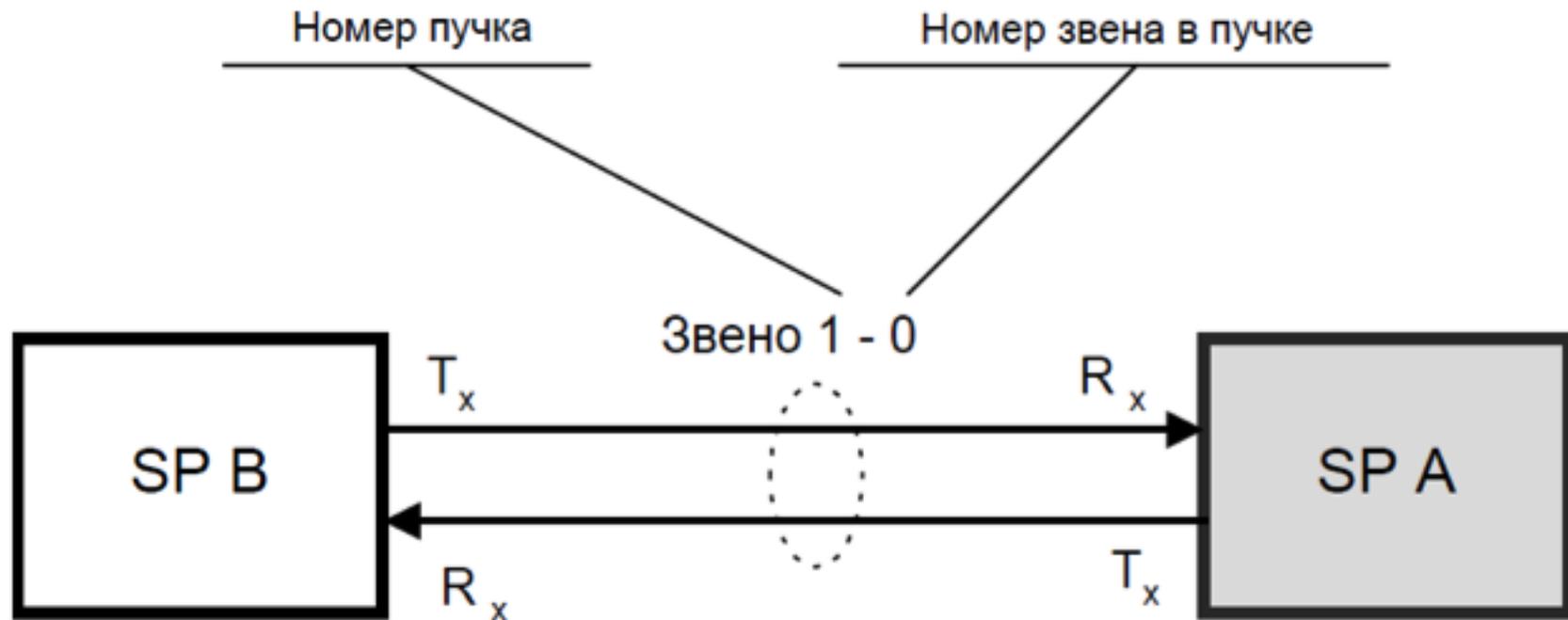
- симулятор МТР3;
- симулятор тестов МТР2;
- монитор сигнального звена;
- звено передачи данных.



Тестовая конфигурация и перечень тестов

Для проведения тестов МТР2 используется одно сигнальное звено между пунктами сигнализации SP A и SP B. Тестируемый уровень МТР2 находится в пункте сигнализации SP A.

- Набор тестов МТР2 предназначен для проверки реализации уровня 2 в тестируемой системе.
- Каждый тест обеспечивает проверку одной из элементарных функций МТР2.
- Тесты включают как тесты совместимости (СРТ), так и тесты соответствия (VAT).



Набор тестов

- Инициализация (включение питания).
- **Функция:** Когда звено находится в выключенном состоянии, никакие сигнальные единицы по нему не передаются. При включении питания процесс управления состоянием звена переходит в состояние «вне обслуживания» и начинает передавать сигнальные единицы LSSU с индикатором статуса SIOS (вне обслуживания), в которых $FSN=BSN=127$, $FIB=BIB=1$.
- Таймер T2 - Время допустимого пребывания в состоянии «не сфазировано»
- **Функция:** Таймер T2 устанавливается при переходе звена в состояние «не сфазировано», когда сигнальный терминал прекращает передачу LSSU с SIOS и начинает передачу LSSU с SIO. Если в течении этого времени с удаленного конца (SP B) не будет принято LSSU с SIO/SIN/SIE, T2 сбрасывается, возобновляется трансляция LSSU с SIOS и на уровень MTP3 транслируется соответствующее сообщение.

Набор тестов

- Нормальное фазирование.
- **Функция:** Когда звено находится в состоянии «вне обслуживания» (старт теста) и передает сигнальные единицы LSSU с индикатором статуса SIOS (вне обслуживания), на уровне МТРЗ принимается решение о переводе звена в состояние сфазировано с нормальным периодом проверки. Для этого инициатор перехода (SP A) в LSSU SIOS заменяет на SIO. При получении от SP B LSSU с SIO, SIN или SIE в ответ транслируется LSSU с SIN или SIE. Если в течении $T4=7.5-9.5$ с не превышено допустимое количество ошибок, процесс переходит в состояние Сфазировано/готово и начинается передача заполняющих сигнальных единиц FISU.
- Перевод сигнального звена из состояния «в обслуживании» в состояние «вне обслуживания».
- **Функция:** Звено находится в состоянии «в обслуживании», по нему передаются MSU и/или FISU. При приеме с удаленного конца LSSU со статусом SIOS (сигнальный терминал не может ни принимать, ни передавать MSU и/или FISU) SP A должен прекратить передачу MSU и/или FISU по сигнальному звену и начать передавать LSSU со статусом SIOS.

Тестирование программного обеспечения

44

ВОПРОСЫ

1. Место ПО протокола в сети связи
2. OKCN№7 как пример универсального протокола межстанционной сигнализации
3. Сигнальные единицы OKCN№7
4. Базовый вызов ISUP
5. Абонентская сигнализация DSS-1
6. Функциональные объекты DSS и ISUP
7. Базовый вызов ISDN
8. Мобильные сети второго поколения
9. Сети 2,5G
10. Мобильные сети третьего поколения
11. Методология спецификации протоколов в сетях с коммутацией каналов
12. SDL спецификация протокола
13. Спецификация на языке MSC
14. Методы тестирования протоколов в сетях с коммутацией каналов
15. Тестирование соответствия
16. ISO 9646
17. PICS проформы
18. PIXIT проформы
19. Комплект тестовых сценариев
20. Модель тестирования на примере MTP2
21. Набор тестов соответствия MTP2