

Протокол-тестеры российских систем сигнализации: концепция и опыт разработки

В настоящей статье описываются принципы построения и некоторые оригинальные инженерные решения, используемые при разработке разнообразных протокол-тестеров систем сигнализации, применяемых на Взаимоувязанной сети связи Российской Федерации и на сетях связи других стран, входивших ранее в СССР. Основное внимание уделено концептуальному подходу к построению протокол-тестеров и некоторым практическим результатам.

Б. Гольдштейн,
начальник научно-исследовательского отделения ЛОНИИС

При разработке новых и адаптации существующих коммутационных узлов и станций одной из наиболее трудоемких и ответственных задач является отладка и тестирование программно-аппаратных средств реализации систем сигнализации на их совместимость с протоколами, реализованными в функционирующих в составе сети электросвязи АТС, во всем диапазоне изменения параметров. Как правило, подобная работа не ограничивается периодом стыковки при проведении линейных испытаний первой пилот-системы. Она продолжается вплоть до выявления и устранения практически всех сбоев в функционировании протоколов сигнализации.

В связи с этим, чрезвычайно важным является создание эффективных программно-аппаратных средств тестирования протокольных реализаций систем сигнализации в коммутационных узлах и станциях. Подобные средства могут являться базой для обучения обслуживающего персонала, занимающегося разработкой и/или эксплуатацией коммутационного оборудования сети электросвязи.



Протоколы сигнализации российских телефонных сетей

На ранних стадиях развития телефонных сетей (ТС) усилия Международного консультативного комитета по телеграфии и телефонии (МККТТ) были сосредоточены на стандартизации исключительно протоколов международной сигнализации. Именно для этих целей были созданы системы сигнализации МККТТ №№ 1, 3, 4 и 5. На межстанционных соединительных линиях (СЛ) внутри национальных ТС применялись и в настоящее время еще применяются специфические для каждой страны системы сигнализации. В силу общеизвестных политических, географических и исторических причин на ТС стран бывшего СССР количество и разнообразие протоколов сигнализации являются рекордными.

Общая классификация систем сигнализации на ТС СНГ дана на рис. 1, а наиболее распространенные типы линейной и регистровой сигнализации представлены в табл. 1 и 2. Упомянутые в них интерфейсы и протоколы представляют только часть систем сигнализации, используемых на российских ТС. Правила, регулирующие их использование, наиболее хорошо соблюдаются при введении нового оборудования на ГТС: любая цифровая городская АТС должна иметь цифровой стык со скоростью передачи 2,048 Мбит/с, в соответствии с Рекомендациями МККТТ G.703 и G.711, а основной системой сигнализации являются два выделенных сигнальных канала в 16 временном канале с разделенными пучками исходящих, входящих и входящих междугородных СЛ.

Тем не менее, область применения каждой системы сигнализации определяется с учетом конкретной специфики и характеристик сети. Например, протоколы сигнализации типа 2 ВСК (два выделенных сигнальных канала) по универсальным двусторонним СЛ с обработкой как местных, так и междугородных вызовов, используются в основном на сельских сетях. Здесь также могут применяться ИКМ-15 (1,024 Мбит/с) и ИКМ-12 (табл. 1), но с другими протоколами (табл. 2). Использование на сетях ИКМ-12 в настоящее время сокращается, но аппаратура ИКМ-15 до сих пор широко распространена на местах, хотя и не согласуется ни с одним международным стандартом.

Как видно из табл. 2, существует три основных способа сигнализации многочастотным кодом: импульсный челнок, импульсный и безынтервальный пакеты. Во всех этих случаях используются одни и те же частоты: 700; 900; 1100; 1300; 1500 и 1700 Гц. Представление адресной информации многочастотным кодом позволяет осуществлять передачу быстрее и надежнее, чем в случае передачи импульсов декадного набора.

Следует подчеркнуть, что эти системы имеют сугубо национальный характер и практически не совместимы с международными стандартами. Это справедливо практически для всех протоколов межстанционной сигнализации и не распространяется только на систему сигнализации по общему каналу ОКС № 7, уже используемую на российских телефонных сетях. Специфические национальные технические решения имеют лишь незначительное влияние на реализацию ОКС № 7, и для их поддержки используются комбинации, зарезервированные для национального применения. В перспективе это обеспечит внедрение новых цифровых станций на цифровых сетях без особых затруднений.

Организация тестирования протоколов сигнализации телефонных сетей

Тем не менее, основные трудности связаны не с числом протоколов сигнализации, реализованных в современных цифровых АТС, и не с наборами разнообразных

конвертеров сигнализации, разрабатываемых и применяемых иногда бездумно. Существуют две главные проблемы поддержки национальных протоколов сигнализации:

- спецификации (точные формальные, верифицированные, строгие);
- тестеры, строго соответствующие этим спецификациям.

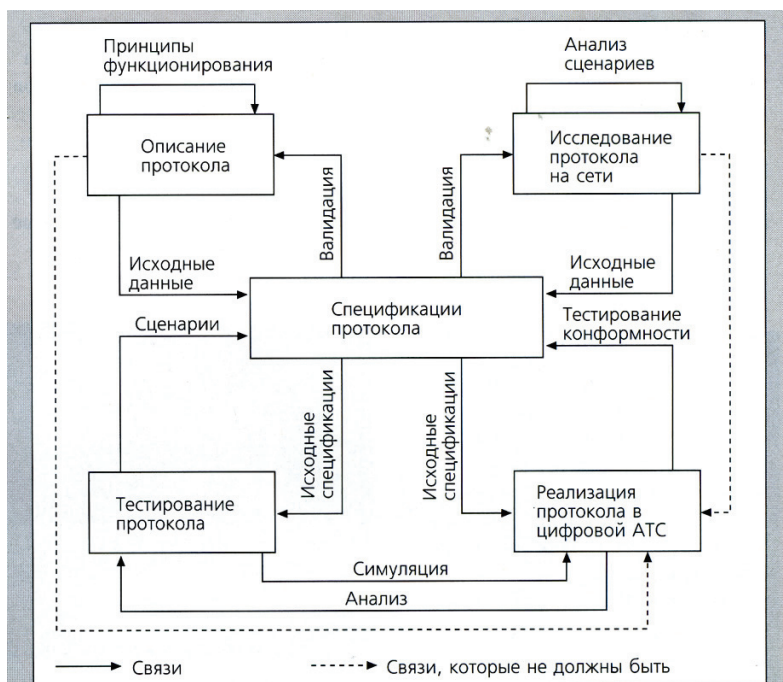


Рис. 2

Концептуальная модель спецификации и тестирования протоколов сигнализации

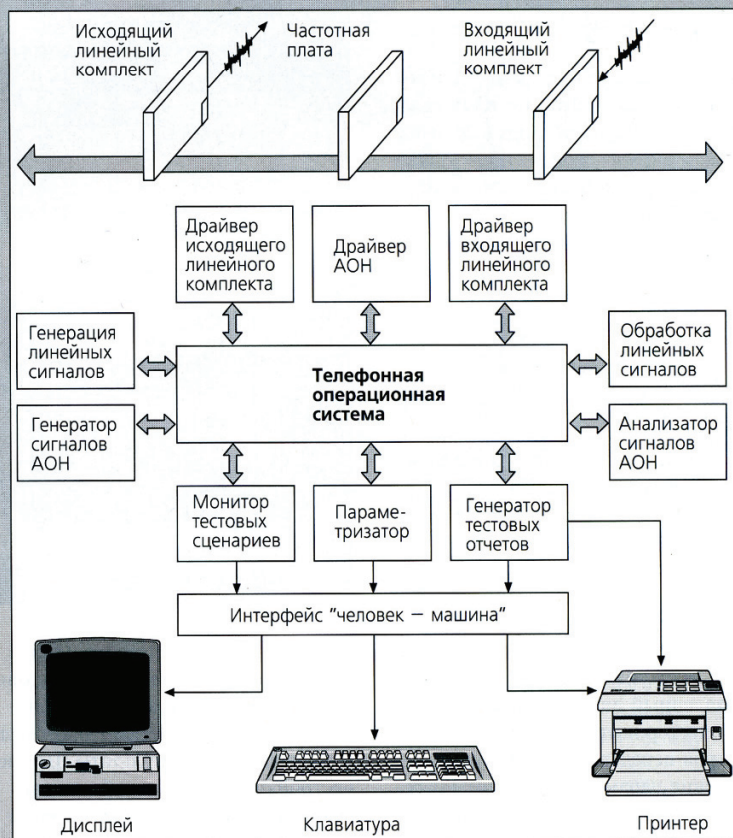


Рис. 3

Функциональная структурная схема протокол-тестера

Первой проблеме посвящены работы [1] и [2]. В данной статье рассматриваются протокол-тестеры, созданные для тестирования конкретных программно-аппаратных реализаций протоколов сигнализации. Тестирование включает тестирование конформности, диагностическое тестирование и оценку производительности [3], что в совокупности обеспечивает процесс разработки программно-аппаратных средств узла коммутации. Общая концептуальная модель спецификации и тестирования протоколов сигнализации представлена на рис. 2, а типы протокол-тестеров приведены в табл. 3.

В любом случае задача реализации функций имитации и анализа протокола сигнализации в блоке "Тестирование" (рис. 2), как правило, более сложна, чем разработка программно-аппаратных средств такой системы сигнализации для конкретной АТС в блоке "Реализация".

Структура построения протокол-тестеров систем сигнализации

Разработка протокол-тестера (сетевого анализатора) для конкретной системы сигнализации всегда является уникальной инженерной задачей, но тем не менее имеется много общих черт.

Общая структурная схема протокол-тестера (на примере протокол-тестера трехпроводных аналоговых СЛ) представлена на рис. 3. Двухнаправленный двухпортовый протокол-тестер выполняет: синтез параметров передаваемых сигналов; измерение параметров принимаемых сигналов; анализ и вывод результатов измерений. Каждый этап представлен соответствующим программным или программно-аппаратным модулем.

Протокол-тестер реализует все необходимые логические функции по анализу конкретных протоколов сигнализации в ручном, параметрическом и статистическом режимах.

В режиме ручного тестирования оператор сам выбирает те или иные сценарии и управляет последовательностью действий.

В режиме автоматического и/или параметрического тестирования оператор заранее настраивает те или иные сценарии, запускает протокол и распечатывает результаты. Пример настройки длительностей импульсов, пауз и межцифровых интервалов при декадном способе передачи адресной информации приведен на рис. 4, а пример настройки параметров АОН - на рис. 5.

В этом же режиме возможно выполнение функций обучения. Для этого тестер отключается от реального канала, подсистема переходит в режим "петли", при котором все передаваемые сигналы возвращаются обратно на протокол-тестер, и оператор может наблюдать за последовательностью шагов в реализации того или иного протокола системы сигнализации, а также за тем, как тестер в автоматическом режиме выполняет всю необходимую последовательность действий по установлению и разъединению соединений.

Аппаратная часть протокол-тестера представляет собой процессорную систему, базирующуюся на IBM PC совместимом компьютере и содержащую три функциональные подсистемы: визуализацию данных, аппаратный интерфейс протокола сигнализации и подсистему управления. При этом подсистема визуализации обеспечивает ввод или выбор команд из меню с клавиатуры оператора, а также представление тестовой диагностической информации на экране монитора.

Система управления, являющаяся основной подсистемой протокол-тестера, выполняет все основные логические функции по симуляции и анализу обмена сигналами в соответствии с протоколом того или иного способа сигнализации. Эта же подсистема управляет работой двух связанных с ней подсистем и обеспечивает мониторинг, диспетчеризацию приема/передачи сигналов, а также контроль за состоянием интерфейса (определение моментов появления тех или иных сигналов). Система включает в себя наборы тестов, предназначенных для проверки логики сигнализации, контроля за временем обработки сигналов, автоматизированного анализа допустимых последовательностей сигналов, а также обеспечивает возможность передачи заведомо ошибочных команд в соответствии с выбранным сценарием протокола сигнализации. Вариант такого тестирования приведен на рис. 6.

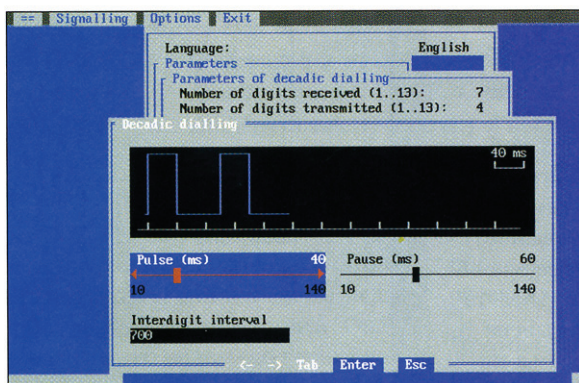


Рис. 4
Настройка длительностей импульсов, пауз и межцифровых интервалов при декадном способе передачи адресной информации

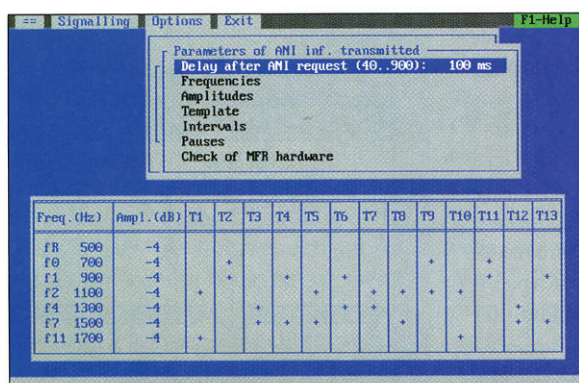


Рис. 5
Настройка параметров АОН

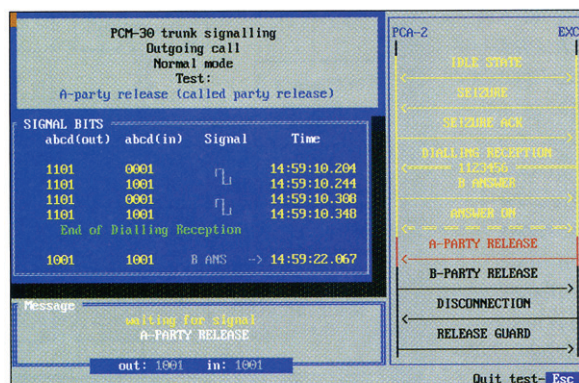


Рис. 6
Пример тестирования по одному из возможных сценариев

Программное обеспечение, выполненное на языке C++, содержит редактор упорядочивания, объединяющий в общий тест различные сценарные фрагменты для тестирования тех или иных фаз обслуживания вызовов. Система генерирует активный тест, выполняет его, и представляет оператору результаты в каждый момент времени.

Результаты эксплуатации подтвердили правильность общих принципов и конкретных программно-аппаратных решений, реализованных в протокол-тестерах систем сигнализации.

Целесообразность применения протокол-тестеров в каждом конкретном случае определяется реальной проектной прагматикой, но по крайней мере две области применения обеспечивают высокую эффективность их использования:

- отладка программно-аппаратных средств реализации протоколов сигнализации во вновь разрабатываемых или адаптируемых коммутационных узлах и станциях;
- решение конфликтных ситуаций в протоколах сигнализации при инсталляции новых цифровых систем коммутации в окружении существующих аналоговых и цифровых АТС предыдущих поколений.

Таблица 1

Интерфейсы (физический уровень)

Тип	Область применения	Примечание
2 Мбит ИКМ	езде	МККТТ G.711, G.703
1 Мбит ИКМ	сельские сети	специфический
3/4 проводные СЛ	городские и сельские сети	специфический
двухпроводные индуктивные СЛ	сельские сети	специфический
4/6 проводные СЛ	езде	специфический, аналогичный E & M

Таблица 2

**Протоколы линейной и регистровой сигнализации
(логический уровень)**

Тип	Область применения	Примечание
2 ВСК для разделенных пучков	городские сети	различные протоколы для входящих, исходящих и входящих международных СЛ
2 ВСК для универсальных двусторонних СЛ	сельские сети	единый протокол
1 ВСК "Норка"	сельские сети	
1 ВСК "индуктивный"	сельские сети	
Одночастотная сигнализация	междугородная, сельские и ведомственные сети	
Двухчастотная	междугородная сеть	
3/4 проводные аналоговые СЛ	городские и сельские сети	

Передача адресной информации	
Декадный код	везде
Многочастотная "челнок"	везде
Многочастотная "безынтервальный пакет"	везде для АОН
Многочастотная "пакет"	между городской АТС и АМТС

Таблица 3
Типы протокол-тестеров

Наименование	Описание функционирования
Аналоговые протокол-тестеры	
TWA-4	Трехпроводные аналоговые СЛ. Базируется на IBM PC совместимом компьютере, включает две встраиваемые платы комплектов входящих, исходящих и входящих междугородных СЛ и функций АОН.
FWA-8	Четырехпроводные аналоговые СЛ (E&M). Базируется на IBM PC совместимом компьютере, включает встраиваемые платы комплектов входящих, исходящих и входящих междугородных СЛ сельских ТС с протоколами сигнализации 1 ВСК и 2 ВСК.
VFA-1	Аналоговые СЛ (E&M) с одночастотной системой сигнализации 2600 Гц. Базируется на IBM PC совместимом компьютере, включает встраиваемый комплект входящих и исходящих СЛ сельских и междугородных ТС.
Цифровые протокол-тестеры	
DSA-6	2 Мбит тракты ИКМ с сигнализацией 2 ВСК. Базируется на IBM PC совместимом компьютере, включает встраиваемые платы комплектов входящих, исходящих и входящих междугородных цифровых СЛ и функций АОН.
PCA-2	Упрощенный вариант для 2 Мбит трактов ИКМ с сигнализацией 2 ВСК. Базируется на IBM PC совместимом компьютере, включает встраиваемые платы комплектов входящих, исходящих и входящих междугородных цифровых СЛ и функций АОН. Требуется дополнительный ИКМ анализатор PRA-1.
Опции для цифровых протокол-тестеров (DSA-6 и PCA-2)	
Опция Т	Сельские двусторонние универсальные входящие и исходящие местные и междугородные цифровые СЛ с сигнализацией 2 ВСК (PCA-2T/DSA-6T)
Опция N	Сельская сигнализация 1 ВСК ("Норка") для входящих, исходящих и входящих междугородных цифровых СЛ (PCA-2N/DSA-6N)
Опция I	Сельская сигнализация 1 ВСК ("Индуктивный код" для двусторонних универсальных местных и междугородных

	цифровых СЛ (РСА-2I/DSA-6I)
Опция F	Одночастотная сигнализация 2600 Гц для входящих и исходящих цифровых СЛ сельских и междугородных ТС.
Опции для протокол-тестеров всех типов	
Опция A1	Функция АОН: прием запроса и посылка кодограммы
Опция A2	Функция АОН: посылка запроса и прием кодограммы
Опция S	Многочастотная сигнализация "челнок"
Опция P1	Многочастотная сигнализация "пакет-1"
Опция P2	Многочастотная сигнализация "пакет-2"

Литература

- [1] Гольдштейн Б.С.: Технологические аспекты проектирования программного обеспечения цифровых систем коммутации. Электросвязь, (1988)10
- [2] Фаергеман О., Сарма А., Гольдштейн Б.С.: SDL-92: Анализ современного состояния. Электросвязь, (1995)9
- [3] Linn R.J.: Conformance Evaluation Methodology and Protocol Testing. IEEE Journal on Selected Areas in Communications. Vol. 7, 1989, September, № 7
- [4] Goldstein B., Sloutsky L.: Introduction of Modern Telecommunications Equipment in Russia and New Republics. IEEE Communications Magazine Vol. 33, № 7, July 1995.
- [5] Гольдштейн Б.С., Слуцкий Л.Г.: Способ и устройство тестирования систем сигнализации городских телефонных сетей. Авторское свидетельство № 1008800 от 14.11.93. М.КЛ5.G06F 15/20
- [6] Goldstein B.: Switching Equipment Adaptation for Russian Public Telephone Network. IEEE Journal on Selected Areas of Communications, Vol. 12, № 7, 1994