

## Технологии мониторинга узлов цифровой телефонной сети

(ПГУПС, Санкт-Петербург)

### Введение

В современном мире телефонная связь является одним из важнейших электронных средств коммуникации. Применяемые в настоящее время системы телефонной связи можно разделить на три основных поколения: устаревшие аналоговые системы, современные цифровые системы с коммутацией каналов, составляющие львиную долю оборудования как государственных, так и ведомственных сетей [1], и перспективные системы телефонии на базе коммутации пакетов. Из-за широкого распространения цифровых сетей с коммутацией каналов, использующих управление вызовами с помощью сигнализации по общему каналу (ОКС), важным вопросом для операторов связи является мониторинг их технического состояния, быстрый поиск причин ухудшения качества абонентов и прогнозирование роста нагрузки. Для решения этих задач существуют относительно недорогие автономные приборы тестирования сигнализации, обеспечивающие только работу на месте и не дающие общей картины состояния сети, а также комплексные системы мониторинга и прогнозирования, такие как система «Спайдер» [2], однако последние имеют очень высокую стоимость и требования к квалификации персонала. В данной статье предложен промежуточный подход к построению комплексной системы мониторинга, доступной для небольших операторов связи и ведомственных телефонных сетей, и приведены сведения о практической реализации этого подхода.

### Методы контроля ОКС и сбора статистики

Существует множество подходов к контролю сигнализации на соединительных линиях с использованием ОКС. Условно их можно разделить на несколько классов:

- Первый класс – контроль на уровне сигналов, передаваемых по физическим цепям. Этот класс включает в себя контроль соответствия формы электрических сигналов стандартным шаблонам, измерение уровня передаваемого сигнала, искажений и других физических параметров. Такие методы применяются при начальном монтаже соединительных линий и устранении аппаратных неисправностей оборудования и линий; непрерывный контроль физических параметров во время нормальной работы системы связи, как правило, не требуется.
- Второй класс – контроль битовой структуры потока. Сюда относится контроль сигналов цикловой синхронизации, а также битстаффинга в каналах сигнализации. Создание отдельной аппаратуры для этой цели редко оправдано, поэтому такие функции включаются в приборы, реализующие методы первого и третьего классов.

- Третий класс – мониторинг сигнализации ОКС. Этот класс предполагает расшифровку и проверку правильности информации сигнализации, передаваемой между двумя телефонными станциями по одному из стандартных протоколов (ОКС-7, DSS1, QSIG и др.) С использованием этой информации также возможен сбор статистики по нагрузке как на каналы передачи речевой информации, так и на сам общий канал сигнализации. Многие современные автоматические телефонные станции (АТС) имеют встроенные средства самодиагностики этого класса, однако, поскольку они являются дополнительной функцией, их реализация относительно примитивна и неудобна в использовании. Кроме того, при использовании оборудования разных производителей, что актуально в современных условиях конкуренции, требуется независимое устройство контроля для разрешения конфликтных ситуаций и систематизации статистических данных.
- Наконец, четвертый класс – это активные методы проверки, предполагающие включение диагностического прибора в тракт в роли «эталонной» станции и имитацию взаимодействия. Приборы, реализующие такой контроль, функционально просты, но из-за огромного объема сценариев функционирования телефонной станции, особенно с учетом всех нестандартных ситуаций, чрезвычайно трудоемки в разработке. Методы этого класса широко применяются при сертификации телекоммуникационного оборудования, но практически никогда – при его эксплуатации.

Итак, для мониторинга системы телефонной связи в процессе эксплуатации наиболее информативным является мониторинг ОКС. Перехват и расшифровка сообщений, передаваемых по общему каналу сигнализации, позволяет не только диагностировать неисправности, но и получить большое количество информации о функционировании сети связи в целом. При помощи сбора статистики по вызовам согласно методикам [3] можно отслеживать тенденции использования услуг связи пользователями и точнее прогнозировать развитие телефонной сети.

### Требования к системе мониторинга ОКС

Основной сложностью в реализации мониторинга ОКС является то, что существующие системы сигнализации по общему каналу обладают чрезвычайно широкими возможностями по обработке вызовов и предоставлению дополнительных услуг, что влечет за собой чрезвычайную сложность и объем сценариев взаимодействия. При разработке аппаратно-программного обеспечения АТС или другого подобного оборудования решение является простым: для тех сценариев, которые данным оборудованием не поддерживаются, предусматривается лишь возможность корректного отказа. Такой подход, очевидно, недопустим при разработке универсального оборудования мониторинга.

Другой проблемой, встающей перед разработчиками приборов мониторинга, является то, что такой прибор должен быть рассчитан на подклю-

ние к каналу сигнализации без перезапуска потока – а это означает, что в момент подключения связь между станциями уже, скорее всего, будет установлена, и какие-то сценарии уже будут находиться в процессе выполнения. Соответственно, необходимо уметь осуществлять проверку корректности сценариев с любого момента, что сильно затрудняет проверку взаимосвязей между предыдущими и последующими сообщениями. Так, например, не зная, как происходило начало вызова, не всегда можно определить корректность его завершения; корректность активации услуги невозможно определить без знания того, была ли эта услуга заказана абонентом и т.д.

Также зачастую отмечается [4], что неоднозначность спецификаций, данных ITU-T, также может представлять проблему при реализации: хотя для большинства случаев в рекомендациях приведены алгоритмы, они не могут включать в себя всего многообразия нестандартных ситуаций, которые могут возникнуть в реальных условиях.

Ключ к решению описанных выше проблем лежит в том, что конечным звеном в любой системе мониторинга является квалифицированный оператор – в отличие от телефонной станции, которая по возможности не должна требовать никакого вмешательства оператора при работе. Таким образом, возможно, распределить задачи контроля между оператором и аппаратурой так, чтобы последняя выполняла более простые, но трудоемкие части работы, оставляя решение проблем, требующих интеллектуального решения, оператору.

К алгоритмически простым, но ресурсоемким задачам, которые целесообразно реализовать в оборудовании, относятся:

- выделение канала сигнализации из общего потока данных;
- выделение отдельных сообщений;
- обработка битстаффинга.

К алгоритмически более сложным и потому реализуемым программно задачам относятся:

- проверка структуры сообщений и допустимости значений битовых полей;
- проверка корректности передачи сообщений с помощью контрольных полей;
- текстовая расшифровка значений битовых полей для представления оператору;
- накопление и хранение базы информации за определенный период времени;
- подсчет статистики по нагрузке в соответствии с методикой ITU-T E.500.

На долю оператора остаются наиболее «интеллектуальные», но не настолько трудоемкие функции, которые, к тому же, не нужно осуществлять в реальном времени и для всех сообщений, а именно:

- проверка соответствия передаваемой информации реальным услугам и возможностям конкретного оборудования;
- проверка соблюдения последовательности передачи сообщений;
- анализ статистических данных и прогнозирование развития ситуации.

Для удобства работы оператору необходимо предоставить средства для фильтрации, поиска и наглядного представления собранной информации. С точки зрения, как удобства, так и простоты разработки программного обеспечения для взаимодействия с оператором целесообразно использовать персональный компьютер.

Поскольку сеть телефонной связи состоит из большого количества узлов, а рабочие места операторов на узлах могут располагаться в отдельном помещении, необходимо предусмотреть возможность удаленного доступа к системе мониторинга, а также одновременной работы множества операторов с одной системой.

Таким образом, система мониторинга должна состоять из следующих компонентов:

- устройств, обеспечивающих параллельное подключение к соединительным линиям, выделение каналов сигнализации и аппаратную низкоуровневую обработку сигнала (выделение сообщений, битстаффинг);
- сервера (серверов), обеспечивающего высокоуровневую обработку, сбор статистики, хранение информации и предоставляющего доступ операторам с удаленных рабочих мест;
- клиентского программного обеспечения для рабочих мест операторов с наглядным пользовательским интерфейсом.

#### Программно-аппаратная реализация системы мониторинга

На основе выводов, полученных выше, можно составить общую структурную схему системы (рис. 1). Для обеспечения простоты разработки и максимальной совместимости между компонентами системы использованы стандартные интерфейсы – USB для сопряжения сервера с аппаратной частью, и TCP/IP (на базе проводной сети Ethernet, беспроводной сети стандарта 802.11 и др.) для подключения терминалов операторов. Из-за использования TCP/IP возможна также работа и через сеть Интернет при наличии доступа с достаточной скоростью.

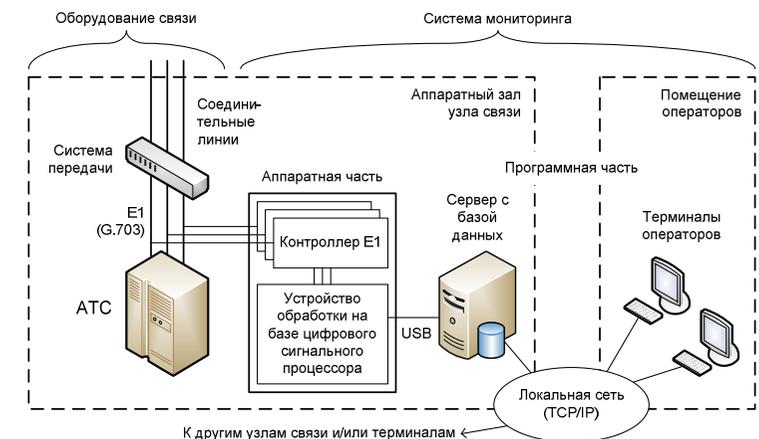


Рис. 1. Реализация системы мониторинга

В зависимости от структуры сети связи и нагрузки на каналы сигнализации количество элементов каждого вида может быть разным. Так, в одном аппаратном блоке может располагаться от 2 до 8 контроллеров интерфейсов E1, а количество таких блоков и терминалов операторов, подключаемых к одному серверу, ограничено только его производительностью.

С целью определения требований к аппаратной части сервера было проведено моделирование большого количества сильно нагруженных каналов ОКС в соответствии со статистикой по типам сообщений в реальных системах, полученной в [2]. В качестве сервера был использован персональный компьютер с процессором Pentium 4 3 ГГц и 2 Гб оперативной памяти. На рис. 2 приведена полученная зависимость нагрузки на процессор сервера от количества подключенных каналов ОКС.

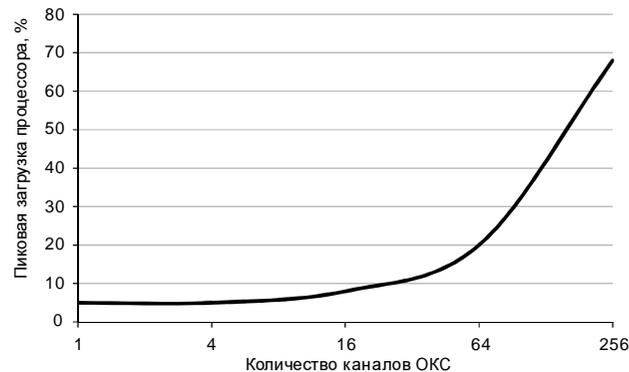


Рис. 2. Результаты моделирования нагрузки на сервер

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что для обработки сигнализации ОКС не требуется существенных вычислительных ресурсов. Это позволяет предложить несколько конфигураций системы для решения задач разного масштаба на одной программно-аппаратной базе:

- полноценная система мониторинга, где все потоки ОКС узла связи постоянно подключены к системе для сбора статистики, а мониторинг может осуществляться с рабочих мест операторов и из центра управления сетью;
- система диагностики, где потоки E1 подключаются к системе только при необходимости, что позволяет обойтись меньшим количеством аппаратных блоков;
- переносная система диагностики, где аппаратная часть системы выполняется в портативном корпусе, а серверное и клиентское программное обеспечение устанавливается на одном и том же переносном компьютере без подключения к сети TCP/IP.

### Заключение

Предложенные в работе принципы позволили создать программно-аппаратный комплекс, позволяющий проводить непрерывный мониторинг качества обслуживания в сети телефонной связи и своевременно устранять возникающие неполадки, не дожидаясь жалоб абонентов, что позволяет сократить расходы на обслуживание сети. Полученная система не уступает по характеристикам более дорогим аналогам и уже зарекомендовала себя как в практическом использовании на сетях операторов связи «Волгателеком» и «Сибирьтелеком», так и при обучении студентов в лабораториях телефонной связи Петербургского государственного университета путей сообщения и Петербургского Энергетического института повышения квалификации.

### Литература

1. Павловский Е.А. Обзор систем сигнализации на цифровых сетях оперативно-технологической связи // Сборник трудов научной конференции «Шаг в будущее-2005». – СПб.: ПГУПС, 2005. – С. 183-185.
2. Ловягина О.Г. Эволюция распределенного мониторинга сети ОКС-7 // Вестник связи. – 2006. – № 12. – С. 26-32.
3. Villy B. Iversen. Teletraffic Engineering and Network Planning. – Technical University of Denmark, 2011. – 583 с.
4. Росляков А.В. ОКС № 7. Архитектура, протоколы, применение. – М.: Эко-Трендз, 2008. – 320 с.

Головашич С.А., Евсеев С.П., Король О.Г.

### Эффективная реализация блочных симметричных шифров

(ООО «Криптомаш», ХНЭУ, Харьков, Украина)

**Вступление.** Наиболее распространённым подходом предварительного (экспресс) анализа современных криптоалгоритмов в целом и блочно-симметричных шифров (БСШ) в частности является оценка трёх показателей: устойчивости алгоритма к известным криптоаналитическим атакам, производительности программной реализации алгоритма на современных персональных компьютерах и «статистической безопасности» (формирование «хороших» псевдослучайных последовательностей). Однако данный подход оказывается недостаточным, когда речь идёт о создании/выборе алгоритма, претендующего на роль национального стандарта, а значит предполагающего его массовое внедрение в различных сферах применения. В таком случае, третьим (а иногда даже вторым) по значимости критерием, после криптостойкости и производительности, становится «стоимость» реализации алгоритма на различных программно-аппаратных платформах. При этом если незначительное увеличение производительности приводит существенному уве-