

УДК 654.154.4

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СИГНАЛИЗАЦИИ НА ЦИФРОВЫХ СЕТЯХ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

Е.А. Павловский

Проведен анализ требований к задачам, структуре и функциям системы, осуществляющей мониторинг сигнализации по общему каналу на узлах цифровых телефонных сетей. Описаны технические решения ее практической реализации.

Ключевые слова: узел связи, АТС, мониторинг, общий канал сигнализации, тестер сигнализации, ОКС, удаленный доступ.

Введение

Современные системы телефонной связи можно разделить на три основных поколения: уходящие в прошлое 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, в особенности – использующих управление с помощью сигнализации по общему каналу (ОКС), важным вопросом является мониторинг их технического состояния, быстрый поиск причин ухудшения качества абонентов и прогнозирование роста нагрузки. Для решения этих задач могут применяться относительно недорогие автономные тестеры 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 работе описан подход, обеспечивающий достаточную степень комплексности, к построению системы мониторинга, доступной для небольших операторов связи и ведомственных телефонных сетей, и приведены сведения о практической реализации этого подхода.

Классификация методов контроля 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. Эти 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.
- Четвертый класс – это активные методы проверки, предполагающие включение 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 подключение 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, можно 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.

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:

1. устройств, обеспечивающих параллельное подключение к соединительным линиям, выделение каналов сигнализации и аппаратную низкоуровневую обработку сигнала (выделение сообщений, битстаффинг);
2. сервера(ов), обеспечивающего высокоуровневую обработку, сбор статистики, хранение информации и предоставляющего доступ операторам с удаленных рабочих мест;
3. 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).

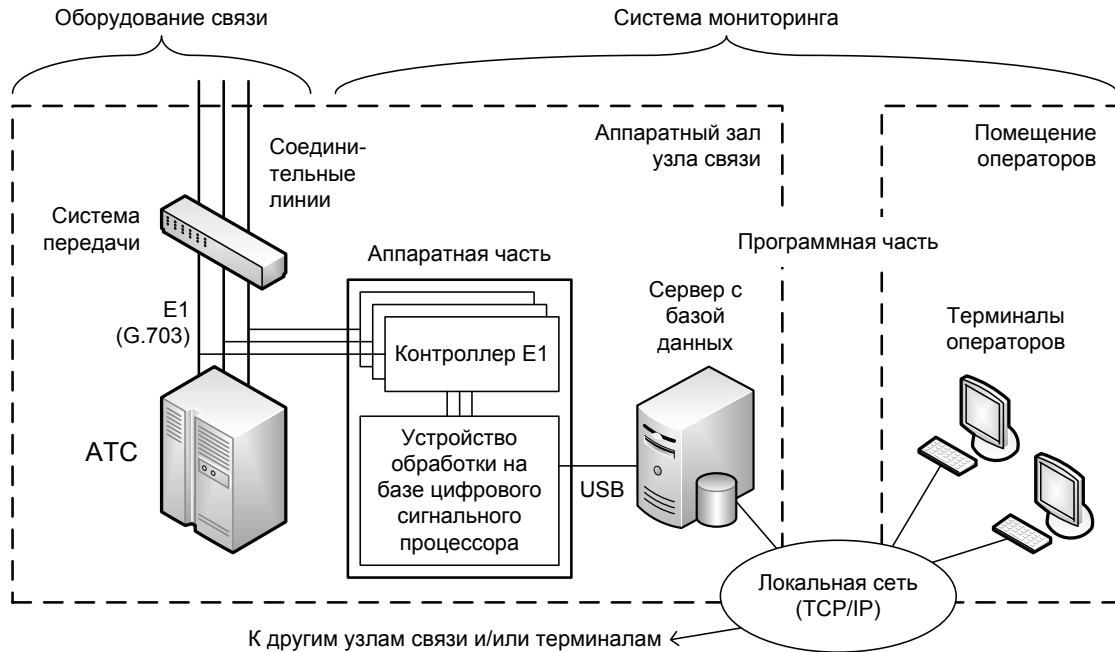


Рис. 1. Реализация системы мониторинга

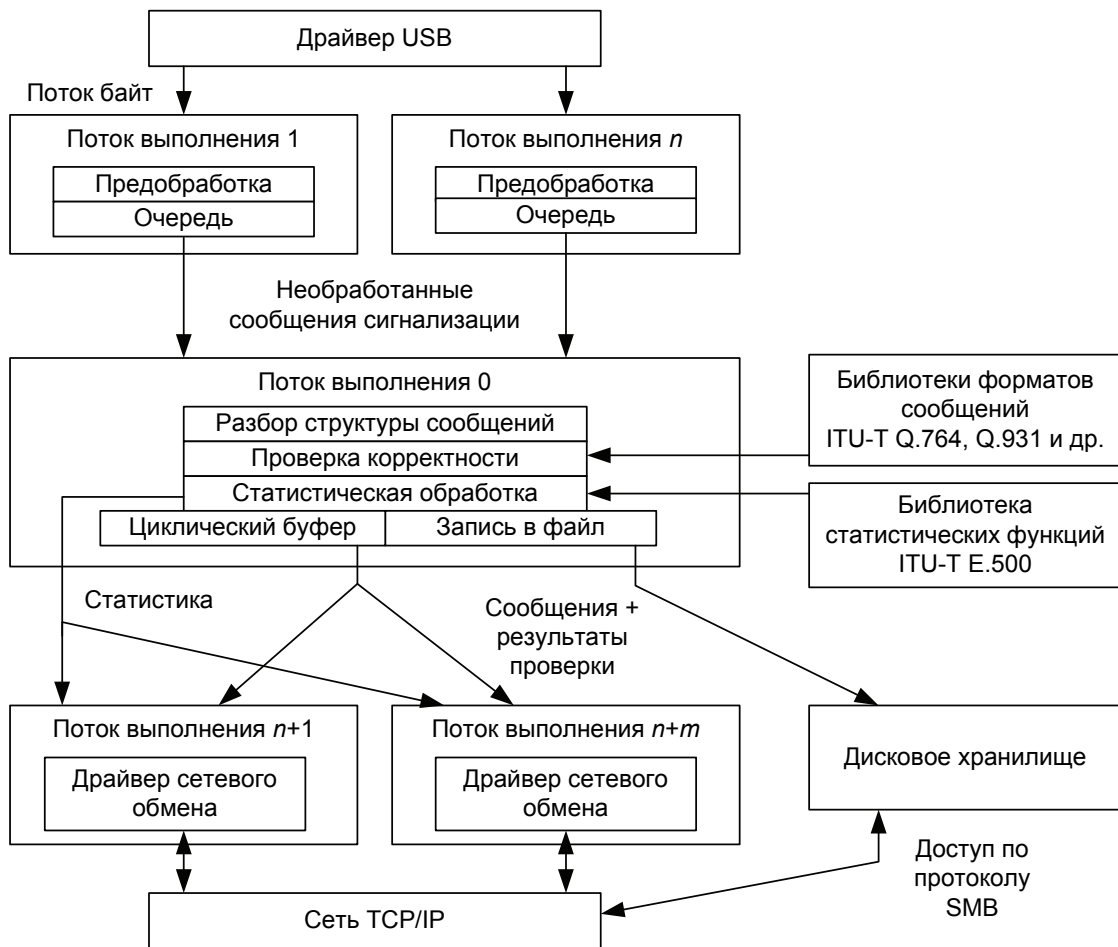


Рис. 2. Структура программного обеспечения сервера

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.

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 блоков и терминалов операторов, подключаемых к одному серверу, ограничено только его производительностью и может достигать десятков, что достаточно для обслуживания одним сервером самых крупных узлов связи.

На рис. 2 приведена структура программного обеспечения сервера. Для оптимизации работы системы на многопроцессорных серверах некоторые ресурсоемкие функции, а также функции, зависящие от внешних устройств, выносятся в отдельные потоки выполнения. С целью предотвращения потери данных при кратковременных перегрузках используется буферизация данных как на вводе, так и на выводе к терминалам операторов.

В соответствии с представленными структурными схемами разработан тестер межстанционной сигнализации, прошедший сертификацию для использования на сетях связи и используемый как в коммерческих организациях, так и для организации учебного процесса в лаборатории связи Петербургского государственного университета путей сообщения.

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», а также 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.

Павловский Евгений Алексеевич – Петербургский государственный университет путей сообщения, ст. преподаватель, mozgj@vast-arp.spb.ru