

# Расчет показателей качества функционирования системы сигнализации SIGTRAN

Рассматриваются методы расчета качества функционирования системы сигнализации SIGTRAN в мультисервисных сетях связи с коммутацией пакетов: методы расчета задержек пакетов в очереди на передачу в сигнальных маршрутах. Приводится метод оценки и разделения сигнальной нагрузки для инженерных расчетов. Протоколы SIGTRAN подменяют соответствующие уровни SS7, предоставляя все возможности IP-сети для транспортировки сообщений. Для передачи сообщений SIGTRAN по IP-сети используется Stream Control Transmission Protocol (SCTP), разработанный IETF. Этот протокол был создан для замены TCP, но широкого распространения пока не получил. Однако в SIGTRAN удачно используются предоставляемые этим протоколом возможности, прежде всего - multihoming и streaming. Кроме переноса сообщений SS7 по IP-сети, SIGTRAN предоставляет богатые возможности по резервированию и масштабированию приложений. Расчет параметров качества функционирования системы сигнализации SIGTRAN, наиболее распространенной в пакетных сетях, является важной задачей при проектировании современных мультисервисных сетей связи на базе концепции NGN.

**Ключевые слова:** протокол, приложение, пользователь, подсистема, задержка, нагрузка, вызов.

Данилов А.Н., Матвеев В.А., МТУСИ

Наиболее распространенной в пакетных сетях в настоящее время системой сигнализации является SIGTRAN.

SIGTRAN представляет собой набор протоколов для передачи сигнальной информации по IP-сетям. Он является основным транспортным компонентом в распределенной архитектуре VoIP (передачи голоса поверх IP-сети) [2,3].

SIGTRAN реализует функции транспортного протокола с управлением потоками SCTP (Stream Control Transport Protocol), разработанный IETF (инженерная группа по стандартизации Интернет) и уровней адаптации AL (Adaptation Layers).

Протокол SCTP был создан для замены протокола управления передачей TCP (Transmission Control Protocol), но широкого распространения пока не получил. Однако в SIGTRAN удачно используются предоставляемые этим протоколом возможности, прежде всего – multihoming и streaming (многоадресная рассылка и управление информационным потоком). Наряду с переносом сообщений системы сигнализации по общему каналу №7 (ОКС №7, SS7) по IP-сети, SIGTRAN предоставляет богатые возможности по резервированию и масштабированию приложений. SCTP отвечает за надежную передачу сигнальной информации, осуществляет управление потоком, обеспечивает безопасность.

В функции Adaptation Layers входит передача сигнальной информации от соответствующих сигнальных уровней, использующих службы SCTP. Эти протоколы ответственны за сегментацию и пакетирование пользовательских данных, защиту от имитации законного пользователя, изменения смысла передаваемой информации и ряд других функций.

SIGTRAN (Signalling Transport) – это передача сигнальных сообщений телефонных сигнализаций по IP-сети. Поскольку система сигнализации ОКС №7 соответствует эталонной модели взаимодействия открытых систем (ЭМВОС), то можно осуществить подмену на IP-сеть на транспортном, сетевом или транзакционном уровнях. Для осуществления этой подмены и сопряжения интерфейсов существует SIGTRAN.

Набор протоколов SIGTRAN для передачи системы сигнализации ОКС №7 выглядит следующим образом (рис. 1).

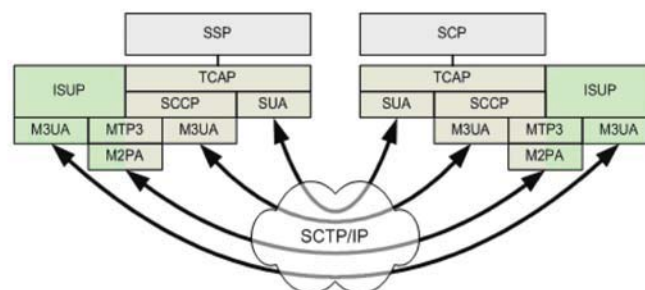


Рис. 1. Стек протоколов SIGTRAN для передачи системы сигнализации ОКС №7.

SUA (SCCP-User Adaptation Layer) – протокол, позволяющий передавать через IP-сеть информацию пользователя подсистемы управления соединением сигнализации SCCP (Signalling Connection Control Part) предназначен для передачи сообщений прикладной подсистемы возможностей транзакций TCAP (Transaction Capabilities Application Part) напрямую между приложениями. Протокол адаптации SCTP к подсистеме передачи сообщений 3-го уровня ЭМВОС MTP3 (Message Transfer Part) – M3UA (MTP3-User Adaptation Layer) и протокол адаптации SCTP к подсистеме MTP2 (2-й уровень ЭМВОС) – M2PA (MTP2 Peer-to-Peer Adaptation Layer) позволяют передавать по IP-сети сообщения сетевого и транспортного уровня SS7, соответственно.

Передавать сообщения TCAP можно: напрямую по SUA; по M3UA, с использованием уровня SCCP; по M2PA, с использованием уровней SCCP и MTP3.

Передавать сообщения подсистемы пользователя цифровой сети с интеграцией служб (ЦСИС) – ISUP-R (Integrated Service User Part – Russia) можно: напрямую по M3UA; по M2PA, с использованием уровня MTP3.

Протоколы SIGTRAN подменяют соответствующие уровни системы сигнализации ОКС №7, предоставляя все возможности IP-сети для транспортировки сообщений.

При передаче сигнальных сообщений возникают различного рода задержки, которые зависят от многих факторов и которые должны приниматься во внимание при планировании и расчете системы сигнализации [1,4,5].

Рассмотрим случайную величину (СВ)  $T_o$  общего времени задержки сигнальных сообщений на сигнальном маршруте. Предполагается, что передача сигнальных сообщений осуществляется из исходящего пункта сигнализации в пункт назначения через  $n$  транзитных пунктов.

Основными составляющими СВ  $T_o$  являются:

$T_{ms}$  – время обработки сигнальных сообщений в исходящем пункте сигнального маршрута на уровнях МТР2 и МТР3 с использованием протокола М2РА;

$T_{mr}$  – время обработки сигнальных сообщений в пункте назначения сигнального маршрута на уровнях МТР2 и МТР3 с использованием протокола М2РА;

$T_{cs}(i)$  – время обработки сигнальных сообщений в  $i$ -ом транзитном пункте сигнального маршрута на уровнях МТР2 и МТР3 с использованием протокола М2РА,  $1 \leq i \leq n$ ;

$T_p(i)$  – время распространения сигнала на  $i$ -ом звене данных сигнального маршрута,  $1 \leq i \leq n+1$ .

Случайную величину задержки на рассматриваемом сигнальном маршруте в отсутствии ошибок обозначим  $T_{oa}$ , а при наличии ошибок –  $T_o$ .  $Q_a(i)$  и  $Q_t(i)$  – СВ времени задержки в очереди на передачу  $i$ -го звена сигнализации сигнального маршрута в отсутствие и при наличии ошибок соответственно.  $T^{(i)}$  –  $i$ -й начальный момент СВ

$T$  с соответствующим нижним индексом. Например,  $T_{ms}^{(1)}$  является математическим ожиданием СВ  $T_{ms}$

$$(T_{ms}^{(1)} = MT_{ms}).$$

В предположении о независимости в совокупности всех случайных составляющих времени задержки сообщения на сигнальном маршруте получаем, что

$$T_{oa}^{(1)} = T_{ms}^{(1)} + \sum_{i=1}^n T_{cs}^{(1)}(i) + \sum_{i=1}^{n+1} T_p^{(1)}(i) + T_{mr}^{(1)}, \quad (1)$$

$$T_o^{(1)} = T_{oa}^{(1)} + \sum_{i=1}^{n+1} (Q_t(i) - Q_a(i)). \quad (2)$$

В SIGTRAN реализованы очень гибкие механизмы маршрутизации сообщений между приложениями. Маршрутизация основывается на понятиях Application Server (AS), Application Server Process (ASP) и Routing Key (RK). AS – это приложение или группа приложений, выполняющих единую бизнес-функцию. AS характеризуется RK и является логическим понятием. RK – это набор параметров сообщений ОКС №7, на основе которых осуществляется маршрутизация. ASP – это экземпляр AS, т. е. физический сервер, выполняющий функции AS.

Маршрутизация базируется на механизмах разделения сигнальной нагрузки с использованием поля селекции звена сигнализации (СЗС) и бита разделения нагрузки в маршрутной таблице. Поле СЗС имеет длину 4 бита и является частью сигнального сообщения.

Величина  $\rho$  (Эрл.) сигнальной нагрузки, передаваемой по IP-сети определяется на уровне 2 подсистемы МТР ОКС №7 и представляется в виде

$$\rho = \rho_{ISUP} + \rho_{SCCP}. \quad (3)$$

Величина  $\rho_{ISUP}$  (Эрл.) является сигнальной нагрузкой, создаваемой потоком сигнальных сообщений подсистемы пользователя ISUP (цифровой сети с интеграцией служб). Метод расчета величины  $\rho_{ISUP}$  предполагает

равенство сигнальной нагрузки в прямом и обратном направлениях.

Величина  $\rho_{SCCP}$  (Эрл.) является сигнальной нагрузкой, создаваемой потоком сигнальных сообщений подсистемы SCCP. Метод оценки величины  $\rho_{SCCP}$  предполагает равенство сигнальной нагрузки в прямом и обратном направлениях.

Величина сигнальной нагрузки подсистемы ISUP рассчитывается по формуле

$$\rho_{ISUP} = K \cdot A, \quad (4)$$

где  $K = \frac{L'+L''}{8000} \cdot \frac{1}{T}$  – коэффициент пересчета информации

нагрузку в сигнальную нагрузку,  $L' = \sum_{i=1}^M p_i \sum_{j=1}^{K_i} q_{ij} L'_{ij}$  –

средний объем сигнальной информации, передаваемой в прямом направлении, для всех состояний всех типов вызовов,  $L'' = \sum_{i=1}^M p_i \sum_{j=1}^{K_i} q_{ij} L''_{ij}$  – средний объем сигнальной информации, передаваемой в обратном направлении, для всех состояний всех типов вызовов,  $M$  – число типов вызовов,  $p_i$  – вероятность поступления вызова  $i$ -го типа,  $K_i$  – количество состояний вызова  $i$ -го типа,  $q_{ij}$  – вероятность  $j$ -го состояния вызова  $i$ -го типа,  $T_i$  – среднее время занятия информационного канала вызовом  $i$ -го типа (с),  $L'_{ij}$  – общий объем сигнальной информации, посылаемой в прямом направлении в  $j$ -ом состоянии вызова  $i$ -го типа (байт),  $L''_{ij}$  – общий объем сигнальной информации, посылаемой в обратном направлении в  $j$ -ом состоянии вызова  $i$ -го типа (байт).

Для оценки сигнальной нагрузки, создаваемой потоком сигнальных сообщений подсистемы SCCP, достаточно на основании исходных данных иметь коэффициент  $Q$  отношения величины сигнальной нагрузки  $\rho_{SCCP}$  к величине сигнальной нагрузки  $\rho_{ISUP}$ . Данный коэффициент определяется для каждой сигнальной взаимосвязи, которая обслуживает сигнальный трафик подсистемы SCCP.

Расчет параметров качества функционирования системы сигнализации SIGTRAN является важной задачей при проектировании современных мультисервисных сетей связи на базе концепции NGN.

## Литература

1. Аджемов А.С., Кучерявый А.Е. Система сигнализации ОКС №7. – М.: Радио и связь, 2002. – 368 с.
2. Гольдштейн Б.С., Соколов Н.А., Яновский Г.Г. Сети связи: Учебник для ВУЗов. – СПб.: БХВ – Петербург, 2010. – 400 с.
3. Деарт В.Ю. Мультисервисные сети связи. Протоколы и системы управления сеансами (Softswitch/IMS). – М.: Инсвязь-издат, 2010. – 198 с.
4. ITU-T. Recommendation Q.704. Signalling Network Function and Messages. Geneva. Juli, 1996.
5. ITU-T. Recommendation Q.706. Signalling System N 7 – Message Transfer Part Signalling Performance. Geneva. March, 1993.