

## АНАЛИЗ МОДЕЛИ ТРАФИКА ОКС-7 ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОБРАБОТКИ СТАТИСТИКИ ИЗМЕРЕНИЙ

---

*Г.А. Андрианов*, начальник отдела по обеспечению качества компании «Голден Телеком»,  
*К.Е. Самуйлов*, заведующий кафедрой систем телекоммуникаций РУДН,  
доктор технических наук, профессор,  
*Ю.В. Гайдамака*, доцент кафедры систем телекоммуникаций,  
кандидат физико-математических наук

Анализу статистических параметров нагрузки ОКС-7 посвящено достаточно много публикаций в российских [1 - 4] и зарубежных профессиональных журналах [5, 6]. Его целью является повышение эффективности управления сетью, разработка исходных данных для планирования сети, прогнозирование нагрузки по результатам обработки статистики измерений, а в последнее время дискутируется также вопрос о самоподобии сигнального трафика. В данной статье излагается метод анализа характеристик потока сигнальных сообщений, разработанный в процессе сбора и обработки статистики измерений в звене ОКС-7 сети компании «Голден Телеком». Для сигнального трафика, порождаемого вызовами услуги традиционной телефонии, проверяется гипотеза о простейшем характере потока сигнальных единиц в звене данных сигнализации.

### **Средства мониторинга и задача исследований**

Инфокоммуникационная система, имеющая в своей основе сеть компании «Голден Телеком» (ГТ), обеспечивает предоставление всего комплекса услуг связи – телефонии, передачи данных и доступа в Интернет – корпорациям, операторам и частным лицам через свои наложенные сети в крупнейших городах России и СНГ, а также через арендованные каналы и оптико-волоконные и спутниковые линии связи. В контексте данной статьи нас интересует сеть с коммутацией каналов (далее, для краткости, сеть ТОМ – Time Division Multiplexing), а точнее, та часть сети ГТ, где установление соединения осуществляется по общеканальной системе сигнализации № 7 (ОКС-7).

Основные услуги сети ГТ – это внутризонавая, междугородная и международная входящая и исходящая связь, причем объем трафика дальней связи не превышает 15 % внутризонавого. На транковых группах, где осуществляется присоединение сетей подвижной связи, обслуживается речевой трафик мобильных абонентов, но соединения подсистемы SCCP (Signaling Connection Control Part) при предоставлении услуги роуминга реализуются через оператора дальней связи ОАО «Ростелеком».

Таким образом, типичное звено ОКС-7 на сети ГТ обслуживает, в основном, трафик, порождаемый предоставлением услуги традиционной телефонии, и, как правило, на обслуживание 100 Эрл речевого трафика генерируется примерно 0,01 Эрл сигнального трафика, причем группы емкостью более чем 1000 каналов обслуживаются звеньями сигнализации (ЗС) в связанном режиме. Если таких ЗС в одном пучке несколько, то для надежности они разносятся по разным потокам Е1. Сеть ОКС-7 ГТ построена на основе тех же узлов, что и сеть ТОМ, ее пункты сигнализации (SP - Signaling Point) функционируют как в связанном, так и в квазисвязанном режимах.

Измерения в сети сигнализации производятся при помощи систем распределенного мониторинга (LMS – Link Monitoring Systems), которые позволяют снимать трассировку данных с определенного ЗС с возможностью записи полной расшифровки протокола сигнализации. LMS включает в себя периферийные модули, которые

обрабатывают поступающий из звена данных сигнализации (ЗДС) поток бит, производя его фильтрацию и запись на диск, а также центральные модули, которые являются серверами доступа к записанным на периферийных модулях сообщениям или серверами детальных записей о вызове (COR – Call Detail Records).

На практике важно, чтобы интерфейсы LMS были достаточно открытыми, для решения поставленных перед исследователем задач, связанных с измерениями сигнального трафика. Из всех систем мониторинга, работающих в сети ГТ, в качестве источника данных для данной статьи была выбрана система SpiderNM [1], интерфейсы которой позволяют в полном объеме осуществлять анализ данных обрабатываемого протокола ОКС-7.

Периферийный модуль (RU – Remote Unit) системы мониторинга SpiderNM представляет собой Linux-компьютер. Физически она подключается к потоку E1, в одном из таймслотов которого передаются данные ОКС-7. Этот модуль поддерживает несколько программных приложений, разработанных для трассировки вызовов. Они позволяют выделить поток данных из ЗДС, расшифровать его и записать в файл, в котором сохраняется момент времени поступления в ЗДС каждой сигнальной единицы с точностью до  $10^{-6}$  с.

В файле с CDR не содержится информации о длине сигнальных сообщений, ее можно получить с использованием другого средства мониторинга - трассировщика вызовов, сервис которого реализован на центральном модуле (CD - Central Unit) системы SpiderNM. Эта опция для любого вызова позволяет сначала найти начальное адресное сообщение (IAM), а затем и все сигнальные сообщения, относящиеся к данному вызову.

Также можно определить длину сигнального сообщения любого типа для ЗДС, за которым осуществляется мониторинг системой SpiderNM. Немаловажно, что система сохраняет в базе данных для каждого пятиминутного интервала интенсивность потока сигнального трафика и информацию об объеме сигнальной информации подсистемы ISUP, а при помощи запроса к этой базе данных можно построить график зависимости измеренной сигнальной нагрузки в ЗДС от времени.

Выше описаны далеко не все возможности SpiderNM, но уже их достаточно для решения задачи исследований в рамках данной работы - анализа характеристик потока сигнальных сообщений в ЗДС сети сигнализации ГТ. Предметом исследований является сигнальный трафик, порожденный обслуживанием телефонных вызовов, поскольку в настоящее время именно они создают основную нагрузку в сетях ТОМ.

Будем рассматривать те характеристики сигнального трафика, которые непосредственно связаны с показателями качества функционирования сети сигнализации, например, с задержкой передачи сигнальных сообщений. Такими характеристиками являются функция распределения случайной величины (СВ) длительности интервалов между моментами поступления в ЗДС значащих сигнальных единиц (ЗнСЕ), среднее значение и коэффициент вариации этой СВ.

Заметим, что в Рекомендации Q.706 МСЭ-Т [7] математическая модель ЗС рассматривается в предположении о пуассоновском характере нагрузки, поступающей с уровня МТРЗ, т.е. в виде системы массового обслуживания типа M/G/1. Одной из задач наших исследований была проверка этой гипотезы на имеющейся статистике измерений. Строго говоря, при сборе статистики необходимо производить фиксацию моментов поступления сигнальных сообщений с уровня МТРЗ на уровень МТР2,

однако технически невозможно расположить точку измерений на границе этих уровней. Фактически LMS SpiderNM фиксирует моменты поступления ЗнСЕ в ЗДС, т.е. на уровень МТР1, поэтому реально мы наблюдаем, в смысле моментов поступления сигнальных сообщений, поток случайных событий, отличающийся от потока на уровне МТР3.

Напомним, что ЗнСЕ имеют переменную длину от 10 до 279 байт, и согласно Рекомендации Q.706 МСЭ-Т при анализе вероятностно-временных характеристик ЗС достаточно рассматривать три модели сигнального трафика. Модель 1 описывает поток ЗнСЕ, время передачи которого постоянно, модель 2 - поток ЗнСЕ, время передачи которого имеет экспоненциальное распределение, а модель 3 является комбинацией модели 1 и модели 2. Модель 1 используется при анализе функционирования сетей, в которых средняя длина ЗнСЕ близка к максимально допустимой, такой тип сигнального трафика характерен, например, для сетей GSM. Модель 2 соответствует классическим телефонным сетям с преобладанием относительно "коротких" ЗнСЕ, а модель 3 рекомендуется для анализа сигнального трафика, включающего как «длинные», так и «короткие» ЗнСЕ, в среднем примерно 140 байт. Поэтому еще одной задачей исследований было построение модели сигнального трафика в сети ГТ по результатам измерений.

Детальное описание модели с учетом типа вызова (телефонный разговор, передача факса и др.) и его возможных состояний («Успешное установление соединения», «Вызываемый абонент не отвечает», «Вызываемый абонент занят/Отказ» и др.), а также различных алгоритмов обмена сигнальными сообщениями (сигнальных процедур) между соответствующими SP, позволяет рассчитывать нагрузку на сигнальное отношение.

Итак, задача состоит в том, чтобы по результатам измерений построить модель сигнального трафика и на основании обработки статистических данных определить основные характеристики случайного потока ЗнСЕ в ЗДС на сети ОКС-7 ГТ.

### **Объекты измерений**

На рис. 1 показана схема фрагмента сети ОКС-7 ГТ на границе с сетью ОКС-7 присоединенного оператора, в данном случае - с сетью «МТУ Информ». Рассмотренный фрагмент сети включает как пункты сигнализации SP, так и интегрированные пункты сигнализации SP/STP (Signaling Transfer Point), находящиеся в двух уровнях иерархии – федеральном (междугородная сеть, NI = 10<sub>bin</sub>) и региональном (местная сеть, NI = 11<sub>bin</sub>).

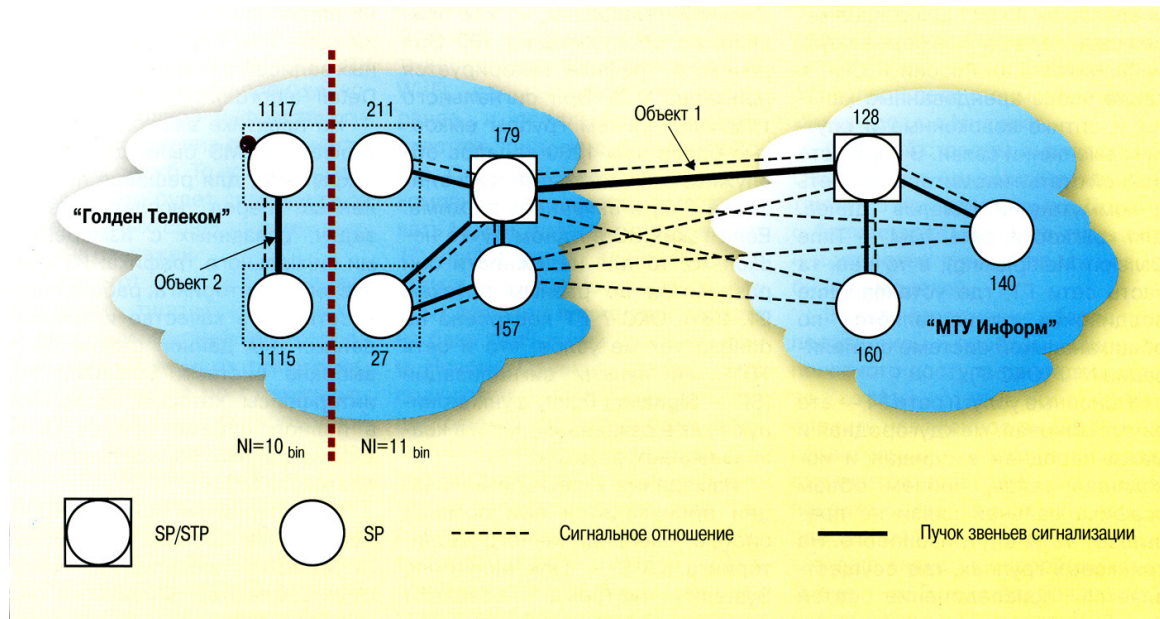


Рис. 1 Схема фрагмента сети ОКС-07 на границе с сетью ОКС-7 присоединенного оператора

Шлюзами, работающими в двух индикаторах сети, являются две автоматические междугородные телефонные станции (АМТС), в оборудование каждой из которых включена пара пунктов сигнализации: SP с кодом 1117 в NI = 10<sub>bin</sub> и SP с кодом 211 в NI=11<sub>bin</sub>, а также SP/STP с кодом 1115 в NI = 10<sub>bin</sub> и SP с кодом 27 в NI = 11<sub>bin</sub>.

Для измерений были выбраны два объекта. Объект 1 – это типичное звено ОКС-7 между двумя взаимодействующими операторами на внутризональном уровне, которое обслуживает через SP/STP с кодами 179 и 128 шесть сигнальных отношений в NI = 11<sub>bin</sub>. В сигнальном трафике Объекта 1 присутствует трафик шести пар пунктов сигнализации – пунктов с кодами 179 и 157 во взаимодействии с пунктами с кодами 128,140,160, причем пара 179 и 128 обслуживается в связанном режиме, а остальные пять пар – в квазисвязанном режиме сигнализации.

Значения суммарного исходящего и входящего сигнального трафиков по сумме всех шести сигнальных отношений примерно одинаковы, т.е. можно говорить о симметричной сигнальной нагрузке на Объекте 1. Суммарный трафик около 350 Эрл на соответствующих пучках разговорных каналов вторичной сети достаточно большой для того, чтобы можно было эффективно анализировать поток сигнальных сообщений. Тем не менее, значение суммарной сигнальной нагрузки около 0,035 Эрл на Объекте 1 слишком далеко от значения, при котором можно ощутить какие-либо проблемы из-за задержки передачи сигнальных сообщений.

Чтобы проанализировать поток сообщений при сигнальной нагрузке, близкой к максимально допустимому значению 0,2 Эрл, был выбран Объект 2 – пучок из двух ЗС между двумя АМТС (оборудование S12 и EWSDN), являющийся самым загруженным участком московской сети ОКС-7 ГТ, охваченной LMS. Эти пункты сигнализации имеют коды 1115 и 1117 в NI = 10<sub>bin</sub> и функционируют в связанном режиме сигнализации как показано на рис. 1.

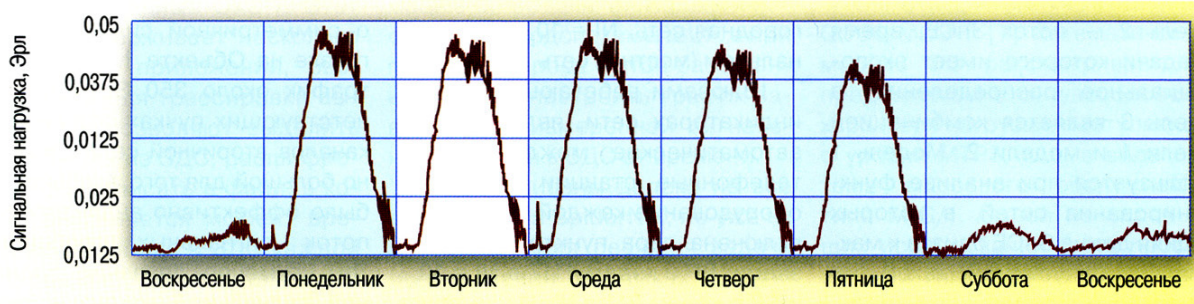


Рис. 2. График изменения недельной сигнальной нагрузки на Объекте 1 в прямом и обратном направлениях

В данном пучке ЗС происходит обмен сигнальными сообщениями для транковой группы емкостью более чем 1000 разговорных каналов, причем преобладает трафик к узлу EWSDN, объем которого примерно в полтора раза больше, чем в обратном направлении. Физически точки измерений находятся на АТС S12 (SP/STP 179) и на АМТС S12 (SP/STP 1115), а оба объекта, выбранные для наблюдений, функционируют фактически в условиях отсутствия ошибок – вероятность побитовой ошибки имеет порядок  $10^{-9}$ .

Известно, что профиль колебаний сигнального трафика во времени полностью соответствует профилю колебаний речевого трафика, причем объем трафика в выходные дни в несколько раз меньше, чем в будни. Из графика изменения недельной сигнальной нагрузки на Объекте 1 в прямом и в обратном направлениях, показанного на рис. 2, видно, что в течение суток сигнальная нагрузка достигает максимального уровня примерно к 10:30 и спадает, начиная с 17:00. В период с 10:30 до 17:00 наблюдаются слабые колебания нагрузки – так называемые первый и второй пик ЧНН, в часы «обеденного перерыва» трафик всегда чуть ниже.

График изменения сигнальной нагрузки в течение вторника для того же объекта показан на рис. 3, где хорошо видно, что сбор данных о потоке ЗнСЕ лучше всего производить в период с 10:30 до 17:00, когда тренд изменения трафика мало заметен.

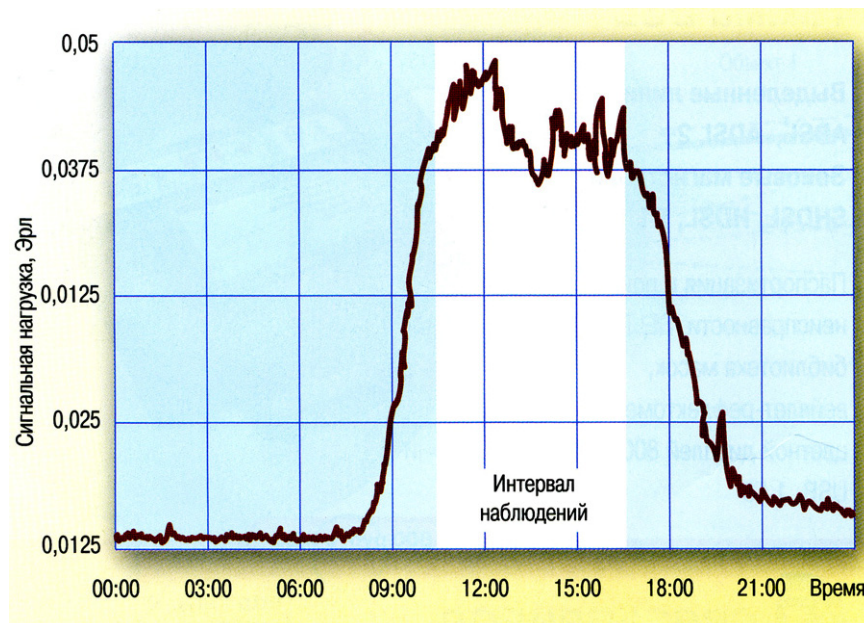


Рис. 3. График изменения нагрузки в течение вторника



Длительность интервала наблюдений – 4 часа – была выбрана достаточно большой для обеспечения достоверности статистического анализа.

### **Построение модели сигнального трафика по результатам измерений**

В данном разделе приведены результаты обработки данных измерений на исследуемых объектах в части построения модели сигнального трафика, включающей информацию о длине ЗнСЕ и сигнальных процедурах взаимодействия рассматриваемых SP по протоколу ISUP для основных типов состояний вызовов во вторичной сети.

В табл. 1 содержатся усредненные значения длин ЗнСЕ для сигнальных сообщений подсистемы ISUP соответствующего типа с учетом длин дополнительных полей, добавляемых при формировании ЗнСЕ протоколами уровней МТР2 и МТР3. Например, измерение длины сообщения IAM производилось по 100 вызовам вторичной сети в каждом направлении по каждому из объектов исследования.

Определенная по каждой сотне вызовов средняя длина ЗнСЕ для сообщения IAM оказалась минимальной для Объекта 2 – 46 байт, и максимальной для Объекта 1 – 54 байта, средняя длина ЗнСЕ для сообщения IAM по всем измерениям составила 51 байт. Минимальная длина сообщения IAM составила 38 байт, а максимальная – 85 байт. Аналогично была произведена обработка результатов измерений для других типов сигнальных сообщений.

Таблица 1

	Тип сообщения	Средняя длина ЗНСЕ, байт	Доля %			
			Объект 1		Объект 2	
			от SP 128	к SP 128	от SP 1117	к SP 1117
IAM	Initial Address Message	51	26,88	13,19	17,95	26,76
ACM	Address Complete Message	17	21,54	18,10	20,68	21,24
ANM	Answer Message	20	20,41	19,09	20,45	21,48
REL	Release	19	8,64	9,87	11,79	8,07
RLC	Release Complete	15	12,01	20,51	17,27	12,87
CPG	Call Progress	21	9,29	16,22	8,60	6,22
SAM	Subsequent Address Message	19	0,03	0,00	0,63	0,04
SUS	Suspend	19	0,67	0,00	0,08	2,36
CNF	Confusion	20	0,00	0,61	2,27	0,00
CNT	Continuity	15	0,18	1,97	0,04	0,69
INR	Information Request	17	0,05	0,21	0,17	0,01
INF	Information	17	0,23	0,05	0,01	0,23
CON	Connect	32	0,02	0,18	0,01	0,01
FAC	Facility	38	0,02	0,00	0,00	0,00
RSC	Reset Circuit	14	0,00	0,00	0,04	0,01

Обработка результатов измерений позволила «восстановить картину» основных состояний вызовов («Успешное установление соединения», «Вызываемый абонент не отвечает» и «Вызываемый абонент занят/Отказ») на вторичной сети и соответствующих им сигнальных процедур взаимодействия SP. В табл. 2 и 3 для Объекта 1 и Объекта 2 соответственно показаны процентные соотношения состояний вызова для каждого из направлений передачи сигнального трафика, а также сигнальные процедуры обмена сообщениями для каждого из состояний.

Кроме основных процедур взаимодействия (строки 1, 5 и 9 в табл. 2 и 3) учтены также случаи, когда процесс обмена для достаточно большого числа вызовов включает сообщения CPG. Для некоторых вызовов в сообщении IAM не передается весь В-номер, а его последний символ, так называемый filler, передается в сообщении SAM. Редко встречаемые, менее 0,4 % сигнальные процедуры, в которых используются сообщения SUS, CNF и другие, а также случаи трех и более сообщений CPG, не учитывались при обработке статистики измерений.

Отметим, что структура вызова для Объекта 1 такова, что на состояние «Успешное установление соединения» приходится примерно 65 % попыток установления соединения, «Вызываемый абонент не отвечает» – 15 % случаев и «Вызываемый абонент занят/Отказ» – 20 % случаев.

Таблица 2

Состояние вызова	Алгоритмы взаимодействия	Доля %			
		от SP 128		к SP 128	
Успешное установление соединения	IAM-ACM-ANM-REL-RLC	68,1	42,7	62,4	28,4
	IAM-ACM-CPG-ANM-REL-RLC		23,1		28,3
	IAM-ACM-CPG-CPG-ANM-REL-RLC		2,3		2,8
	IAM-SAM-ACM-ANM-REL-RLC		0,0		2,9
Вызываемый абонент не отвечает	IAM-ACM-REL-RLC	18,0	11,3	18,3	8,3
	IAM-ACM-CPG-REL-RLC		6,1		8,3
	IAM-ACM-CPG-CPG-REL-RLC		0,6		0,8
	IAM-SAM-ACM-REL-RLC		0,0		8,8
Вызываемый абонент занят/Отказ	IAM-REL-RLC	13,9	8,7	19,3	8,8
	IAM-CPG-REL-RLC		4,7		8,7
	IAM-CPG-CPG-REL-RLC		0,5		0,9
	IAM-SAM-REL-RLC		0,0		0,9

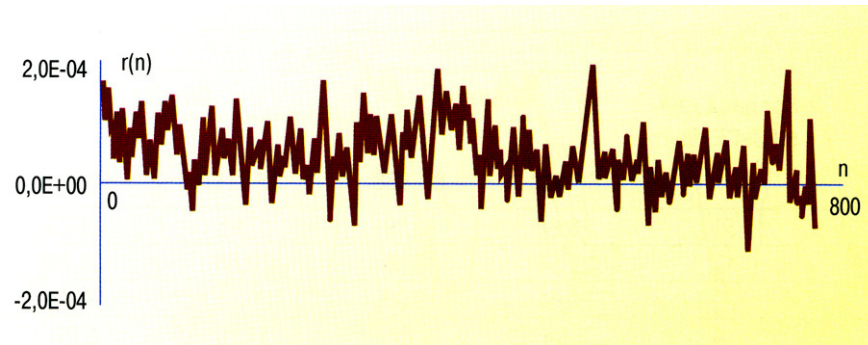


Рис. 4. График корреляционной функции для Объекта 1 в направлении от SP/STP128

Для Объекта 2 наблюдается другая картина – перечисленные три состояния вызова встречаются почти с одинаковой частотой. Заметим, что долю соединений, закончившихся разговором (состояние вызова "Успешное установление соединения"), принято обозначать аббревиатурой ASR (Answer Seizure Ratio), причем по этому показателю можно судить о качестве предоставляемой услуги телефонной связи.

Показатель ASR нормирован в Рекомендации E.426 МСЭ-Т [10], его значение не должно быть ниже 30 %, а при значении большем 60 % качество связи считается отличным. Из табл. 1 и 2 видно, что на обоих объектах норма показателей соответствует международным стандартам, причем на Объекте 1 качество связи отличное. Заметим, что средняя длина ЗнСЕ, содержащей сообщение IAM, для сети ГТ составляет 51 байт, что отличается от 27 байт для типового соединения. Это объясняется тем, что в сети ГТ в этих ЗнСЕ передается не только стандартная, но и дополнительная информация о соединении, что значительно увеличивает их длину.

#### **Характеристики потока сигнальных единиц в звене данных сигнализации и анализ результатов измерений**

Исходным материалом для исследований служили четыре файла (для каждого из двух объектов с учетом направления передачи) с записями моментов поступления ЗнСЕ в ЗДС, произведенными в один из будних дней месяца (вторник) в течение трех периодов: с 11:00 до 12:00, с 13:30 до 15:00, с 15:30 до 17:00. Таким образом, общая длительность периода наблюдений составила 4 часа.

Полученные данные позволяют в течение всего периода наблюдений вычислить значения СВ  $\xi_n$  – длины интервала времени между моментами поступления ЗнСЕ (событиями потока). Число событий наблюдаемого потока ЗнСЕ, а также основные статистические характеристики последовательности  $\{\xi_n, n = \overline{1, N}\}$  для каждого из объектов наблюдений с учетом направления передачи приведены в табл. 4. Значения коэффициента вариации  $S\xi \approx 1$  в табл. 4 позволяют сформулировать начальную гипотезу о том, что поток поступления ЗнСЕ в ЗДС является простейшим, т.е. СВ  $\xi_n, n \geq 1$  являются независимыми в совокупности и одинаково распределены с ФР

$$F_\xi(t) = P\{\xi_n < t\} = 1 - e^{-\lambda t}, t \geq 0,$$

где  $\lambda = (M\xi)^{-1}$  – параметр потока.



Проверка сформулированной гипотезы требует [11] оценки степени зависимости СВ в последовательности  $\{\xi_n, n = \overline{1, N}\}$  для чего были рассчитаны значения корреляционной функции

$$r(n) = \frac{1}{N-n} \sum_{k=1}^{N-n} (\xi_k \xi_{k+n} - (M\xi)^2), n = \overline{1, N}$$

и проверено выполнение условия  $r(n) \rightarrow 0$  при  $n \rightarrow N$ . Результаты вычислений для каждого из объектов в обоих направлениях передачи подтвердили справедливость гипотезы о том, что наблюдаемые потоки ЗнСЕ близки к пуассоновскому, а в качестве иллюстрации на рис. 4 приведен график корреляционной функции  $r(n)$  для Объекта 1 в направлении от SP/STP 128.

Из него видно, что наиболее сильная зависимость между СВ  $\xi$  и  $\xi_{k+n}$  наблюдается при малых значениях  $n$ . Это можно объяснить тем, что сигнальные процедуры взаимодействия SP порождают короткие зависимые последовательности ЗнСЕ, например, сообщение IAM влечет за собой появление сообщений REL и RLC. Но поскольку среднее время передачи ЗнСЕ, в составе которых передаются эти сообщения, на порядок ниже ( $\ll 2,5$  мс, табл. 5) средней длины интервала между событиями потока ( $\approx 80$  мс, табл. 4), то с ростом  $n$  зависимость СВ  $\xi$  и  $\xi_{k+n}$  снижается, а уже при  $n > 15$  значения функции  $r(n)$  имеют порядок  $10^{-5}$  для всех наблюдаемых потоков ЗнСЕ.

**Таблица 3**

Состояние вызова	Алгоритмы взаимодействия	Доля %			
		от SP 117		к SP 117	
Успешное установление соединения	IAM-ACM-ANM-REL-RLC	33,4	17,8	33,4	19,6
	IAM-ACM-CPG-ANM-REL-RLC		10,3		12,5
	IAM-ACM-CPG-CPG-ANM-REL-RLC		1,0		1,3
	IAM-SAM-ACM-ANM-REL-RLC		4,2		0,0
Вызываемый абонент не отвечает	IAM-ACM-REL-RLC	35,7	19,0	33,7	19,8
	IAM-ACM-CPG-REL-RLC		11,0		12,6
	IAM-ACM-CPG-CPG-REL-RLC		1,1		1,3
	IAM-SAM-ACM-REL-RLC		4,5		0,0
Вызываемый абонент занят/Отказ	IAM-REL-RLC	30,9	16,5	32,9	19,4
	IAM-CPG-REL-RLC		9,6		12,3
	IAM-CPG-CPG-REL-RLC		1,0		1,2
	IAM-SAM-REL-RLC		3,9		0,0

Построенная нами модель сигнального трафика (табл. 1) позволяет рассчитать среднее значение  $T_m$  времени передачи ЗнСЕ, а из табл. 4 получаем значение  $\lambda$  – интенсивности потока ЗнСЕ. Теперь мы можем рассчитать среднее значение сигнальной нагрузки по формуле  $a = \lambda T_m$  [8]. Результаты вычислений перечисленных нагрузочных параметров приведены в табл. 5 для обоих объектов измерений.

**Таблица 4**

Характеристики потока ЗнСЕ	Объект 1		Объект 2	
	От SP 128	К SP 128	От SP 1117	К SP 1117
Число событий потока, $N$	162031	182830	750956	722779
Средняя длина интервала между событиями потока, $M\xi$ , мс	83,21	73,74	18,09	18,75
Среднеквадратическое	86,6	76,6	18,4	18,1

отклонение, $\sigma_{\xi}$ , мс				
Коэффициент вариации, $C_{\xi}$	1,04	1,04	1,02	0,97

Таблица 5

Характеристики потока ЗнСЕ	Объект 1		Объект 2	
	От SP 128	К SP 128	От SP 1117	К SP 1117
Среднее время передачи ЗнСЕ, мс	3,3835	2,8124	3,0039	3,3662
Интенсивность потока ЗнСЕ, $\lambda$ , мс-1	0,0120	0,0136	0,0553	0,0533
Сигнальная нагрузка, Эрл	0,0406	0,0382	0,1661	0,1794

Итак, мы имеем значения величины сигнальной нагрузки, измеренные с помощью системы SpiderNM (см., например, рис. 2), с одной стороны, и рассчитанное значение той же величины по результатам измерений других характеристик сигнального трафика, с другой. Измеренные и рассчитанные значения величины сигнальной нагрузки для обоих объектов за период наблюдения очень близки, что подтверждает достоверность обработки статистических данных.

### Выводы

Проведенные на типовых объектах сети ОКС-7 измерения и полученные на их основе результаты анализа модели и характера сигнального трафика позволяют сделать вывод о том, что поток ЗнСЕ, порождаемый вызовами услуги традиционной телефонии в ЧНН, близок к пуассоновскому потоку. Построенная по результатам измерений модель сигнального трафика (табл. 1 – 3) может быть рекомендована для использования в процессе планирования сетей ОКС-7 на ЕСЭ РФ.

## Литература

1. Гольдштейн Б.С., Перле Р.Д., Ехриель И.М., Фельдман А.М. Сетевые аспекты мониторинга ОКС-7 // "Вестник связи", № 4, 2001.
2. Андрианов Г.А. Использование системы распределенного мониторинга ОКС № 7 для обеспечения качества обслуживания в ТФОП // "Электросвязь", №1,2005.
3. Розенцвайг И.З., Фельдман А.М., Яльчик Г.В. Методика сбора информации для генерации CDR в системе распределенного мониторинга сетей ОКС-7 // "Электросвязь", № 8, 2005.
4. Росляков А.В., Канарейкин С.В. Анализ статистических параметров нагрузки звена ОКС-7 // "Электросвязь", № 8, 2006.
5. Duffy D.E., McIntosh A.A, Rosenstein M., Willinger W. Statistical Analysis of CCSN/SS7 Traffic Data from Working CCS Subnetworks // IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 12, № 3, April 1994.
6. Kosal H., Skoog A. Message Arrivals from Degrading Signalling No. 7 Network Performance // IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 12, № 3, April 1994.
7. ITU-T Recommendation Q.706 (03/93) Specifications of Signaling System No. 7 - Message Transfer Part Signalling Performance // ITU-T White Book, Geneva, 1993.
8. Самуилов К.Е. Методы анализа и расчета сетей ОКС-7 // М.: Изд-во РУДН, 2002.
9. Аджемов А.С., Самуилов К.Е. и др. Принципы построения сети ОКС-7 на ЕСЭ Российской Федерации // М.: Изд. ФГУП ЦНИИС, 2004.
10. ITU-T Recommendation E.426 (10/92) General guide to the percentage of effective attempts which should be observed for international telephone calls // ITU-T White Book, Geneva, 1992.
11. Шелухин О.И., Тенякшев А.М., Осин А.В. Фрактальные процессы в телекоммуникациях. /Под. Ред. Шелухина О.И. // М.: Радиотехника, 2003.