

УДК 621.324.095

Савченко Ю. Г., докт. техн. наук, проф. (Тел.: +380 (95) 838 97 69. E-mail: ssaavvaa@ukr.net)

Коваленко А. П., магістрант (Тел.: +380 (63) 695 16 43. E-mail: ktsr@ukr.net)

(Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»)

ВИКОРИСТАННЯ ЗАГАЛЬНОКАНАЛЬНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО МОНІТОРИНГУ ТА КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ

Савченко Ю. Г., Коваленко А. П. Використання загальноканальної сигналізації для оперативного моніторингу та контролю технічного стану телекомунікаційної мережі. Розглянута задача побудови системи моніторингу для успішної експлуатації мережі ЗКС-7. Запропонована модель та функції системи моніторингу для отримання звітів про раптові погіршенні параметрів мережі, збільшення сигнального трафіку або кількості неуспішних викликів, попереджаючи таким чином про можливі проблеми в мережі.

Ключові слова: система моніторингу, ЗКС-7, підтримка експлуатації мережі

Савченко Ю. Г., Коваленко А. П. Использование общеканальной сигнализации для оперативного мониторинга и контроля технического состояния телекоммуникационной сети. Рассмотрена задача построения системы мониторинга для успешной эксплуатации сети ОКС-7. Предложенная модель и функции системы мониторинга для получения отчетов о внезапном ухудшении параметров сети, увеличении сигнального трафика или количества неуспешных вызовов, предупреждая таким образом о возможных проблемах в сети.

Ключевые слова: система мониторинга, ОКС-7, поддержка эксплуатации сети

1. Вступ і постановка задачі. В сучасних умовах телекомунікаційні мережі з точки зору надійності стають такими ж критичними і важливими, як і системи оборонного призначення, комп'ютерні системи керування повітряним транспортом, атомними електростанціями, державними продуктопроводами тощо. Передусім це пов'язано з величезними економічними збитками, які потенційно можуть виникнути у разі навіть часткової втрати працездатності систем зазначеного типу. Саме тому стає актуальною задача розроблення допоміжних апаратних і програмних інструментів, які могли б покращити ефективність технічної експлуатації телекомунікаційних мереж завдяки наданню персоналу *оперативної* інформації про технічний стан станційного і лінійного обладнання мережі та, що не менш важливо, інтенсивність трафіку та *реальну* якість надання послуг споживачеві.

2. Критерії ефективності технічного обслуговування та специфіка функціонування телекомунікаційних мереж з точки зору якості надання послуг. Телекомунікаційні мережі здебільшого є об'єктами відновлюваними, тобто при виникненні порушень працездатності припускається, що система може бути зупинена для відновлення (перезапуску, переключення на резервне обладнання тощо). Для таких об'єктів традиційно як основний показник надійності використовують коефіцієнт готовності

$$K_g = \frac{t_k}{t_k + t_g}, \quad (1)$$

де t_k та t_g – час, відповідно, корисної роботи та час, витрачений на відновлення системи після втрати працездатності. Цей показник зазвичай обчислюється за тривалий час експлуатації (місяць, рік). Очевидно, що покращити коефіцієнт готовності можна практично лише за рахунок зменшення часових витрат на відновлення. В свою чергу, у цих витратах вагому частину складає час пошуку причин втрати працездатності або погіршення експлуатаційних показників мережі.

Водночас оператори зв'язку зацікавлені, а іноді й змушені розширювати перелік послуг, цей процес супроводжується збільшенням трафіку. Але у цьому випадку мережі стають більш складними з точки зору експлуатаційного керування при відсутності, найчастіше, адекватних засобів такого керування.

Частково це пов'язано з тим, що простим способом неможливо звести в єдиний центр засоби керування і спостереження за пунктами сигналізації різних виробників. Крім того, перебуваючи в режимі перевантаження, комутаційне обладнання може неадекватно відображати стан елементів мережі ЗКС-7, а саме такі моменти є найбільш практично важливими при експлуатації мережі.

3. Функції допоміжних засобів оперативного контролю стану мережі. Мережа ЗКС-7, яка, по суті, є виділеною мережею передачі даних всієї мережевої сигналізації, має високу ефективність саме тому, що одна сигнальна ланка підтримує багато мовних або інформаційних з'єднань і каналів. Але той факт, що одна сигнальна ланка обслуговує досить багато з'єднувальних ліній між АТС, висуває особливі вимоги до її надійності, оскільки відмова однієї ланки виводить з ладу всі ці лінії, що відчутно позначається на якості обслуговування викликів. Мережевий моніторинг ЗКС-7 є важливою складовою в забезпеченні надійності операторських мереж (необхідно по можливості намагатися усунути причини погіршення зв'язку ще до того, як на це поскаржився клієнт).

У зв'язку з цим пропонується побудова системи моніторингу ЗКС-7 шляхом пасивного підключення до ланок ЗКС-7 моніторів сигналізації. Принцип роботи такої системи базується на тому, що інформація про стан мережних елементів, коливаннях сигнального навантаження і більшості інших параметрів, які повинні бути передані від мережевих елементів в центр спостереження для подальшого аналізу, можна отримати, декодуючи повідомлення, зняті системою з ланки сигналізації. Розподілена система моніторингу забезпечує додаткові функції, наприклад, формування записів про виклик (CDR) для більш детального аналізу сигналізації [1]. Іншими словами, організувати розподілений моніторинг всіх елементів мережі ЗКС-7, централізований збір, аналіз і відображення інформації про функціонування мережі сигналізації.

Спостереження за станом ланок мережі ЗКС-7 дозволяє оператору запрограмувати систему таким чином, щоб вона повідомляла про раптове збільшення сигнального трафіку або збільшенні кількості неуспішних викликів, попереджаючи, таким чином, про можливу атаку, виникнення закільцьованого сигнального трафіку чи проблемах з лініями зв'язку або самим обладнанням.

Для цього користувач системи визначає значення порогів, що вважаються нормальними для його мережі або окремих її ланок, перевищення якого викличе попередження. При перевищенні цього порога система генерує тривожне повідомлення-звіт для оператора системи. Повідомлення супроводжується додатковою інформацією про потенційно небезпечну подію.

Кожна спроба міжстанційного виклику, успішна чи ні, генерує повідомлення ISUP, які проходять по ланці сигналізації [2]. Зібрані системою моніторингу дані повинні пересилатися в базу даних центру спостереження. Перед передачею можлива фільтрація і попередня обробка їх у віддаленому модулі, що зменшує час передачі інформації в центральну базу даних. Зібрана з усіх віддалених модулів інформація архівується в базі даних і потім може бути згрупована і статистично оброблена відповідно до запитів оператора системи (за часом спостереження, маршрутами, вузлами і т. д.).

Формування CDR на підставі інформації, отриманої при аналізі зібраних міжстанційних повідомлень ISUP, є альтернативою традиційному способу, при якому в кожній станції генеруються записи про виклики, що збираються потім зі всіх станцій в розрахунковому центрі. Станція зазвичай формує CDR-записи тільки для завершених або викликів з відповіддю, у той час як формування CDR-записів з міжстанційних повідомлень може дати набагато більше інформації.

Для того щоб формувати CDR-запис для кожного виклику, система моніторингу повинна бути здатна обробляти величезну кількість повідомлень. Крім того, для дослідження подій безпосередньо в момент їх виникнення система формує CDR-записи в режимі реального часу (або близькому до нього). Великої користі не дасть інформація, що помилка маршрутизації

виклику сталася кілька днів тому, – система повинна генерувати аварійне повідомлення про те, що щось відбувається не так, негайно по виникненню події.

Наявність системи моніторингу дозволяє технічному персоналу, який обслуговує мережу, не тільки оперативно виявляти проблеми, але й керувати рівнем послуг, добиваючись виконання угод SLA (Service Level Agreement) між абонентами і оператором, а також аналізувати структуру сигнального трафіку, проводити аналіз мережі з точки зору ефективності використання станційних ресурсів і формувати звіти [1].

Функція збору статистичного навантаження дозволяє системі фіксувати максимальні і мінімальні значення сигнального навантаження за заданий період часу. Зібрана інформація може бути корисна при з'ясуванні відмов у мережі сигналізації або в обладнанні комутаторів, якщо вони були викликані збільшенням сигнального навантаження. Так само стає можливим більш точно розрахувати необхідну кількість сигнальних каналів в заданому напрямку.

4. Можливі реалізації підсистеми оперативного моніторингу. Система підключається до мережі сигналізації в якості пасивного, територіально розподіленого аналізатора і представляє собою комплекс, який виконує централізований збір та аналіз даних про функціонування мережі сигналізації, що забезпечує видачу експертних оцінок і відображає в реальному часі основні характеристики мережі сигналізації. Система здатна надати інформацію, необхідну для організації та планування мережі, повсякденної її експлуатації, адміністрування і контролю.

Але головне завдання, вирішення якого покладається на систему аналізу та моніторингу, полягає в превентивному виявленні умов, що загрожують зниження якості наданих мережею послуг, тобто задовго до того моменту, коли погіршення якості стане помітним споживачеві послуг. Найбільш типові випадки застосування системи спостереження в реальному часі включають виявлення наступних загальномережевих проблем:

- визначення основних споживачів ресурсів мережі;
- виявлення та повідомлення про зниження якості надання мережевих послуг;
- виявлення відмов окремих компонентів;
- обробка історії загальномережевих подій, збір статистики;
- збереження сигнальних повідомлень за тривалий період часу для подальшого аналізу.

Віддалений модуль системи моніторингу може бути реалізованим комп'ютером на операційній системі Linux, що фізично підключається до потоку E1, в одному з таймслотів якого передаються дані ЗКС-7. Цей модуль підтримує кілька програмних додатків, розроблених для трасування викликів. Вони дозволяють виділити потік даних, розшифрувати його і записати у файл, в якому зберігається момент часу надходження кожної сигнальної одиниці.

Центральний модуль системи моніторингу – це потужний сервер з великим об'ємом жорстких дисків, здатний збирати і оперативно обробляти інформацію з віддалених модулів.

Сучасні вимоги до якості послуг, що надаються мережею, вимагають підвищення відповідальності оператора і зменшення часу реакції на проблему, що виникла. Основний вид заявок, які розглядає технічний персонал – неможливість додзвонитися на якийсь номер, погіршення якості зв'язку. Найчастіше для вирішення проблеми, потрібно отримати дані моніторингу неуспішного виклику.

Найбільш простий спосіб розібратися з такими заявками – це використання функції трасування викликів системи моніторингу за даними CDR. Можливе і декодування викликів, які пройшли через мережу в минулому. Термін залежить від потужності процесора і розміру жорстких дисків сервера [3].

Система моніторингу в режимі реального часу відстежує сплеск сигнального навантаження. Правила (пороги) при яких буде генеруватися повідомлення про проблему в мережі встановлюються заздалегідь.

Система робить аналіз кількості сигнальних повідомлень MSU за певний проміжок часу і якщо кількість MSU перевищує встановлений поріг, то система генерує звіт-повідомлення, в якому вказані необхідні дані для аналізу ситуації, і надсилає його оператору системи.

Перевищення порога може відбуватися внаслідок різкого збільшення навантаження, наприклад, при закільцьовуванні сигнального трафіку, перемаршрутизації трафіку при виході з ладу обладнання або ліній зв'язку або несанкціонованого використання мережі зв'язку.

Параметри, які містить повідомлення-звіт, що надсилається оператору системи, наведено в Табл. 1.

Параметри звіту при перевищенні кількості MSU Табл. 1

StartTime	Час початку вимірювання
EndTime	Час закінчення вимірювання
OPC	Відправник
DPC	Отримувач
Linkset	Назва пучка сигнальних ланок
SLC	Ланка сигналізації
MSU Quantity	Кількість повідомлень MSU
MSU Increasment, %	Приріст повідомлень MSU у відсотках
Rule	Ідентифікатор і опис правила генерації звіту

Також система в режимі реального часу відстежує, за яких причин відбувається роз'єднання. Збір даних для такого аналізу організований на основі рекомендації E.422 [4]. Для цього аналізуються всі повідомлення ініціації закінчення виклику REL. У повідомленні REL є поле Cause Value, яке описує причину роз'єднання.

У системі моніторингу встановлюється відсотковий поріг, співвідношення повідомлень REL з незадовільними CV доусіх повідомлень REL. Також вказуються, які CV є незадовільними (за замовчуванням це всі повідомлення REL крім тих, у яких CV = 16, 17, 18 і 19).

При перевищенні порогу система генерує звіт-повідомлення, в якому вказані необхідні дані для аналізу ситуації, і посилає оператору системи. Параметри, які містить повідомлення-звіт, що надсилається оператору, наведено в Табл. 2.

Параметри звіту з причин роз'єднань Табл. 2

StartTime	Час початку вимірювання
EndTime	Час закінчення вимірювання
OPC	Відправник
DPC	Отримувач
Linkset	Назва пучка сигнальних ланок
SLC	Ланка сигналізації
Unsuccesful CV Increasment, %	Приріст неуспішних викликів
Unsuccesful CVQuantity	Кількість неуспішних викликів
Unsuccesful CV Description, %	Опис процентного співвідношення між причинами неуспішних викликів
Rule	Ідентифікатор і опис правила генерації звіту

Для оцінки працездатності мережі також формується звіт якісних показників мережі, таких як частка викликів з відповіддю ASR, коефіцієнт зайнятості ABR і ефективність мережі NER, які визначені рекомендацією E.411 [5].

На основі аналізу сигнального трафіку дана опція системи в реальному часі розраховує і формує деталізовані звіти для кожного напрямку. Якщо значення одного з коефіцієнтів перетне заздалегідь встановлений поріг, то системою генерується звіт-повідомлення, в якому вказані необхідні дані для аналізу ситуації, і надсилає оператору системи.

Коефіцієнт ASR розраховується як процентне співвідношення числа викликів, на які відповіли, до загальної кількості спроб викликів в заданому напрямку. Оскільки такі ситуації, як зайнятість абонента й інші, коли відкидається виклик, вважаються як невдалі спроби викликів, розрахункове значення параметра ASR може змінюватися в залежності від поведінки абонента. Коефіцієнт ASR розраховується за формулою:

$$ASR = \frac{REL(CV=16)}{\Sigma REL} \cdot 100\% \quad (2)$$

Значення коефіцієнта ASR унормовано в рекомендації E.426, його значення не повинно бути нижче 30%, а при значенні, що більше за 60% якість зв'язку вважається відмінною [6].

Коефіцієнт ABR розраховується як процентне співвідношення числа зайнятості абонентів, тобто кількість успішних (що отримали відповідь) викликів по відношенню до кількості викликів, коли абонент був зайнятий. Коефіцієнт ABR розраховується за формулою:

$$ASR = \frac{REL(CV=16)}{REL(CV=17)} \cdot 100\% \quad (3)$$

Коефіцієнт NER вимірює здатність мережі доставити виклик до терміналу, що викликається. Сигнал зайнятості та інші помилки, викликані поведінкою користувача вважаються як успішно доставлені виклики для розрахунку NER. На відміну від ASR, NER виключає поведінку клієнта і термінального обладнання. Він розраховується як процентне відношення викликів з відповіддю, викликів коли абонент був зайнятий, викликів, на які не відповіли, викликів, відкинутих кінцевим обладнанням абонента до загальної кількості викликів. Коефіцієнт NER розраховується за формулою:

$$ASR = \frac{REL(CV=16, 17, 18, 19, 21, 27)}{\Sigma REL} \cdot 100\% \quad (4)$$

У Табл. 3 наведені параметри звіту, що надаються оператору системи моніторингу.

Start Time	Час початку вимірювання
End Time	Час закінчення вимірювання
Linkset	Назва пучка сигнальних ланок
SLC	Ланка сигналізації
ASR, %	Частка викликів з відповіддю ASR
ABR, %	Коефіцієнт зайнятості ABR
NER, %	Коефіцієнт ефективності мережі
Calls	Кількість викликів

Для розрахунку інформації, за якою формується звіт, що відстежує, з яких причин відбувається роз'єднання, і звіт коефіцієнтів ASR, ABR і NER в режимі реального часу може використовуватися такі три методи виконання вибірки даних.

1. Оцінка за фіксованою кількістю останніх викликів. Перевага цього методу в підвищенні точності розрахунку, оскільки чим більше вибірка, тим більш точно можна розрахувати коефіцієнти. Недолік методу полягає в тому, що при малому потоці викликів на ємності лінії, статистичні дані будуть відповідати досить великому проміжку часу, тобто цей метод мало ефективний при вимірюваннях в режимі реального часу.

2. Розрахунок показників за викликами, які надійшли за останній час фіксованої тривалості. Перевага цього методу в тому, що він більш орієнтований на вимірювання в режимі реального часу, тобто більше підходить для моніторингу та оперативного реагування. Недолік цього методу в його неточності при малому потоці викликів.

3. Комбінація попередніх двох методів. Встановлюється пріоритетний метод, а інший використовується при недостатній вибірці або при перевищенні встановленого часу.

5. Висновки. Найбільш суттєвим фактором, який може збільшити надійність мережі та, зокрема, її коефіцієнт готовності (1) при реалізації підсистеми моніторингу, на думку авторів, полягає у можливості оперативного виявлення ситуацій, які потенційно можуть привести до втрати системою працездатності або зменшення ефективності щодо надання послуг. Можна вважати, що для успішної експлуатації мережі система моніторингу абсолютно необхідна. Розроблені звіти і методи їх формування дозволять в режимі, наближеному до реального часу, *передбачити* та уникнути перевантажень, атак, закільцювання сигнального трафіку, проблем з лініями зв'язку або самим обладнанням. Вся необхідна для цього інформація вже існує в загальноканалній сигналізації. Мова йде лише про її відносно нескладне оброблення для надання персоналу у зручному для нього вигляді.

Література

1. Ловягина О. Г. Эволюция распределенного мониторинга сети ОКС-7 / О. Г. Ловягина // Вестник связи. – 2006. – №12.
2. Гольдштейн Б. С. Стек протоколов ОКС-7. Подсистема ISUP. Справочник / Б. С. Гольдштейн, И. М. Ехриель, Р. Д. Перле. – Санкт-Петербург: БХВ, 2003. – 479 с.
3. Ловягина О. Г. Распределенный мониторинг ОКС-7 / О. Г. Ловягина // Вестник связи. – 2007. – №2.
4. Observations on international outgoing telephone calls for quality of service // ITU-T Recommendation E.422. – 1996.
5. Quality of service, network management and traffic engineering – Network management – International network management // ITU-T Recommendation E.411. – 2002.
6. General guide to the percentage of effective attempts which should be observed for international telephone calls // ITU-T Recommendation E.426 (10/92). – 1992.

Дата надходження в редакцію: 12.03.2015 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Г. Ф. Конахович