

УДК 004.3

Глоба Л. С., д.т.н.; Донченко Ю. П.; Донченко А. Ю.

МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ КАНАЛІВ СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

Глоба Л. С., Донченко Ю. П., Донченко А. Ю. **Методика впровадження системи моніторингу стану каналів супутникового зв'язку.** В роботі розроблена методика та проведений порівняльний аналіз систем моніторингу при використанні супутникових каналів зв'язку. Визначені вимоги до каналів та розроблене програмне забезпечення на базі MRTG, яке дозволяє автоматично проводити моніторинг параметрів телекомунікаційних систем, які динамічно змінюються, та будувати графічні звіти. Робота впроваджена для групи компаній Континіум та може бути рекомендована телекомунікаційним операторам, операторам інших мереж, підприємствам з рознесеною інфраструктурою, які планують безпосередньо чи віддалено збирати, аналізувати або відображати статистичну інформацію про стан каналів зв'язку.

Ключові слова: МОНІТОРИНГ, СУПУТНИКОВІ КАНАЛИ, ГОЛОСОВІ ПАКЕТИ, VOIP, ДЖИТТЕР

Глоба Л. С., Донченко Ю. П., Донченко А. Ю. **Методика внедрения системы мониторинга состояния каналов спутниковой связи.** В работе разработана методика и проведен сравнительный анализ системы мониторинга при использовании спутниковых каналов связи. Определены требования к каналам и разработано программное обеспечение на базе MRTG, которое позволяет автоматически проводить мониторинг динамически изменяемых параметров телекоммуникационных систем и строить графические отчеты. Работа внедрена для группы компаний Континиум и может быть рекомендована телекоммуникационным операторам, операторам других сетей, предприятиям с разнесенной инфраструктурой, которые планируют прямо или удаленно собирать, анализировать или отображать статистическую информацию о состоянии каналов связи.

Ключевые слова: МОНІТОРИНГ, СПУТНИКОВЫЕ КАНАЛЫ, ГОЛОСОВЫЕ ПАКЕТЫ, VOIP, ДЖИТТЕР

Globa L. S., Donchenko Yu. P., Donchenko A. Yu. **Procedure for implementation of a monitoring system of satellite communication channel condition.** In the work the procedure is developed and comparative analysis of monitoring system using satellite communication channels is made. Requirements for channels are defined and software is developed on the MRTG basis which allows to monitor automatically of dynamically changing parameters of telecommunications systems and to create graphical reports. The work have been implemented for a Continium groups and can be recommended to telecom operators, other networks operators, enterprises with a distributed infrastructure planning either directly or remotely collect, analyze, or display statistical information about the communication channels condition.

Key words: MONITORING SYSTEM, SATELLITE CHANNELS, VOICE PACKETS, VOIP, JITTER

Вступ. Останнім часом у операторів, які надають послуги в глобальній мережі, все актуальнішою стає проблема моніторингу стану телекомунікаційної мережі. Особлива увага приділяється системам спостереження та збору статистичної інформації в каналах зв'язку [1]. Саме системи моніторингу дозволяють вчасно розпізнавати та реагувати на аномалії, що відбуваються в мережі. Призначення системи моніторингу полягає в наступному: *інформаційно-аналітична підтримка* основних управлінських функцій розподіленої мережі передачі даних; *моніторинг і контроль* вилучених об'єктів, передача обробленої інформації й можливість оперативного реагування, якщо буде потреба; *забезпечення оперативною моніторинговою інформацією* органів керування й реагування для визначення проблемних моментів їх вилучення рішення із приводу усунення аномалій мережі.

Аналізу проблем існуючих систем моніторингу стану мережі й побудові ефективно працюючої системи моніторингу стану мережі зв'язку присвячена дана стаття. Її актуальність обумовлена тим, що на сьогоднішній день ще не вирішена проблема створення системи моніторингу, яка дозволила б розширити можливості керування й інформаційного обміну, підвищити рівень готовності й доступності послуг систем зв'язку для рішення завдань бізнесу, підвищити оперативність їхнього виконання, забезпечити інформаційно-аналітичною підтримкою основні керівничі функції.

Також важливими залишаються питання скорочення витрат на експлуатацію мережі, забезпечення високого рівня якості й стійкості зв'язку, гнучкість при конфігуруванні, можливість розвитку існуючих мереж (провідних, радіо, супутникових), як з погляду

вдосконалення їхньої матеріально-технічної бази, так й організації їхньої роботи. На жаль на даний момент не існує систем, які б в повній мірі задовольняли усім потребам моніторингу.

Основною метою роботи є можливість інтерактивного реагування на аномалії, які відбуваються в мережі завдяки моніторингу заданих параметрів каналів зв'язку.

Для реалізації поставленої мети вирішувались задача створення системи моніторингу для спостереження за станом каналів зв'язку мережі, яка є розподіленою й динамічно змінюється.

Для вирішення цієї задачі запропоновано підхід до моніторингу стану каналів зв'язку, який базується на циклічному опитуванні центрального вузла мережі, яка збирає необхідну SNMP статистику з віддалених хостів та використовує програмне забезпечення MRTG для побудови трафіків, а також дозволяє робити моніторинг великих розподілених мереж, збудованих на обладнанні різних виробників у реальному часі з мінімальними витратами людських ресурсів.

Характеристики об'єкту впровадження системи. Корпоративна інформаційна мережа (КІМ), яка представляє собою сукупність локальних обчислювальних мереж головного підрозділу, філій і підлеглих їм управлінь, нафтобаз і регіональних відділень, об'єднаних між собою вузлами маршрутизації пакетів і каналами передачі даних, інформаційних ресурсів і процесів, покликана забезпечувати сучасний технологічний рівень керування підприємством. КІМ розповсюджена по всій території України, та згрупована по областям.

Об'єкт, для якого призначена дана система, має наступні характеристики: центральний офіс – 1; філіали – 40; автозаправочні станції і нафтобази – 183. КІМ повинна забезпечувати безпечне підключення філій і ряду підлеглих їм заправок, нафтобаз, можливо також регіональних відділень, а також функціонування на її базі сучасних автоматизованих систем обробки інформації. КІМ призначена для: *забезпечення цілодобового інформаційного обміну* між всіма підрозділами незалежно від їхнього територіального розміщення й організаційного підпорядкування; *передачі даних* інформаційних систем (систем керування підприємством, систем електронного документообігу, електронної пошти, доступ до централізованих ресурсів, Інтернет-орієнтованого прикладного програмного забезпечення, транзакцій пластикових карток і т.п.); *передачі голосових потоків* засобами КІМ у рамках корпоративної телефонної мережі; *забезпечення* централізованого моніторингу мережі; *віддаленого* адміністрування; *організації додаткових* IP-сервісів у рамках корпоративної мережі (використання для систем відеоспостереження, відеоконференцій і т.п.) [2].

Загальні відомості про мережу. Структура КІМ відповідає організаційній інфраструктурі компанії (рис. 1). Організаційна інфраструктура є трирівневою: *головний* підрозділ; *філії*; підлеглих філіям *підрозділи*. У кожному із зазначених підрозділів розгорнуті локальні обчислювальні мережі й вузли маршрутизації пакетів. Взаємодія локальної обчислювальної мережі (ЛОМ) головного підрозділу, філій і підлеглих підрозділів забезпечується вузлами маршрутизації підрозділів і каналами передачі даних між ними [3].

В роботі КІМ, особливо під час передачі голосової та відео інформації, критичним є час затримки при доставці інформаційних потоків. Оскільки резервними каналами для вузлів іншого рівня та основними для вузлів третього рівня є супутникові канали зв'язку, то для забезпечення нормального функціонування всіх інформаційних систем була обрана наступна схема проходження інформаційних потоків:

- з головного офісу (ГО) компанії через мережу MPLS Datagroup до вузла філії.
- з вузла філії по виділеному каналу до вузла Датасат у Києві, де знаходиться центральний вузол супутникового зв'язку. Для цього з кожної філії організовано виділений наземний канал з площадкою Датасат в Києві.
- через супутниковий зв'язок інформаційний потік потрапляє на вузол третього рівня (АЗС). Отже має місце всього один «фор» через супутник між вузлом першого та третього рівня (рис.2).

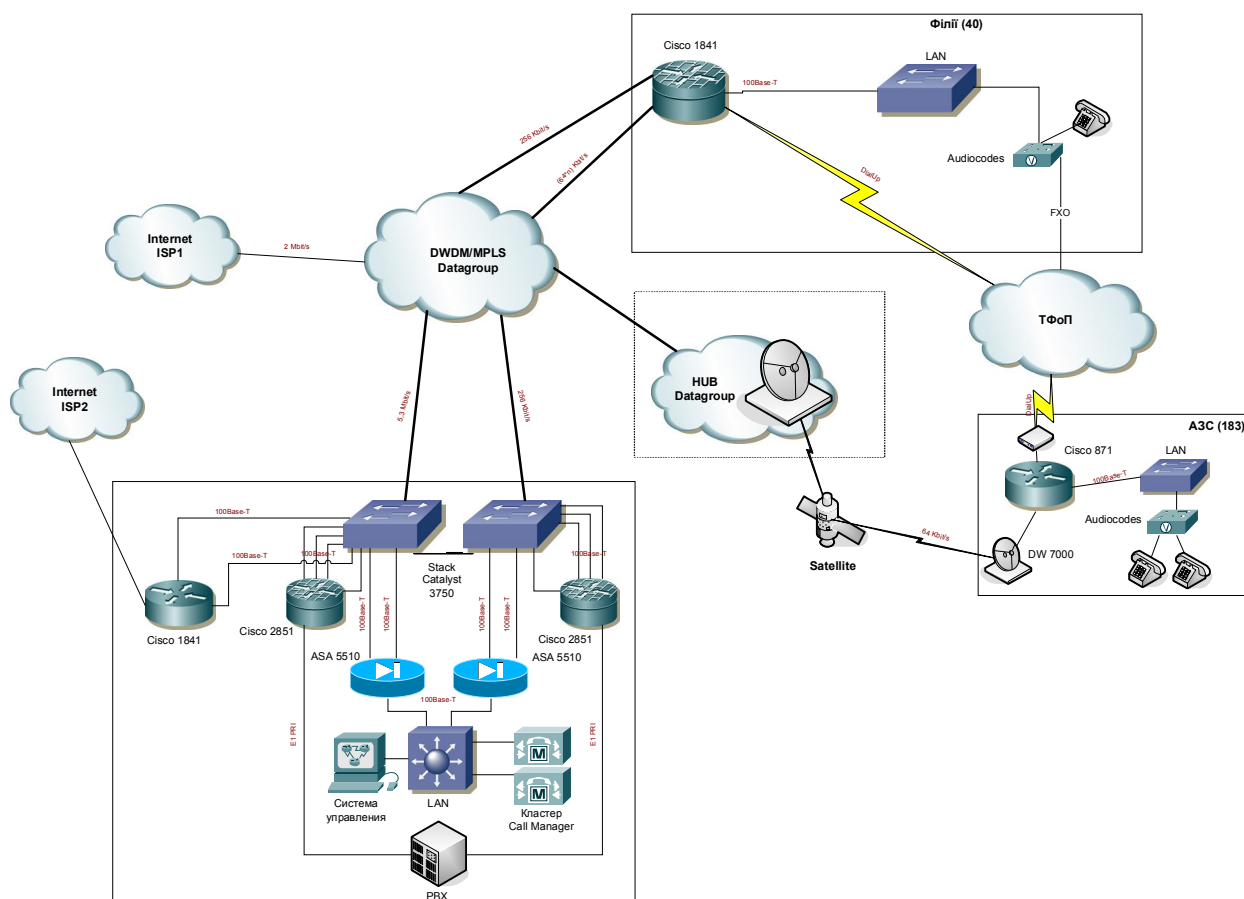


Рис 1. Загальна схема побудови мережі

Схеми проходження потоків даних, голосових потоків, а також сервісу Internet показано на рис. 2 і 3.

Потоки даних можуть проходити від вузла філії до ГО по обох каналах зв'язку. У ГО дані обов'язково проходять через мережевий екран для запобігання проведення мережевих атак. Голосові потоки можуть проходити аналогічним шляхом, але в ГО вони мають термінуватися на сервері CallManager, який виступає шлюзом для голосових потоків. Internet працює лише через наземні канали зв'язку. Якщо такий канал відсутній, то віддалена філія не має доступу до мережі Internet.

Методика впровадження системи моніторингу. Виходячи з того що, канали призначаються для передачі голосового трафіку, чутливого до будь-яких змін параметрів якості каналу, до них виставляються такі *вимоги та обмеження*: затримка при проходженні пакету від головного офісу до АЗС не повинна перевищувати 2 с; *джиттер* при проходженні пакету від головного офісу до АЗС не повинен перевищувати 150 мс; *пропускна здатність* супутникового каналу не повинна бути меншою за 512 Кб/с [4].

Система моніторингу повинна задовольняти вимогам:

- виконувати моніторинг пропускної здатності каналу. У зв'язку з тим, що трафік у каналі не підпорядковується пуассонівському розподілу і може бурхливо змінюватися, важливо мати детальну інформацію про стан каналу у будь який момент часу;
- виконувати моніторинг затримки проходження пакетів у каналі. Цей параметр критичний для роботи IP-телефонії;
- виконувати моніторинг девіації затримки проходження пакетів у каналі. Цей параметр критичний для роботи IP-телефонії;

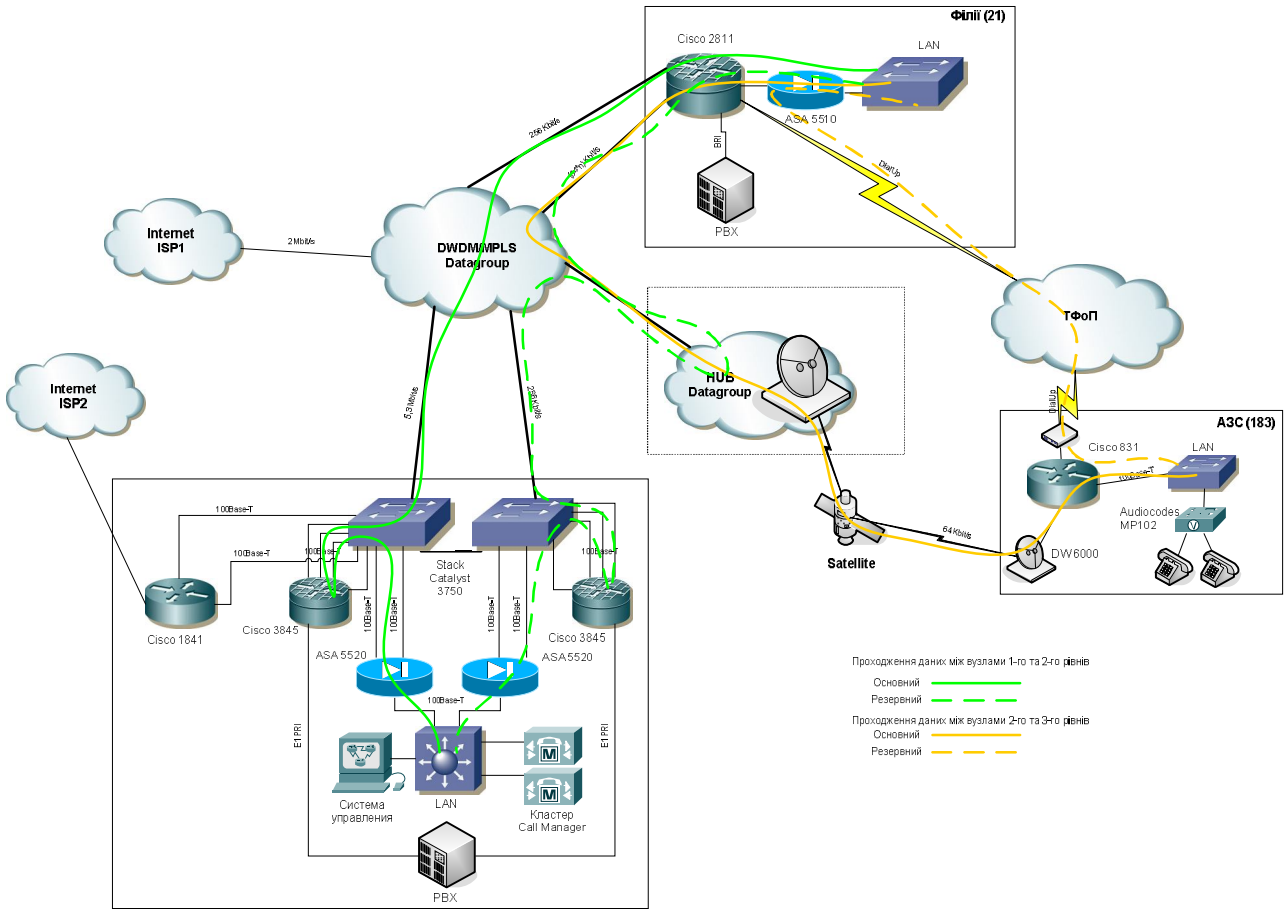


Рис 2. Схема проходження потоків даних

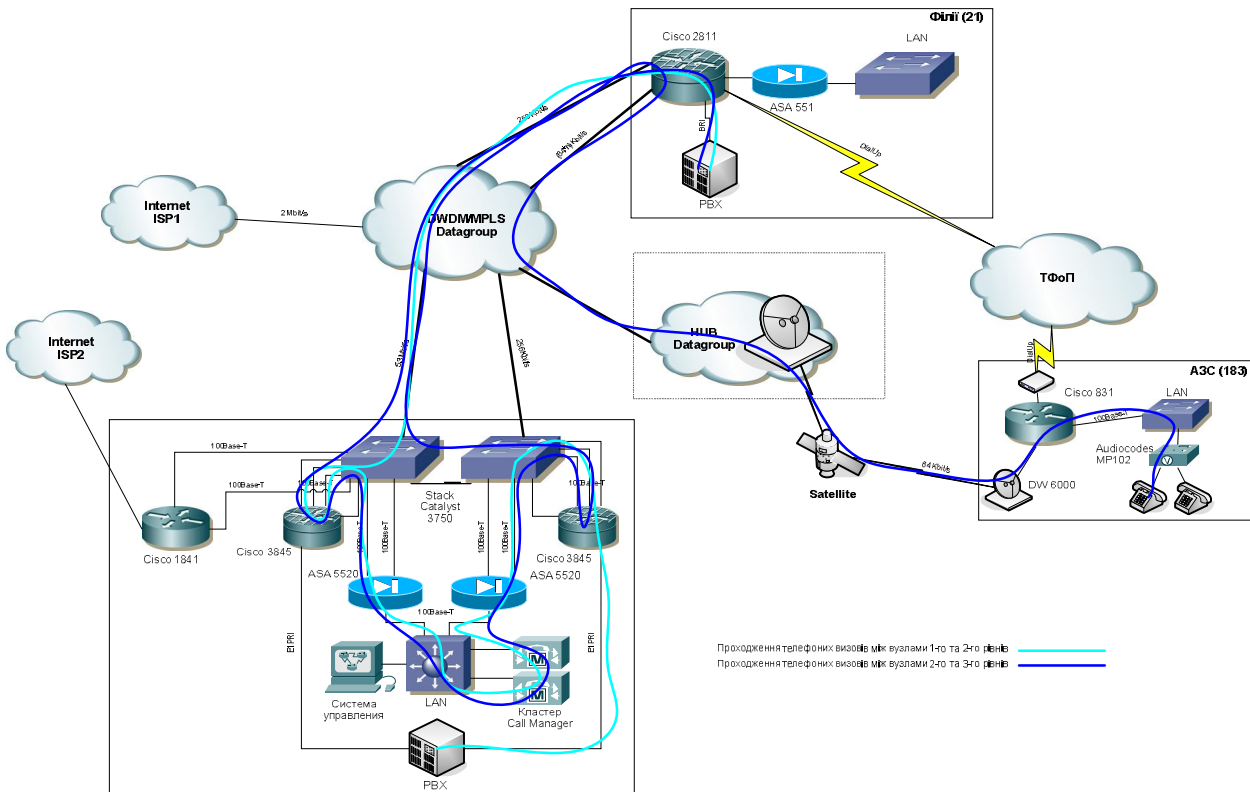


Рис 3. Схема проходження голосових потоків

- зберігати значні обсяги інформації. Для аналізу сезонних впливів на якість каналу, потрібно мати змогу утримувати інформацію в базі щонайменше 1 рік;
- можливість установки програмного забезпечення на усі популярні апаратно-програмні платформи (платформонезалежність).

Виходячи з даних вимог запропоновано наступну методику розрахунку параметрів, які дозволяють оцінити відповідність існуючих систем моніторингу стану мережі заданим вимогам.

Розрахунок параметрів аналізу систем моніторингу. Задача полягає у визначенні та розрахунку параметрів, за якими будуть порівнюватися системи моніторингу.

Пропускна здатність каналу зв'язку. Враховуючи що навантаженість каналу може динамічно змінюватися, бажано знімати дані з інтервалом 1 с, але не більшим ніж 60 с. Коефіцієнт точності отримуваних даних, позначимо як

$$K_T = M_{\min} / M_T \quad (1)$$

де K_T — параметр точності, M_{\min} — бажаний інтервал аналізу каналу, $M_T \in [1 : 60]$ с — інтервал, що забезпечує певний програмний продукт.

Затримка розповсюдження пакетів в каналі зв'язку. Параметр, який повинен враховуватись при передачі пакетів, критичних до затримки, (пакети IP-телефонії, тощо). Для роботи телефонії через супутникові канали зв'язку величина затримки не повинна перевищувати 2000 м/с. Тобто дані потрібно знімати з бажаною точністю 1 мс, але не менше ніж 100 мс. Параметр затримки розповсюдження пакетів, позначимо як

$$K_3 = D_{\min} / D_3 \quad (2)$$

де K_3 — параметр затримки розповсюдження пакетів у каналі зв'язку, D_{\min} — бажаний інтервал аналізу затримки пакетів, $D_3 \in [1 : 100]$ мс — інтервал, що забезпечує певний програмний продукт.

Джиттер передачі пакетів. Один з найважливіших параметрів при передачі пакетів критичних до затримки. Для роботи телефонії через супутникові канали зв'язку величина джиттера не повинна перевищувати 150 м/с. Тобто дані потрібно знімати з бажаною точністю 1 мс, але не менше ніж 50 мс. Коефіцієнт джиттера, позначимо як

$$K_D = J_{\min} / J_D \quad (3)$$

де K_D — параметр джиттера, J_{\min} — бажаний точність визначення параметра джиттера, $J_D \in [1 : 50]$ мс — точність, яку забезпечує певний програмний продукт.

Обсяг інформації, якою може оперувати система моніторингу. На якість канали можуть впливати різні погодні умови, які відрізняються для різних сезонів. Тому для аналізу сезонних впливів на якість каналу, потрібно мати змогу утримувати інформацію в базі щонайменше 1 рік.

$$K_{hd} = 1 - V_{\min} / V_{hd} \quad (4)$$

де K_{hd} — параметр обсягу інформації, якою може оперувати система моніторингу, V_{\min} — бажаний обсяг інформації, якою може оперувати система моніторингу, $V_{hd} \in [365 : \infty]$ (діб) — інтервал, що забезпечує певний програмний продукт.

Платформонезалежність. Можливість установки програмного забезпечення на усі популярні апаратно-програмні платформи.

$$K_P = \begin{cases} 0, & P \leq 1 \\ 1, & P > 1 \end{cases} \quad (5)$$

Деякі системи моніторингу можуть не повністю задовольняти усім вимогам, але при цьому бути краще інших за певними параметрами. Тому необхідно ввести вагові коефіцієнти для кожного порівняльного параметра $k_1 \dots k_5$ де: k_1 — ваговий коефіцієнт пропускної здатності каналу; k_2 — ваговий коефіцієнт затримки каналу; k_3 — ваговий коефіцієнт джиттера каналу; k_4 — ваговий коефіцієнт обсягу інформації, якою може оперувати система моніторингу; k_5 — ваговий коефіцієнт платформонезалежності системи.

У загальному вигляді формула матиме вигляд

$$K_{\Sigma} = k_1 K_T + k_2 K_3 + k_3 K_D + k_4 K_{hd} + k_5 K_P. \quad (6)$$

Мережа КІМ була розроблена для передачі IP-телефонії по супутникових каналах зв'язку, тому найважливішими параметрами оцінки каналу будуть параметри затримки проходження пакету та джиттер. У зв'язку з цим, для порівняння систем моніторингу від різних виробників, вагові коефіцієнти розпишемо наступним чином:

$$k_1 = 0,2; \quad k_2 = 0,3; \quad k_3 = 0,3; \quad k_4 = 0,1; \quad k_5 = 0,1.$$

Аналіз існуючих систем моніторингу трафіку. Проведемо порівняльний аналіз основних систем моніторингу мережевого трафіку на їх відповідність заданим вимогам (табл. 1).

Порівняння технічних параметрів існуючих систем моніторингу

Табл. 1.

	M_T	D_3	J_D	V_{hd}	P	K_T	K_3	K_D	K_{hd}	K_P	K_{Σ}
Solarwinds Orion	10	1	1	1825	0	0,02	0,3	0,3	0,08	0	0,7
Fluke OptiView	1	10	10	365	0	0,2	0,03	0,03	0	0	0,26
HP OpenView	10	1	1	3650	1	0,02	0,3	0,3	0,09	0,1	0,81
Cisco LMS	60	10	10	3650	0	0,003	0,03	0,03	0,09	0	0,15
MRTG	1	1	1	∞	1	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	1

Як видно з таблиці, кожна з систем має певні переваги або недоліки по заданим критеріям. Найбільше описаним вимогам відповідає програма забезпечення MRTG, на базі якого і було розроблено систему моніторингу супутникових каналів зв'язку.

Запропонована система керування. Система керування КІМ будується на основі централізованого керування. Централізована система керування використовується адміністраторами Центрального офісу. При цьому для доступу, моніторингу й конфігурування встаткування використовується: *набір програмного забезпечення* керування фірми Cisco, що включає в себе клієнтські версії пакетів, які встановлюються на робочі станції адміністраторів; *протоколи* TelNet, SNMP, FTP, TFTP.

Централізована система керування виконує активну й пасивну функції. Пасивною є функція моніторингу всієї КІМ. Активна функція конфігурування поширюється на устаткування центрального офісу, маршрутизатори філій та АЗС. Мережа керування перебуває в локальній мережі центрального вузла, для вузлів філій передбачена система резервного супутникового з'єднання. Таким чином, при обриві зв'язку по основному каналу, задіється інший інтерфейс маршрутизатора філії, відповідно міняються й IP-адреси, по яких стають доступними маршрутизатори для серверів системи керування. Для збереження керування пристроями у випадку роботи з резервного каналу, доступ до маршрутизаторів філій здійснюється через віртуальний Loopback інтерфейс, що, за визначенням, завжди залишається активним.

Система моніторингу стану каналів супутникового зв'язку на основі програмного забезпечення MRT (Multi Router Traffic Grapher). Система здійснює збір інформації з мережевих пристроїв, що підтримують обмін інформацією із протоколу SNMP. Програма генерує html-сторінки, на яких представлено витрати мережевого трафіка. Програма працює не тільки на операційних системах *NIX, але й у середовищі MS Windows.

MRTG являє собою зручний інструмент для побудови графіків завантаження мережі. Програма одержує інформацію із протоколу SNMP з різних пристроїв мережі. Результатом роботи програми є згенеровані html-файли й картинки у форматі png із графіками завантаження мережі. Програма дозволяє робити настройку вигляду html-сторінок зі статистикою за бажанням користувача. Можливе застосування шаблонів, які настраюються в конфігураційному файлі програми. Також можливе використання отриманих зображень у складі власних веб-сторінок зі статистикою [5].

Недоліком MRTG, як і більшості програм моніторингу, є необхідність ручного налаштування у повному обсязі. Всі параметри: — перелік IP-адрес; налаштування протоколу SNMP, MIB-параметрів (Management Information Base) трафіка, який моделюється; спосіб побудови графічних звітів — необхідно задавати для кожного об'єкта окремо. Це досить важко у великих розподілених мережах, де відбувається динамічне підключення й відключення обладнання.

Саме для вирішення цих проблем було розроблене спеціалізоване програмне забезпечення на мові xml, яке автоматично збирає із центрального комутатора всю інформацію про підключене устаткування, а також значення показника MIB-лічильників.

Робота програми з вбудованим програмним забезпеченням збору статистичної інформації. Налаштування центрального маршрутизатора, а також налаштування параметрів збору статистичної інформації відбувається наступним чином.

Спочатку необхідно настроїти центральний комутатор, на якому буде відбуватися збір SNMP пакетів, які приходять з віддалених вузлів. Для цього задамо такі параметри: *опис центрального пристрою*, на якому настроєний RTR або SLA для симуляції проходження голосового трафіку й збору статистичної інформації параметрів затримки й джиттера; *IP-адреса пристрою*, необхідна для віддаленого підключення по шифрованому GRE тунелю; *тип SNMP протоколу SNMPv3*, який дозволяє проводити не тільки аутентифікацію, але й шифрування трафіку, який передається, а також задається порт, на який будуть приходити SNMP пакети; *параметри*, які необхідно моніторити.

Наступним кроком є вибір хостів для побудови дерева трафіків. Після установки первинних налаштувань система запускає xml скрипт, який виявляє всі підключені до мережі пристрої й виводить на екран їхній список. Оскільки підключених пристроїв досить багато, вони можуть групуватися по заданих ознаках у групи. Також можна вибрати, який саме параметр із переліку параметрів на центральному вузлі необхідно відображати графічно.

Наступний крок процедури полягає у виборі дерева трафіків для моніторингу. У даному проекті кожній області була привласнена своя підмережа і пристрої групувалися по IP-адресах, які належать певній підмережі.

Далі виконувалась *процедура моніторингу* обраного дерева трафіків. Відображення параметрів джиттера для групи пристроїв показано на прикладі Луцької філії (рис. 4). У цьому випадку на екран виводяться параметри про середній й максимальний, позитивний й негативний джиттер в обох напрямках.

З графіка видно, що джиттер для першого пристрою значно перевищує припустимі 150 мс, отже необхідно виконати пріоритизацію трафіка для зменшення рівня затримки. На другому й третьому пристрої рівень джиттера перебуває в припустимих межах. Однак на

третьому пристрої відбуваються періодичні сплески, що також може призвести до більш тривалих затримок трафіка й обривів голосових сесій.

Відображення деталізованої інформації по заданому хосту показано на рис. 5. Можливо відобразити інформацію зняту з пристрою за день, за тиждень, за місяць та за рік.

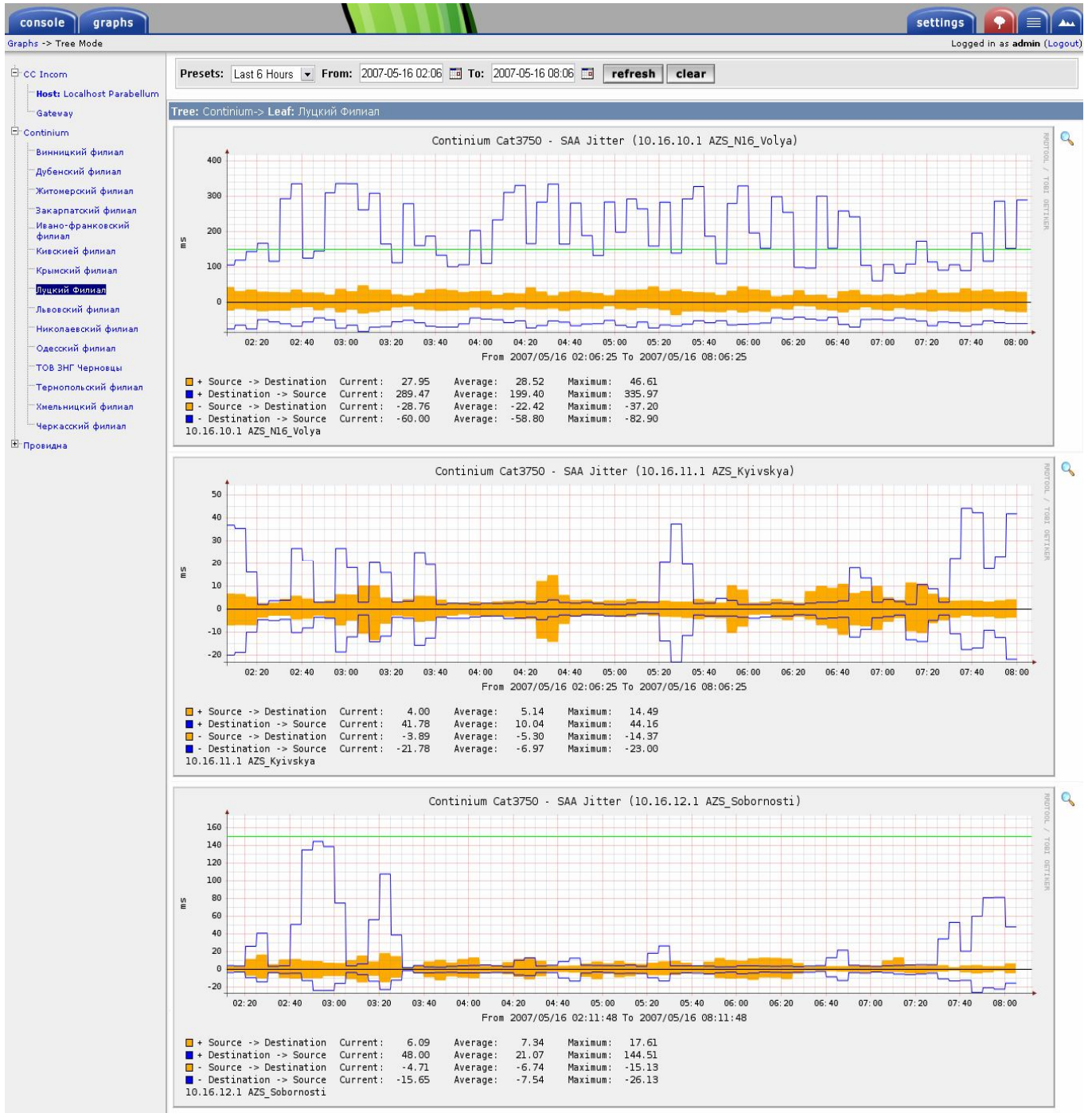


Рис. 4. Рівень джиттера голосових пакетів

Висновки. 1. Запропоновано методику проведення порівняльного аналізу програмного забезпечення для моніторингу стану каналів зв'язку.

2. Запропонований варіант реалізації системи моніторингу мережі, який виконано на замовлення компанії Інком, та реалізовано на практиці в супутниковій системі зв'язку, яка покриває більше 200 філій по всій Україні.

3. Запропонована система моніторингу дозволяє збирати статистику стану супутникових каналів зв'язку за допомогою опитування МІВ параметрів віддалених хостів по протоколу SNMP.



Рис. 5. Деталізований графік обраного хоста

Література

1. Бройдо В. Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации / В. Л. Пройдо. — С.-П.: Питер, 2006. — 702 с.
2. Catherine Paquet, Warren Saxe, Network Security, The: Advocacy, Governance, and ROI. — Cisco Press. 2005. — 408 p.
3. Jeff Doyle, Jennifer Carroll, CCIE Professional Development Routing TCP/IP, Volume I, Second Edition. — Cisco Press, 2005. — 936 p.
4. Ramesh Kaza, Salman Asadullah. Cisco IP Telephony: Planning, Design, Implementation, Operation, and Optimization. — Cisco Press, 2005. — 672 p.
5. MRTG Documentation [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://oss.oetiker.ch/mrtg/doc/index.en.html> (01.06.2011).