

АНАЛІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПОБУДОВИ IP-МЕРЕЖ НА БАЗІ SOFTSWITCH

Сучасним мережам NGN притаманне відокремлення сервісних функцій від транспортних технологій, що дозволяє прозоро тримувати різноманітні послуги незалежно від місцезнаходження користувачів. В якості ядра мультисервісної мережі використовується Softswitch, що в свою чергу реалізовує принцип сполучення всіх видів сигналізації та інтеграцію різноманітного обладнання. В даній роботі представлена функціональна модель Softswitch, схема взаємодії його органів управління та алгоритм роботи його основних компонентів.

Романов А.И., Нестеренко Н.Н., Гордашник Е.С. Анализ функциональных особенностей построения IP-сетей на базе Softswitch. Современным сетям NGN присуще отделение сервисных функций от транспортных технологий, что позволяет прозрачно получать различные услуги независимо от местонахождения пользователей. В качестве ядра мультисервисной сети используется Softswitch, что в свою очередь реализует принцип сочетания всех видов сигнализации и интеграцию разнородного оборудования. В данной работе представлена функциональная модель Softswitch, схема взаимодействия его органов управления и алгоритм работы его основных компонентов.

O. Romanov, M. Nesterenko, E. Gordashik Analysis features of construction IP-networks based on Softswitch. Modern NGN networks inherent in separating the service functions of the transport technology that allows you to transparently receive various services regardless of location. As, core multi-service network using Softswitch, which in turn implements the principle of combining all types of signaling and integration of heterogeneous equipment. This paper presents a functional model of Softswitch, the scheme of interaction of its controls and the algorithm of its main components.

Ключові слова: Next Generation Network, Softswitch, SIP, H. 323., IP-ATC.

В даний час, міжнародним комітетом стандартизації ITU розроблена концепція побудови мереж NGN (Next Generation Network), яка визначає основні напрями побудови нових і модернізації існуючих телекомунікаційних мереж. Мережа NGN визначена, як мережа з пакетною комутацією, що допускає спільне використання різних широкосмугових транспортних технологій з підтримкою механізму QoS. Крім того, вона характеризується незалежністю сервісних функцій мережі від транспортних технологій, що в ній використовуються, забезпечення абонентам можливості прозорого одержання послуг різних провайдерів і постійний доступ абонентів до послуг незалежно від їх місцезнаходження, тобто підтримувати „мобільності” терміналів [1]. Для вирішення цих завдань рекомендовано використання багаторівневої архітектури, яка має чітке розмежування наступних рівнів: рівень послуг і додатків, рівень управління, рівень магістральної транспортної мережі і рівень мереж доступу. Всі рівні повинні взаємодіяти між собою через відкриті інтерфейси. Велике значення в цій архітектурі відводиться рівню управління, який повинен забезпечити поєднання мереж, побудованих з використанням різних технологій, методів комутації та обладнання різних виробників. В якості головного елемента системи управління корпоративної мережі було запропоновано використання Softswitch. Основними вимогами до Softswitch, як до обладнання управління мережею NGN, було визначено відділення функцій управління встановленням з'єднання від функцій комутації, здатність обслуговувати велику кількість абонентів і взаємодіяти з серверами додатків з використанням відкритих інтерфейсів. Так як концепція NGN, припускає конвергенцію мереж IP-телефонії з телефонними мережами загального користування, мережами ISDN, інтелектуальними мережами, мережами мобільного зв'язку та мережею Internet, то найбільш складним завданням є забезпечення їх взаємодії. Тому реалізація Softswitch пропонувалася у вигляді програмного комутатора, що являвся б ядром мультисервісної мережі і реалізував принцип сполучення всіх видів сигналізації.

Перші Softswitch (class IV) були з апаратно-програмною реалізацією. Таким чином, вони фактично залишалися все тим же звичним комутаційним вузлом, тільки без цифрового

комутаційного поля і абонентських комплектів. Це дозволяло інтерпретувати його функції в різних сценаріях модернізації телефонної мережі загального користування і спрощувало процес практичної реалізації [2].

Однак, суттєвою проблемою *Softswitch (class IV)* була відсутність суворої стандартизації з боку *ITU*. Таким чином, реалізація *Softswitch* цілком залежала від концепцій фірми виробника, що призводило до проблем несумісності між *Softswitch* продуктами різних компаній.

Внаслідок цього почалися пошуки можливих рішень цієї проблеми. Так, в області інтелектуальних і мобільних мережах, з'явилася концепція *IMS*. В рамках цієї концепції запропоновано використання набору серверів додатків, що надають як звичайні телефонні послуги, так і нові сервіси (обмін миттєвими повідомленнями в режимі „кожен з кожним”, передача потокового відео, обмін мультимедійними повідомленнями і т. д.).

В області звичайної та *IP*-телефонії використовували тенденцію переходу на хмарні технології і замінили програмно-апаратні комплекси на чисто програмні. У результаті чого з'явилися *Softswitch (class V)*, які забезпечили можливість роботи безпосередньо з кінцевими абонентами мережі та надавати їм як транспортні послуги, так і додаткові види обслуговування. Крім того, більш вузька спеціалізація вирішення завдань в галузі передачі голосових повідомлень, дозволила спростити рішення задачі сумісності обладнання різних виробників. При цьому, поява на ринку телекомунікацій *Softswitch (class V)* стирає чіткі межі між *Softswitch* і *IMS*.

На рис. 1. представлена структурна схема використання *SoftSwitch* при організації міжнародної зв'язку.

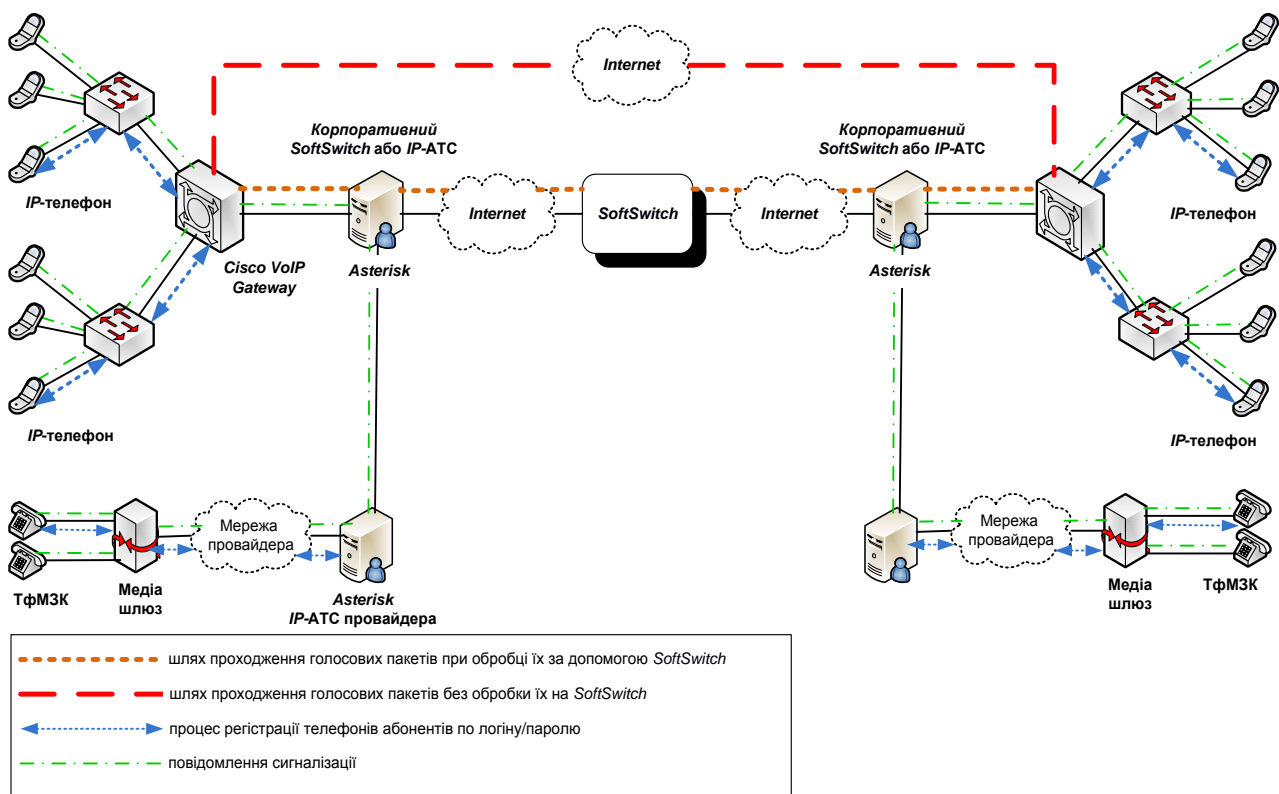


Рис. 1. Структурна схема використання *SoftSwitch* при організації міжнародного зв'язку

Представлену мережу можна розділити на 3 частини: внутрішня мережа корпорації, в якій знаходяться абоненти, мережа *Internet*, в якій знаходиться *SoftSwitch*, а також внутрішня

мережа, в якій знаходяться абоненти, що обслуговуються. Розглянемо більш детально кожен із них.

Власником внутрішньої мережі є компанія, що надає послуги зв'язку абонентам. У разі використання абонентами *SIP*-телефонів, на першому етапі встановлення зв'язку, телефон повинен пройти процес реєстрації. Блок-схема процесу реєстрації представлена на рис. 2.

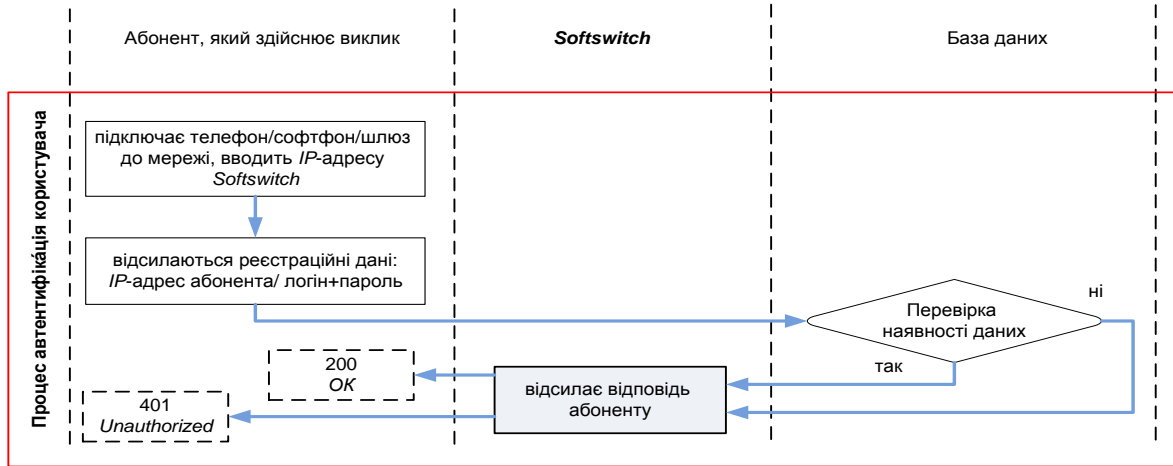


Рис. 2. Процес реєстрації абонентського обладнання

Таким чином, на першому етапі абонент повинен повідомити SoftSwitch свої персональні дані. Реєстрація відбувається або за IP-адресою телефону, або за логіном / паролем, у разі використання динамічної адресації в мережі. Обладнання відправляє пакет REGISTER, який представлений на рис. 3.

```
[PACKET] 20150826-13:38:38.684 [Sent 91.208.12.131:5060] SIP IP-адреса і порт Softswitch
REGISTER sip:91.208.12.131:5060 SIP/2.0
Accept: application/dtmf-relay, application/sdp
Accept-Language: *
Allow: INVITE, ACK, BYE, CANCEL, REGISTER, INFO
Call-ID: 4e6ac324064ae511823aba42b43d1b36 унікальний ідентифікатор сесії
Contact: <sip:329909025671@78.47.207.243>;expires=3600 номер абонента і його IP-адреса; 3600 – час в
CSeq: 1363 REGISTER секундах після якого необхідна повторна реєстрація
From: <sip:329909025671@91.208.12.131>
Max-Forwards: 70
Recv-Info: dtmf
To: <sip:329909025671@91.208.12.131>
User-Agent: IXC SS
Via: SIP/2.0/UDP 78.47.207.243:branch=z9hG4bKd253196b654ae51185c1ba42b43d1b36:rport
Authorization: Digest username="MY_USERNAME", realm="sip.ca2.voip.ms", nonce="5e954418",
uri="sip: 91.208.12.131; transport=UDP", response="d7fb6af2a3b75e1f91b8f65ef8ea8156", логін та пароль в
algorithm=MD5 зашифрованому вигляді
Content-Length: 0
```

Рис. 3. Приклад повідомлення REGISTER

Залежно від наявності даних про користувача на Softswitch, абоненту відправляється або повідомлення про успішну реєстрацію (*OK*), або відмова (*Unauthorized*). Так само вказується період реєстрації, по закінченню якого абонентське обладнання повинне буде знову зареєструватися. Даний період вноситься для того, щоб абонент не зміг використати послуги зв'язку після видалення або блокування його профілю. Беручи до уваги той факт, що велика кількість абонентів і відповідно постійний обмін службовими повідомленнями вимагають велику пропускну спроможність і обчислювальні ресурси, в даних мережах використовується децентралізована архітектура (рис. 1). Так, процесом реєстрації

управляють маршрутизатори *Cisco*, які при потребі можуть бути оснащені голосовим супроводом – *IVR*. Таким чином, маршрутизатори дозволяють розвантажити мережу від реєстраційних повідомлень і *IP-АТС* від необхідності постійного звернення до бази даних абонентів.

Розглянемо іншу складову вище представлені мережі, а саме *Softswitch*. *Softswitch* бере на себе завдання управління сесією сигналізації та голосовою сесією, а також ведення білінгу та надання статистики в зрозумілому людині вигляді. Таким чином, *Softswitch* можна представити у вигляді взаємозв'язку функціональних блоків та модулів, як це показано на рис. 4.

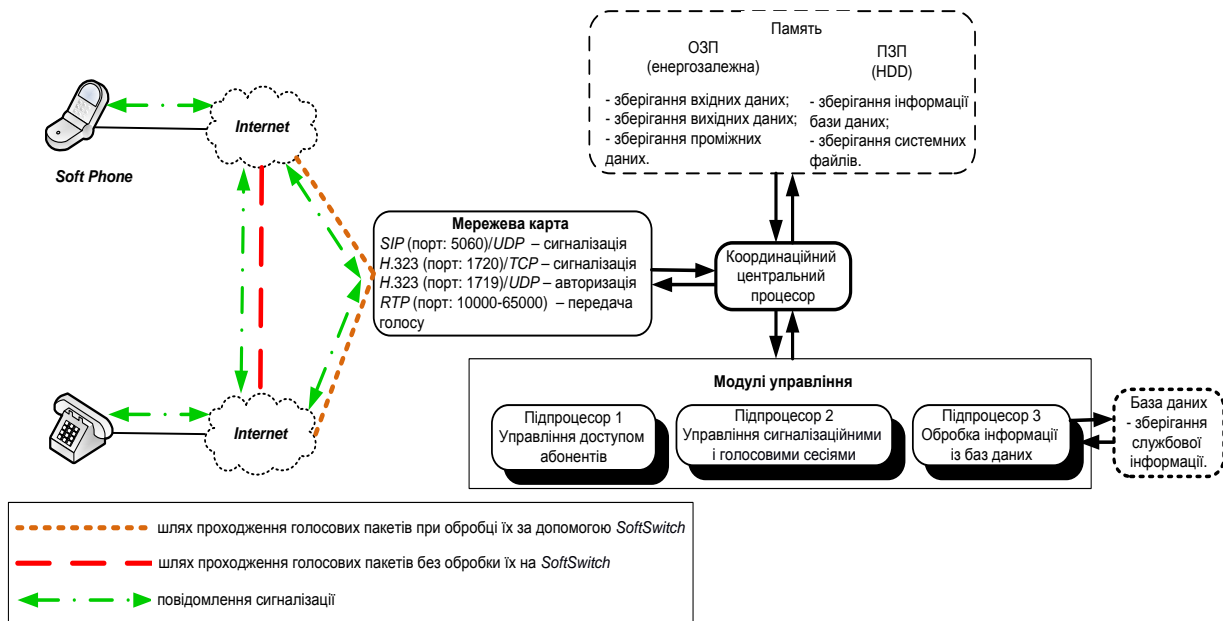


Рис. 4. Функціональна схема *Softswitch*

Розглянутий у статті *Softswitch (class V)* – це повністю програмна реалізація комутатора *IP*-телефонії. Однак, очевидно, що забезпечення його функцій покладається на апаратні засоби сервера. Тому функціональна схема на рис. 4 показує, як відбувається взаємодія програмних компонентів *Softswitch* і апаратних складових сервера [3].

Так, *Softswitch* складається з модулів управлінням доступом абонентів, управлінням сигналізаційними і голосовими сесіями та модулем обробки інформації. Кожен з цих модулів користується віртуальним процесором, їхня взаємодія управляється центральним серверним процесором. Центральний процесор управляє мережевою картою, яка приймає переважно 3 типи пакетів – пакети сигналізації *SIP*, сигналізації *H.323* і голосові пакети протоколу *RTP*.

Після прийому пакетів мережевим інтерфейсом, вони записуються в оперативну пам'ять, звідки в декілька потоків витягуються для обробки модулями управління. Вся інформація, отримана з пакету, записується у відповідні таблиці баз даних, що зберігаються в ПЗУ. Вони використовуються для надання статистики, ведення звітності й виставлення рахунків.

По-перше з'ясуємо основні моменти, що стосуються бази даних та вимоги до них. *Softswitch* в процесі функціонування потрібен постійний доступ до інформації, а саме: реєстрація абонентів, потрібно перевірити збіг *IP*-адреси або логіна / пароля; знати, які адреси та параметри сигналізаційної сесії використовувати в процесі встановлення з'єднання. З цією метою використовують спеціальні бази даних. Вони повинні відповідати специфічним вимогам, щоб підтримувати якість обслуговування:

1. Надійність тобто повна відповідність принципам *ACID* – атомарність (*atomicity*), несуперечність (*consistency*), ізолюваність (*isolation*), збереження даних (*durability*).

В свою чергу:

– *atomicity* – транзакція розглядається як єдина логічна одиниця, всі її зміни або зберігаються цілком, або повністю відкочуються.

– *consistency* – транзакція переводить базу даних з одного несуперечливого стану (на момент старту транзакції) в інше несуперечливе стан (на момент завершення транзакції). Несуперечливим вважається стан бази, коли виконуються всі обмеження фізичної та логічної цілісності бази даних, при цьому допускається порушення обмежень цілісності протягом транзакції, але на момент завершення всі обмеження цілісності, як фізичні, так і логічні, повинні бути дотримані.

– *isolation* – зміни даних при конкурентних транзакціях ізольовані один від одного на основі системи версійності

– *durability* – результати успішних транзакцій гарантовано зберігаються на жорсткий диск незалежно від збоїв апаратури.

2. Багатоверсійність *Multiversion Concurrency Control (MVCC)* використовується для підтримки узгодженості даних в конкурентних умовах, в той час як у традиційних базах даних використовуються блокування. *MVCC* означає, що кожна транзакція бачить копію даних (версію бази даних) на час початку транзакції, незважаючи на те, що стан бази могло вже змінитися. Це захищає транзакцію від неузгоджених змін даних, які могли бути викликані (іншою) конкурентною транзакцією, і забезпечує ізоляцію транзакцій. Основний вигравш від використання *MVCC* в порівнянні з блокуванням полягає в тому, що блокування, яку ставить *MVCC* для читання не конфліктує з блокуванням на запис, і тому читання ніколи не блокує запис і навпаки.

3. Можливість відновлення – загальноприйнятий механізм протоколювання всіх транзакцій, що дозволяє відновити систему після можливих збоїв. Основна ідея полягає в тому, що всі зміни повинні записуватися у файли на диск тільки після того, як ці записи журналу, що описують ці зміни, будуть і гарантовано записані на диск. Це дозволяє не скидати сторінки даних на диск після фіксації кожної транзакції, оскільки ми знаємо і впевнені, що зможемо завжди відновити базу даних використовуючи журнал транзакцій.

4. Цілісність даних. Повинна підтримуватися цілісність даних на рівні схеми – це зовнішні ключі (*foreign keys*), обмеження (*constraints*).

5. Продуктивність ґрунтується на використанні індексів, інтелектуальному планувань запитів, тонкої системи блокувань, системою управління буферами пам'яті і кешування, масштабованості при конкурентній роботі, а саме:

– підтримка індексів, включає підтримку: стандартних індексів (*B-tree, hash, R-tree, GiST*, тобто узагальнене пошукове дерево); часткових індексів (*partial indices*); функціональні індекси.

– планувань запитів ґрунтується на вартості різних планів, враховуючи безліч факторів. Він надає можливість користувачеві налагоджувати запити і налаштовувати систему.

– система блокувань підтримує блокування на нижньому рівні, що дозволяє зберігати високий рівень конкурентності при захисті цілісності даних. Блокування підтримується на рівні таблиць і записів. На нижньому рівні, блокування для загальних ресурсів оптимізована під конкретну ОС і архітектуру.

– управління буферами і кешування використовують складні алгоритми для підтримки ефективності використання виділених ресурсів пам'яті.

– *table spaces* (просторові таблиці) дозволяють гнучке використання дискового простору для зберігання об'єктів системи, що також підвищує продуктивність і масштабованість.

– масштабованість ґрунтується на описаних вище можливостях. Низька вимогливість до ресурсів і гнучка система блокувань повинні забезпечувати необхідне масштабування, у

той час як індекси і управління буферами забезпечувати хорошу керованість системи навіть при високих завантаженнях.

Для розподілу навантаження використовуються дві бази даних: постійна і тимчасова. У постійній зберігаються конфігурації *Softswitch*, відділень, цін, а в тимчасовій – поточні активні дзвінки. По закінченню дзвінка, модуль обробки інформації переводить дані в таблицю статистики постійної бази.

Розглянемо більш детально структуру таблиць баз даних, які включають наступні категорії:

Таблиця відділення

<i>id</i>	унікальний ідентифікатор запису
<i>enable</i>	чи включена дана <i>IP</i> -адреса (значення 0 або 1)
<i>name</i>	ім'я
<i>payee_name</i>	ім'я компанії, до якою закріплена дана <i>IP</i> -адреса
<i>payee_id</i>	унікальний ідентифікатор компанії
<i>limit</i>	обмеження на кількість дзвінків
<i>is_directrtp</i>	безпосередньо або через <i>Softswitch</i> повинні проходити дзвінки (значення 0 або 1)
<i>codec_profile_id</i>	профіль з дозволеними кодеками
<i>digits_min</i>	мінімальна кількість цифр у номері
<i>digits_max</i>	максимальна кількість цифр у номері
<i>signalling_profile_id</i>	профіль з додатковими налаштуваннями по сигналізації
<i>translate_disconnect_code_group_id</i>	профіль з переліком підміни кодів відбою
<i>translate_anumber_group_id</i>	профіль з перетворення номера абонента
<i>proto</i>	доступні протоколи (<i>SIP</i> , <i>H.323</i> , обидва)
<i>routes_table_id</i>	унікальний ідентифікатор таблиці маршрутизації
<i>customer_tariff_plan_id</i>	унікальний ідентифікатор профілю цін

Таблиця *IP*-адрес

<i>id</i>	унікальний ідентифікатор <i>IP</i> -адреси
<i>originator_id</i>	унікальний ідентифікатор відділення компанії
<i>host</i>	<i>IP</i> -адреса
<i>anumber</i>	номер абонента
<i>is_block_anumber</i>	чи блокувати дзвінки з введеного номера
<i>nat</i>	чи використовується <i>NAT</i>
<i>company_id</i>	унікальний ідентифікатор компанії

Таблиця профілю цін

<i>Id</i>	унікальний ідентифікатор профілю цін
<i>company_id</i>	унікальний ідентифікатор компанії
<i>code</i>	код напрямку
<i>price</i>	ціна
<i>connect_price</i>	вартість плати за з'єднання
<i>billing_step</i>	крок тарифікації
<i>min_billing_time</i>	мінімальна тривалість дзвінка, що підпадає під тарифікацію
<i>free_seconds</i>	кількість безкоштовних секунд
<i>use_at</i>	час активації профілю

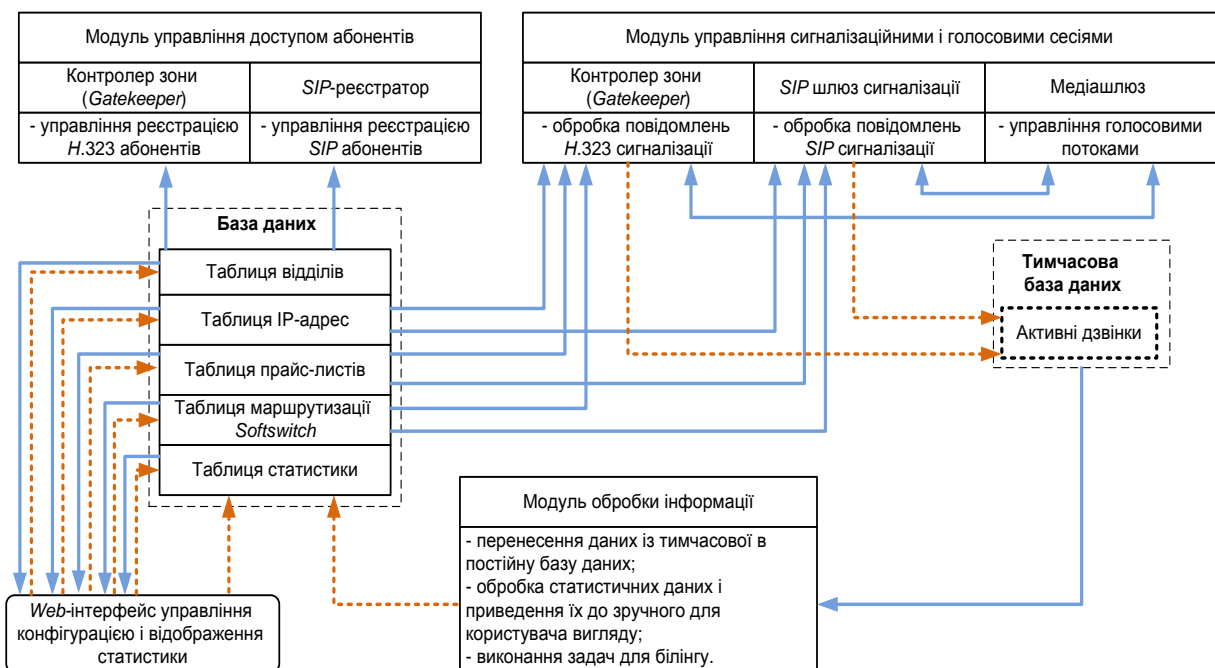
Таблиця маршрутизації *Softswitch*

<i>id</i>	унікальний ідентифікатор маршрута
<i>code</i>	код напрямку
<i>originator_id</i>	унікальний ідентифікатор відділення компанії
<i>terminator_id</i>	унікальний ідентифікатор наступного вузла в маршруті
<i>priority</i>	пріоритет напрямку
<i>lines_limit</i>	обмеження на кількість одночасних дзвінків

Таблиця статистики

<i>id</i>	унікальний ідентифікатор дзвінка
<i>softswitch_address</i>	<i>IP</i> -адреса <i>Softswitch</i>
<i>bnumber</i>	номер абонента, що викликається
<i>anumber</i>	номер абонента, який викликає
<i>setup_time</i>	час встановлення з'єднання
<i>connect_time</i>	час початку розмови
<i>disconnect_time</i>	час закінчення з'єднання
<i>disconnect_cause</i>	причина закінчення з'єднання
<i>qos</i>	інтегральний показник якості дзвінка
<i>originator_id</i>	унікальний ідентифікатор абонента, який викликає
<i>terminator_id</i>	унікальний ідентифікатор абонента, якого викликають
<i>callid</i>	унікальний ідентифікатор <i>SIP</i> -розмови
<i>originator_address</i>	<i>IP</i> -адреса абонента, який викликає
<i>terminator_address</i>	<i>IP</i> -адреса абонента, якого викликають
<i>price</i>	ціна за секунду розмови
<i>connect_price</i>	ціна за підключення
<i>length</i>	тривалість розмови в секундах
<i>minute_length</i>	тривалість розмови у хвилинах
<i>code</i>	код напрямку
<i>codec</i>	тип кодека, що використовується

По-друге розглянемо взаємодію модулів управління, бази даних і *web*-інтерфейсу, причому порядок обробки інформаційних потоків представлена на рис. 5 [4, 5].

Рис. 5. Взаємодія модулів управління, бази даних і *web*-інтерфейсу

В свою чергу, модуль управління доступом абонентів працює наступним чином. Після набору номера абонентом, *Softswitch* проводить його авторизацію: йде перевірка на відповідність коду в номері і доступних для абонента напрямків, наявність коду в прайс-листі, в таблиці маршрутизації і відповідності параметрів абонента умовам маршрутизації (рис. 6).

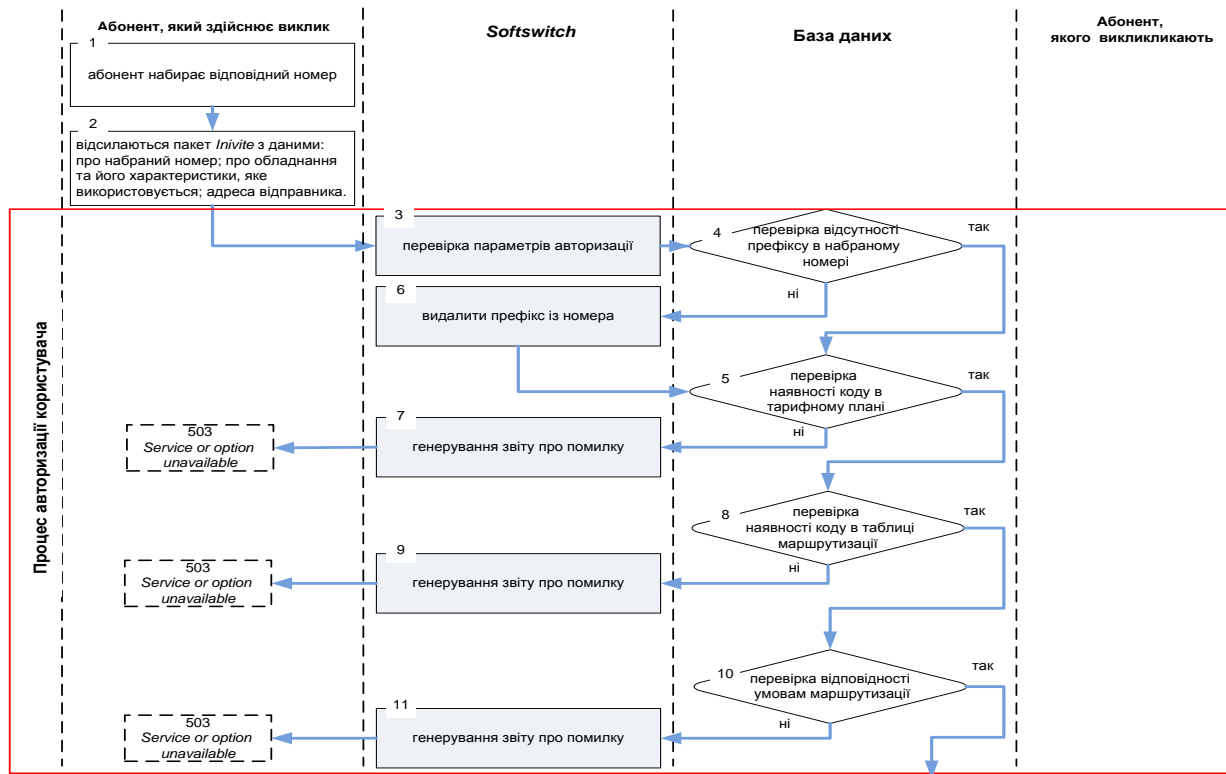


Рис. 6. Блок-схема роботи модулю управління доступом абонентів

Під перевіркою умов маршрутизації, маються на увазі наступні параметри:

- тип кодека;
- тип сигналізації (*H.323* або *SIP*);
- стан рахунку абонента;
- кількість вже зайнятих каналів компанією, до якої відноситься абонент.

Після проходження авторизації, *Softswitch* підбирає список постачальників, здатних прийняти і обслужити дзвінок по заданому напрямку.

Умови сортування та попадання в список постачальників:

1. *ASR* (англ. *Answer Seizureratio*) – статистичні параметри, що визначають якість зв'язку в заданому напрямку через певний вузол телефонії. *ASR* розраховується як процентне відношення числа успішних викликів до загальної кількості спроб викликів заданому напрямку. Так як такі ситуації, як зайнятість абонента й інші ситуації, коли відкидається виклик, вважаються як невдалі спроби викликів, розрахункове значення параметра *ASR* може змінюватися в залежності від поведінки абонента:

$$ASR = \frac{\text{кількість успішних викликів}}{\text{загальна кількість викликів}} \times 100 \% .$$

2. *ACD* (англ. *Average Call Duration*) – статистичний параметр *Softswitch*, що показує середню тривалість викликів на тому чи іншому напрямку. Значення *ACD*, зазвичай обчислюється на основі даних з детальної інформації (запису) про виклик (*CDR*). Нерідко *ACD* використовується компаніями-операторами для оцінки попиту на напрямки, а також додатково, для визначення якості зв'язку конкретного напрямку.

$$ACD = \frac{\text{загальна тривалість викликів}}{\text{загальна кількість викликів}} .$$

Наприклад, якщо на певному напрямку середньостатистичне значення *ACD* падає, це може означати, що абонентам, які здійснюють дзвінки, не подобається якість зв'язку.

3. *PDD (Post Dial Delay)* – параметр, що визначає період часу (в секундах), який пройшов з моменту виклику до моменту встановлення телефонного з'єднання.

4. *Least Cost Routing* (скор. від англ. *LCR* – „маршрутизація за критерієм найменшої вартості”) – функція, що забезпечує проходження телефонного виклику від одного абонента до іншого за маршрутом, що забезпечує найменшу вартість телефонного з'єднання.

По закінченню цієї процедури, *Softswitch* володіє відсортованим списком постачальників, яким і „пропонує” обслужити виклик. У разі недоступності постачальника або відмови в обслуговуванні, *Softswitch* переходить до наступного за списком, поки не отримає позитивну відповідь. Після чого орган управління голосовою та сигналізаційною сесією починає процедуру передачі даних.

Модуль управління голосовою та сигналізаційною сесією в *Softswitch* розділяється на три частини (рис. 5): управління сигналізацією *H. 323* (контролер зони, *gatekeeper*), управління сигналізацією *SIP* (*SIP*-шлюз) і керування голосовими потоками (медіа-шлюзи). Принцип роботи перших двох блоків схожий і відрізняється тільки структурою пакетів. Розглянемо його на прикладі блок-схеми (рис. 7).

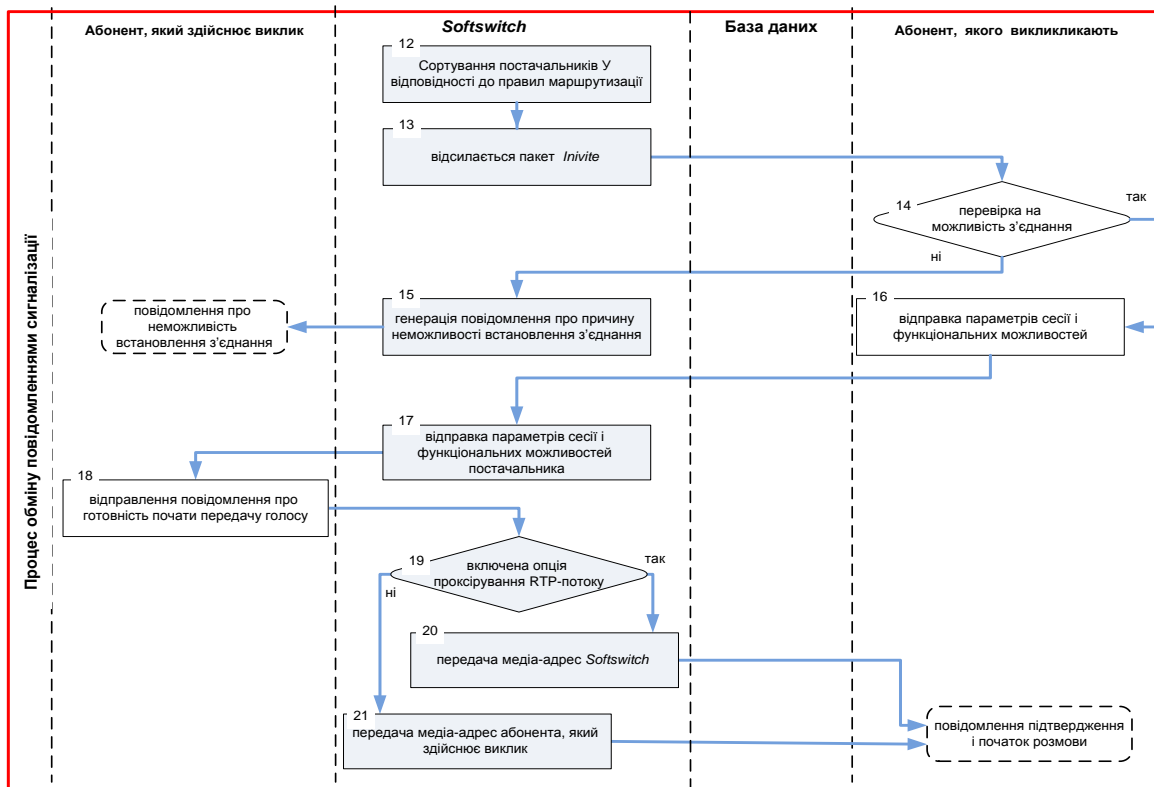
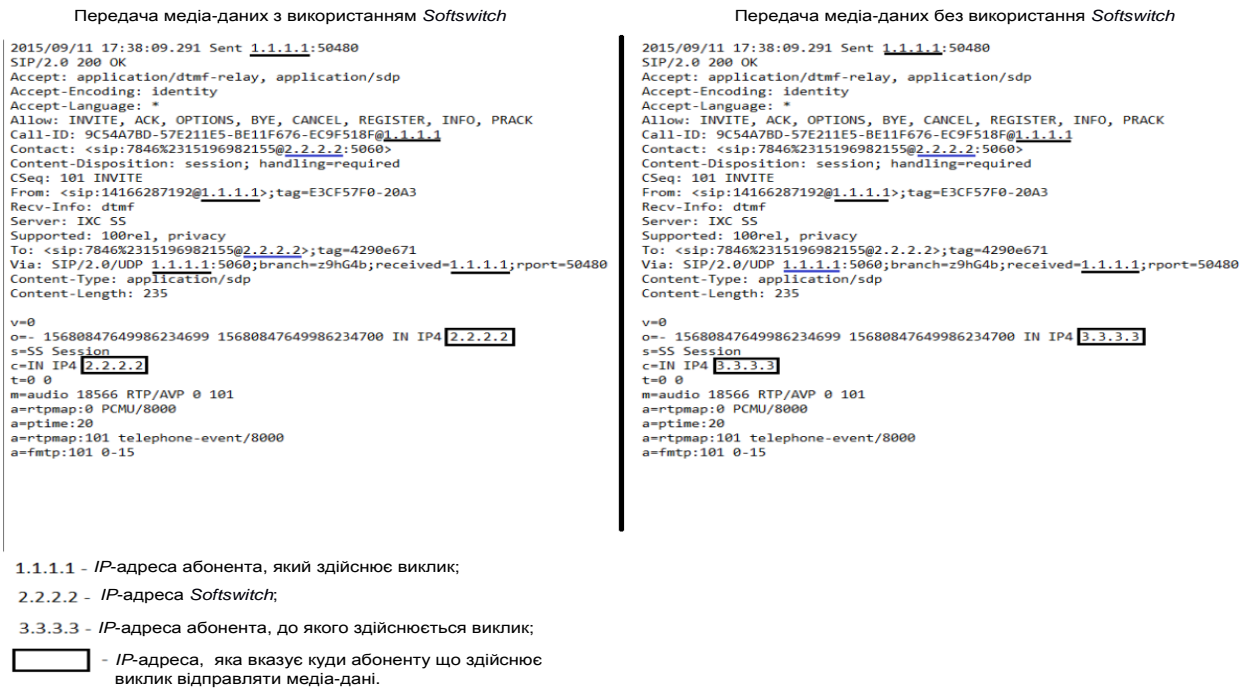


Рис. 7. Блок-схема процесу роботи сигналізаційного блоку

На етапі 19 (рис. 7) *Softswitch* перевіряє конфігурацію на предмет вказівки, як передавати голос. Залежно від цього, *Softswitch* вказує або свою *IP*-адресу (тобто *Softswitch* здійснювати прийом і обробку медіа-даних), або вказує *IP*-адресу абонента (у такому разі медіа-дані передаватимуться в обхід *Softswitch* по мережі Internet), як це показано на рис. 8.

Рис.8. Приклад структури пакету *OK*, залежно від обраного шляху проходження голосових пакетів

У разі передачі голосових даних через *Softswitch*, використовується блок управління голосовими потоками, який здатний перекодувати голос в цифрову форму, залежно від вимог до якості й розміру пропускної здатності. По закінченню виклику, дані про здійснений виклик переносяться в таблицю статистики органом обробки інформації.

У *IP*-телефонії на сьогоднішній день найбільш поширене стиснення голосу за допомогою кодека *G.729*, а також перетворення його в *G.711* по *A*-закону (*a-law*) і *μ*-закону (*u-law*) [6, 7].

G.729 є кодеком, який стискає вихідний сигнал з втратою даних. Основна ідея, закладена в *G.729* – передача не самого оцифрованого сигналу, а його параметрів (спектральної характеристики, кількості переходів через нуль), достатніх для подальшого синтезування на приймаючій стороні. При цьому всі основні характеристики голосу, такі як амплітуда і тембр зберігаються.

Пропускна здатність каналу, на яку розрахований даний кодек – 8 Кбіт/с. Довжина кадру оброблюваного *G.729* – 10 мс, частота дискретизації – 8 кГц. Для кожного з таких кадрів визначаються параметри математичної моделі, які в подальшому і передаються в канал у вигляді кодів.

При використанні кодування *G.729* затримка становить 15 мс, з яких 5 мс витрачається на заповнення попереднього буфера. Відзначимо також, що кодек *G.729* висуває досить високі вимоги до ресурсів процесора.

G.711 – голосовий кодек, який не передбачає стиснення, окрім компандування – методу зменшення ефектів каналів з обмеженим динамічним діапазоном. В основі цього методу лежить принцип зменшення кількості рівнів квантування сигналу в області високої гучності, зберігаючи при цьому якість звуку. Дві схеми, які широко використовуються в телефонії компандування – *a-law* і *u-law*.

Сигнал в даному кодеку використовує потік величиною 64 Кбіт/с. Частота дискретизації – 8000 кадрів за 8 біт/секунду. Якість голосу, по суб'єктивним оцінкам, вища ніж при застосуванні кодека *G.729*.

G.711 a-law (*A-law* або *A*-закон) – алгоритм стиснення звукових даних з втратою інформації. В основному використовується на території Європи.

Для сигналу x перетворення за алгоритмом a -law виглядає наступним чином:

$$F(x) = \operatorname{sgn}(x) \begin{cases} \frac{A|x|}{1 + \ln(A)}, & |x| < 1/A \\ \frac{1 + \ln(A|x|)}{1 + \ln(A)}, & 1/A \leq |x| \leq 1 \end{cases},$$

де A – параметр стиснення (як правило приймається рівним 87,7).

$G.711$ u -law (u -law або μ -закон) – алгоритм стиснення звукових даних з втратою інформації. В основному використовується на території Японії та Північної Америки. Для сигналу x перетворення за алгоритмом u -law виглядає наступним чином:

$$F(x) = \operatorname{sgn}(x) \frac{\ln(1 + \mu|x|)}{\ln(1 + \mu)}, \quad -1 \leq x \leq 1,$$

де μ приймається рівним 255 (8 біт для кодування).

Модуль обробки інформації, як показано на рис. 5, відповідає за перенесення даних з тимчасової бази даних в постійну, обробку статистичних даних і фінансові можливості білінгу. Найбільш важливою його роллю є обробка даних. Так, з його допомогою підраховуються такі статистичні параметри, як: ASR , ACD , середнє значення PDD на підставі яких надалі вирішуються завдання маршрутизації. Також орган обробки інформації займається наданням даних моніторингу в графічному вигляді, за рахунок постійного аналізу вхідних статистичних даних. Приклад, моніторингу основних параметрів обладнання *Softswitch*, при використанні *web*-інтерфейсу управління, представлені на рис. 9 (шкала поділу – 1:00).

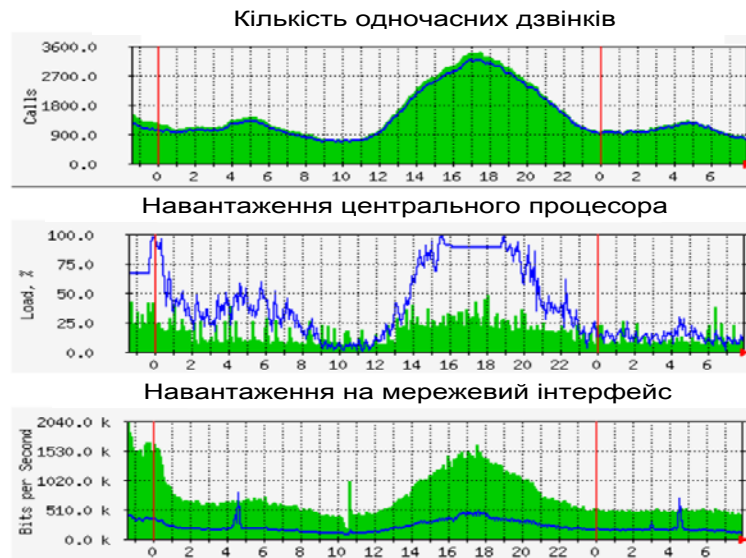


Рис. 9. Приклад представлення даних моніторингу на *web*-інтерфейсі

Після перенесення даних про дзвінки в таблицю статистики, вона доступна в наступному вигляді (рис. 10). Тобто представлення статистичних даних в табличному вигляді, дозволяє більш детально отримувати службову інформацію, для розрахунків параметрів ефективності роботи *Softswitch* (ASR , ACD і т.д.).

#	Date	Originator	Operator	In IP	Out IP	Minute dur.	Seconds dur.	PDD	Code	B-number	Country	Anumber	Cost	Price	Codec	discnt.code
1	2015.09.14 00:58:56	Comdata-in-CLI	AMC Tel -out-CLI	178.22.8.49	149.13.70.108	0.7333	44	3.3	96475	9647501741441	Iraq Mobile Korektel	495878647804	0.11367	0.155	g729r8:0:0:1	16
2	2015.09.14 00:57:16	DAS-in	Smartelcom_out	69.28.231.233	144.76.218.176	0.5	30	0.8	989	989381238072	Iran Mobile	15612993493	0.037	0.074	g711ulaw:0:0:1	16
3	2015.09.14 00:56:32	Dialtel-in-CLI	Antako_out_CLI	144.76.111.198	218.213.211.112	0.2167	13	1.8	9144	914425600600	India Other	14086257656	0.00274	0.0126	g729r8:0:0:1	31
4	2015.09.14 00:55:11	Comdata-in-CLI	AMC Tel -out-CLI	178.22.8.49	149.13.70.108	2.6333	158	8.9	22177	221777087955	Senegal Mobile Orange	33751864191	0.632	0.24	g729r8:0:0:1	16
5	2015.09.14 00:54:14	Dialtel-in-CLI	Antako_out_CLI	144.76.111.198	218.213.211.112	0.1833	11	3.8	91	917091148961	India Other	16092390671	0.00231	0.0126	g729r8:0:0:1	16
6	2015.09.14 00:53:59	Comdata-in-CLI	AMC Tel -out-CLI	178.22.8.49	149.13.70.108	1.1333	68	9.1	22177	221773914247	Senegal Mobile Orange	Restricted	0.272	0.24	g729r8:0:0:1	16
7	2015.09.14 00:53:46	DAS-in	Skyline_out	69.28.231.233	184.107.187.66	0.4833	29	1.8	989	989216431581	Iran Mobile	4033991642	0.03577	0.074	g729r8:0:0:1	16
8	2015.09.14 00:48:27	Comdata-in-CLI	Telecall_out	178.22.8.49	66.165.170.214	0.8	48	0.9	977981	9779818764830	Nepal Mobile Spice	157306994	0.0712	0.089	g729r8:0:0:1	16
9	2015.09.14 00:40:52	SKG-in	Iman_out	194.28.167.73	64.79.82.74	1.0167	61	0.1	98	982537705068	Iran Proper	919419671520	0.06406	0.063	g729r8:0:0:1	16
10	2015.09.14 00:39:29	SKG-in	Iman_out	194.28.167.73	64.79.82.74	3.2833	197	0.1	98	982537705068	Iran Proper	919419671520	0.20685	0.063	g729r8:0:0:1	16
11	2015.09.14 00:38:34	DAS-in	Smartelcom_out	69.28.231.233	144.76.218.176	3.55	213	2.2	989	989111777134	Iran Mobile	61421248623	0.2627	0.074	g729r8:0:0:1	16
12	2015.09.14 00:38:33	Mea-system-in	Iman_out	149.11.138.36	64.79.82.74	10.8	648	0.1	98	983155277009	Iran Proper	4166287192	0.648	0.06	g729r8:0:0:1	16
13	2015.09.14 00:35:30	SKG-in	Iman_out	194.28.167.73	64.79.82.74	0.6167	37	0.1	98	982537705068	Iran Proper	919419671520	0.03886	0.063	g729r8:0:0:1	16
14	2015.09.14 00:33:52	smartelcom- CLI-in	AMC Tel -out-CLI	144.76.218.176	149.13.70.108	0.2167	13	0.5	9891	989132055636	Iran Mobile MCI	0016478336245	0.02481	0.1145	g729r8:0:0:1	16
15	2015.09.14 00:32:19	DAS-in	Smartelcom_out	69.28.231.233	144.76.218.176	0.5167	31	0.6	989	989378246038	Iran Mobile	13304003369	0.03824	0.074	g711ulaw:0:0:1	16

Рис.10. Приклад представлення статистики про дзвінки на *web*-інтерфейсі у табличному вигляді

Висновок

В представленій статті розглянута функціональна модель програмного комутатора, схема взаємодії його органів управління та алгоритм роботи основних компонентів *Softswitch* в процесі функціонування. Також проаналізовані компоненти бази даних та відповідні таблиці, які відповідають за збір оброку службової інформації, яка використовується в процесі обслуговування абонентів. Розглянуто основні параметри ефективності роботи *Softswitch* та порядок їх розрахунку.

Таким чином, можна зробити висновок, що ядром мультисервісної мережі може використовуватися *Softswitch*, який на даний час являє собою програмну реалізацію функцій: узгодження обміном сигналізації; управління доступом абонентів; контролю встановлення та підтримки з'єднань між абонентами; збору і обробки статистики; білінгу.

В подальшому планується провести оцінку ефективності роботи *Softswitch* при різних умовах функціонування в залежності від об'єму вхідного навантаження та продуктивності апаратного та програмного забезпечення з урахуванням роботи протоколів передачі медіа-даних та протоколів сигналізації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гольдштейн А.Б., Гольдштейн Б.С. SOFTSWITCH СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2006. – 368 с.
2. Битнер В. И., Михайлова Ц. Ц. Сети нового поколения – NGN. Учебное пособие для вузов М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – 226 с.
3. Glitho R. H., Khendek F., DeMarco A. Creating Value Added Services in Internet Telephony: An Overview and a Case Study on a High Level Service Creation Environment, // IEEE Transactions on Man, Cybernetics and Systems, Part C, Vol.33, No4, 2003, pp. 445 – 457.
4. Гольдштейн Б.С., Кучерявый А.Е. Сети связи пост-NGN СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 160 с.
5. Шнепс-Шнеппе М.А. Архитектура OSA/PARLAY: от роуминга вызова к роумингу приложений // Мобильные системы, 2004. – № 4.
6. Гольдштейн Б. С., Зарубин А. А., Саморезов В. В. Протокол SIP. Справочник СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2005. – 456 с.
7. Журавлев С.В., Щербакова Е.Н. Применение технологи гибкой коммутации для реализации интеллектуальных услуг // Информ Курьер Связь, 2003 – №3.