

# Аналіз використання FreeSWITCH в мережах IP телефонії

Мажаренко<sup>f</sup> В. В.,

e-mail [mazhor02@gmail.com](mailto:mazhor02@gmail.com)

Попович<sup>s</sup> П. В., к.т.н., ORCID [0000-0002-1572-3127](https://orcid.org/0000-0002-1572-3127)

e-mail [ppv\\_ua@ukr.net](mailto:ppv_ua@ukr.net)

Факультет електроніки [fel.kpi.ua](http://fel.kpi.ua)

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» [kpi.ua](http://kpi.ua)

Київ, Україна

**Реферат** — У статті проведено огляд основних функцій програмного комутатору FreeSWITCH. Приведена порівнююча характеристика з найближчим конкурентом Asterisk-ом. Проаналізовано переваги та недоліки використання FreeSWITCH у мережах IP (Internet Protocol) телефонії. При розробці архітектури FreeSWITCH авторами були враховані всі проблеми існуючих відкритих програмних продуктів для IP телефонії. Так як FreeSWITCH являє собою додаток з відкритим вихідним кодом, що працює під різними ОС (Windows, Mac OS X, BSD, Solaris і Linux на 32-х та 64-х бітних платформах), то це дозволяє будувати нові і модифікувати існуючі сервіси. Для організації повного набору функціональних можливостей АТС (Автоматична Телефонна Станція) немає необхідності у великих витратах на обладнання, так як програмне забезпечення, яке складає основу сервера IP-PBX (IP-АТС) FreeSWITCH, вільне, як і ОС, на якій воно базується.

**Ключові слова** — кодек; виклик; Internet Protocol; FreeSWITCH; Session Initiation Protocol; Asterisk

## I. Вступ

Послуги IP-телефонії дозволяють отримати високоякісне телефонне з'єднання між двома абонентами, що знаходяться у різних точках земної кулі. Класичне розуміння телефонних переговорів уступає своє місце універсальності і надійності, оскільки функції проміжних комутаторних станцій та інших аналогових пристроїв виконує весь простір мережі Інтернет з безліччю «розв'язок» і «обхідних шляхів», що будують саму глобальну мережу. Підсумок усього цього один – завжди якісний і стабільний зв'язок у будь-якій частині світу.

Одночасно з цим тарифи IP-телефонії дозволяють досягти істотної економії грошових коштів у порівнянні з класичними системами телефонних мереж. Причиною є все та ж глобальна мережа Інтернет, ресурси якої дозволяють обмінюватися будь-якою інформацією незалежно від її формату. Це надзвичайно зручно і практично, а головне – дійсно економічно.

Однак, так чи інакше, підключення IP-телефонії вимагає наявності спеціалізованого обладнання, яке ще зовсім недавно не було поширеним і загальнодоступним. Але технології та їх розвиток не стоять на місці, щоденно спрощуючи і оптимізуючи апаратні засоби, роблячи їх доступними широкому загалу споживачів. Саме так IP-АТС стали популярними в усіх без винятку західних країнах. Відмінні особливості та

актуальність IP-телефонії незаперечні. Одним з лідерів IP-телефонії є FreeSWITCH.

Основною метою даної роботи є проведення аналізу FreeSWITCH як програмного комутатору, дослідження функціональних можливостей та особливості застосування платформи в мережах IP телефонії.

Ціль проведення аналізу IP-PBX FreeSWITCH – дослідити переваги та недоліки платформи, провести детальне порівняння з найближчим конкурентом та на основі зроблених висновків визначити доцільність застосування IP-PBX FreeSWITCH в IP-телефонії.

IP-телефонія – це технологія, яка пов'язує воедино переваги телефонії та мережі Інтернет. Технологія IP-телефонії є перспективною у сфері сучасних телекомунікаційних систем, не зважаючи на її недоліки. Для виходу IP-телефонії на більш високий рівень національного або міжнародного оператора потрібні нові стандарти і обладнання, щоб мережі, побудовані на базі протоколу IP, могли рівноправно існувати з традиційними телефонними мережами.





Рис. 1 Схема налаштування ір-телефонії



Рис. 2 Складові телефонії на базі FreeSWITCH

На рис. 1 показана типова схема налаштування IP-телефонії: сервер приймає дзвінки, що надходять з АТС і, виконуючи в цей час роль міні-АТС для IP-операторів (комп'ютери і ноутбуки з гарнітурою і SIP-телефони), використовує зовнішніх SIP-провайдерів для економії міжміського та міжнародного трафіку.

## II. FREESWITCH ЯК ПРОГРАМНИЙ КОМУТАТОР

FreeSWITCH – відкрита телефонна платформа, яка поширюється у вихідному коді, створена для задоволення потреби в керованих голосом або текстом системах, масштабованих від софтуфона до софту-свіча. Створений групою колишніх розробників Asterisk, на чолі з Ентоні Мінесейлом у 2006 році. Після багаторазових спроб використання Asterisk під високим навантаженням Мінесейл висловив ряд зауважень до базової архітектури системи, та запропонував змінити її. Однак, автор Asterisk – Марк Спенсер відмовився змінювати ядро. Тому Ентоні вийшов із складу розробників Asterisk і створив «з нуля» свій продукт, який було названо FreeSWITCH [6].

Під час розроблення архітектури FreeSWITCH авторами було враховано всі проблеми існуючих відкритих програмних продуктів для IP телефонії (рис.2).

Тому одними із головних переваг нового продукту стали стабільність роботи та масштабованість, а також крос-платформність – FreeSWITCH працює під управлінням Windows, Mac OS X, BSD, Solaris і Linux на 32-х та 64-х бітних платформах [6].

Основним інтерфейсом конфігурування FreeSWITCH є текстові файли у форматі XML, що ускладнює адміністрування цієї системи. Для FreeSWITCH відсутні готові до використання графічні інтерфейси з управління, що також ускладнює його використання, а існуючі GUI для FreeSWITCH (WikiPBX, FusionPBX, blue.box) далекі за функціональністю від того самого FreePBX для Asterisk, де використовують .ini файли в форматі секція/опція, які зручно читати.

FreeSWITCH дозволяє використовувати для написання додатків мови програмування C, C++, Spidermonkey (ECMAScript), Lua, Python, Perl, Java, платформу .Net. Якщо не вистачить можливостей номерного плану XML, легко можна реалізувати будь-яку логіку, обмеження в даному випадку накладає обрана мова програмування [6].

FreeSWITCH – це перша платформа телефонії з відкритим вихідним кодом, що підтримує HD кодеки. Застосовано частоту дискретизації до 48 кГц, а це більше 44,1 кГц для Audio CD. Багато хто мав змогу чути музику жакливої якості в режимі очікування, це відбувається через дискретизований з частотою 8 кГц звук, який використовують в телефонії уже десятки років. Кодек Celt (48кГц), підтримуваний FreeSWITCH, використовує ту ж смугу пропускання (~64 кбіт/с, з накладними витратами на заголовки пакетів ~80 кбіт/с), що і кодек G.711 (8кГц) [6].

Платформа підтримує вузько- та широкоплатформні кодеки, що робить її ідеальним мостом для старих пристроїв у майбутнє. Голосові канали та конференції можуть працювати на частотах 8, 16, 32 та 48 кГц і дозволяють з'єднувати канали з різними частотами.

FreeSWITCH підтримує різні протоколи, такі як SIP, H.323, IAX2 та Google Talk, що дозволяє взаємодіяти з sipX, OpenPBX, Bayonne, Yate чи Asterisk [7].

Особливістю FreeSWITCH є використання SIP стека sofia-sip від Nokia, який вважають найкращою реалізацією SIP протоколу, поширюваною у вихідному коді. SIP є основним протоколом роботи FreeSWITCH, хоча також заявлено підтримку драйверів PCI плат для інтеграції з традиційною телефонією, а також інших протоколів IP-телефонії.

FreeSWITCH підтримує багато передових можливостей SIP, таких як наявність BLF/SLA, TCP TLS і sRTP. Його можна використовувати як прозорий проксі-сервер з проксіюванням медіапотоків або без такого, працювати з T.38 (проксіювання та перетворення T.38 в T.30 та навпаки) та іншими протоколами [7].

Також FreeSWITCH підтримує і багато функцій IP PBX, таких як переведення дзвінка, перехоплення та паркування виклику, запис розмов, прослуховування тощо.

Архітектурні рішення, закладені у FreeSWITCH, першочергово дозволяють розглядати його далеко не тільки як заміну «традиційної» офісної АТС, а як високопродуктивну платформу широкої сфери застосування:

- сервер маршрутизації викликів;



- платформа транскодингу;
- сервер IVR (Interactive Voice Response);
- медіа сервер для аудіо конференцій;
- платформу для серверу голосової пошти;
- пограничний контролер (SBC);
- шлюз у мережу загального користування PSTN (сумісний з платами Digium);
- сервер факсів з підтримкою T.38;
- заміна «традиційної» офісної АТС.

FreeSWITCH застосовують або як основну, або як додаткову сервісну платформу. Успішним прикладом другого варіанту використання можна вважати широко відому систему sipXecs, вся медіа-залежна частина якої побудована на FreeSWITCH, який приховано від адміністратора та кінцевих користувачів [7].

Платформу FreeSWITCH також успішно використовують у високопродуктивних платформах масового обдзвону (Newfies dialer, ICTDialer), випробуваних мільйонами здійснених дзвінків.

Порівняння основних характеристик, їх переваги та недоліки системи FreeSWITCH та його найближчого конкурента Asterisk наведено в таблиці 1.

Сильними сторонами FreeSWITCH є:

- SIP-стек промислової якості (істотно більш розвинений ніж в Asterisk);
- сумісність з обробкою широкосмугового (HD) звуку, в тому числі, в конференціях;
- можливість інтеграції з мовами програмування (наприклад, Lua, JavaScript);
- підтримка «віртуалізації» (multitenancy), що дозволяє будувати хмарні або просто складні впровадження;
- підтримка популярних ОС;
- висока продуктивність і виняткова надійність та стабільність.

ТАБЛИЦЯ 1 Порівняння основних характеристик FreeSWITCH та Asterisk

FreeSWITCH		Asterisk
Графічний інтерфейс відсутній, використовують текстові файли формату XML	<i>Інтерфейс</i>	Використовують .ini файли у форматі секція/опція – більш зручні у користуванні, WEB інтерфейс FreePBX, TrixBox, Elastix.
Windows, Mac OS X, BSD, Solaris і Linux на 32-х та 64-х бітних платформах	<i>Робота з ОС</i>	Linux, FreeBSD, OpenBSD, Solaris
C, C++, Spidermonkey (ECMAScript), Lua, Python, Perl, Java, платформа .Net. Номерний план XML Конфігурація баз даних	<i>Програмування</i>	Номерний план AEL на LUA AGI (майже на всіх мовах програмування) АНІ Конфігурація баз даних
SIP-стек промислової якості (істотно більш розвинений, ніж в Asterisk) H.323 IAX2 Google Talk T.38 T.30	<i>Протоколи</i>	SIP, H.323, IAX2, MGCP, SIMPLE, Skinny/SCCP, XMPP (Google Talk), Unistim, Skype, через комерційний канал DUNDi OSP. T.38, підтримується передавання факсу.
Підтримка HD кодеків PCMU – G.711 μ-law PCMA – G.711 A-law G.722 G.722.1 G.722.1c G.726 G.726 with AAL2 packing G.729 (passthrough) G.729 (ліцензійний, \$10/канал) GSM CELT та OPUS iLBC DVI4 (IMA ADPCM) BroadVoice SILK Speex CODEC2 Siren LPC-10 G.723.1 (тільки режим passthrough) AMR (тільки режим passthrough) iSAC H261 H263	<i>Кодеки</i>	Досить слабо підтримує HD кодеки, за звучанням значно поступається конкуренту G.711 ulaw G.711 alaw G.723.1 G.726 – 32 кбіт/с у версії Asterisk 1.0.3, 16/24/32/40 кбіт/с у CVS HEAD версіях G.729 GSM iLBC LPC10 Speex - бітрейт конфігурація: 4-48 кбіт/с, VBR, ABR.



H263+ (H263-1998) H263++ (H263-2000) H264 VP8 Theora (passthrough) MP4 (passthrough)		
---	--	--

Недоліками FreeSWITCH на сьогоднішній день є:

- список додатків IP PBX програє аналогічному списку в Asterisk;
- відсутність готових графічних інтерфейсів, що ускладнюють його використання;
- функціонал FreeSWITCH для використання як АТС вкрай обмежений, оскільки в першу чергу це VoIP комутатор, тому більше користувачів віддають перевагу прямому конкуренту Asterisk побудови офісних АТС;
- складність у конфігуруванні, що перекреслює перевагу універсальності платформи для програмного забезпечення.

Отже, IP-PBX FreeSWITCH має велике різноманіття функціональних можливостей, які роблять цей продукт популярним на ринку телекомунікаційних послуг. Оскільки FreeSWITCH – це додаток з відкритим вихідним кодом, що працює під різними ОС (Windows, Mac OS X, BSD, Solaris і Linux на 32-х та 64-х бітних платформах), це дозволяє будувати нові і модифікувати існуючі сервіси. Для організації повного набору функціональних можливостей АТС немає необхідності у великих витратах на обладнання, бо програмне забезпечення, яке складає основу сервера IP-PBX FreeSWITCH, вільне, як і ОС, на якій воно базується.

Проаналізуємо позитивні та негативні моменти використання системи FreeSWITCH, порівнюючи її з конкуруючою платформою Asterisk. Порівняння основних характеристик наведено в таблиці 1. Проаналізуємо кожну з характеристик цих систем більш детально.

**Інтерфейс.** У цьому компоненті явну перевагу має система IP PBX Asterisk, яка має досить прості, але в той же час змістовні інтерфейси для інтеграції її з іншими системами (AGI та AMI). Це дозволяє легко вбудовувати комунікації в бізнес-процеси та бізнес-додатки. Також існує велика кількість графічних засобів адміністрування Asterisk, як платних, так і безкоштовних, серед яких найбільш популярний безкоштовний WEB інтерфейс FreePBX [8].

FreeSWITCH, в свою чергу, задовольняє користувачів звичайними текстовими файлами в форматі XML. Це досить ускладнює адміністрування.

Для FreeSWITCH відсутні готові до використання графічні інтерфейси управління, що також ускладнює його використання, а існуючі GUI для FreeSWITCH (WikiPBX, FusionPBX, blue.box) далекі за функціональністю від того ж FreePBX для Asterisk [7].

**Робота за програмним забезпеченням.** Asterisk та FreeSWITCH можуть працювати практично на будь-якій платформі Linux, плюс деяких інших ОС, таких як Solaris, BSD, MacOS X. Різниця полягає в тому, що FreeSWITCH однаково успішно працює як

на Linux, так і на Windows, Asterisk в свою чергу тільки пристосовується до Windows і поки ще не може повноцінно функціонувати на ній [6].

**Програмування.** Для написання додатків обидві платформи дозволяють використовувати популярні мови програмування - C, C++, Spidermonkey (ECMAScript), Lua, Python, Perl, Java, платформу .Net. Головною відмінністю є спосіб реалізації номерного плану. В Asterisk для створення додаткової функціональності можна використовувати особисту мову, написавши модуль мовою Сі, або скориставшись AGI - гнучким і універсальним інтерфейсом для інтеграції із зовнішніми системами оброблення даних. Модулі, що виконуються через AGI, можуть бути написані на будь-якій мові програмування. FreeSWITCH свій номерний план реалізує через XML файли – мову розмітки [6].

**Протоколи.** Особливістю FreeSWITCH є використання SIP стека sofia-sip від Nokia, який є найкращою відкритою реалізацією SIP протоколу, поширеною у вихідному коді. У Asterisk є chan\_sip, реалізований з неповним дотриманням стандартів. SIP є основним протоколом роботи FreeSWITCH, хоча також заявлено підтримку драйверів PCI плат для інтеграції з традиційною телефонією, а також інших протоколів IP-телефонії.

**Кодеки.** У першу чергу варто відзначити якість звуку у FreeSWITCH, навіть на звичайному кодеку G.711 вона на порядок вище, ніж у Asterisk, не кажучи вже про HD кодеки (CELT, Siren, Silk, ARM-WB). Вже є багато софтів, які на них працюють. Asterisk також підтримує HD кодеки, але якість звуку на порядок нижча, ніж на FreeSWITCH [6].

## ВИСНОВКИ

FreeSWITCH активно розвивається і недоліків з часом стає менше. Деякі експерти відкритих програмних продуктів для телекомунікацій називають FreeSWITCH «Asterisk killer app», інші стверджують, що на ринку є місце для обох продуктів, оскільки у кожного з них є своя унікальна специфіка.

Технологія IP-телефонії з'єднає воедино переваги телефонії та мережі Інтернет. Вона є найпоширенішою та найбільш перспективною у сфері сучасних телекомунікаційних систем.

Прикладом практичної реалізації цієї технології є найпоширеніша відкрита телекомунікаційна платформа провідного розробника в області IP-телефонії компанії – IP-PBX FreeSWITCH. Вона має всі можливості класичної АТС, такі як: голосова пошта, оброблення викликів, запис викликів, інтерактивне голосове меню, конференції тощо.



Встановлено, що до переваг IP-PBX FreeSWITCH можна віднести: масштабованість, крос-платформність та велике різноманіття функціональних можливостей, оптимізацію капітальних та зниження операційних витрат.

Також існують і недоліки цієї системи, які полягають у складності надбудови, яка може впливати на телефонну систему в бік погіршення надійності.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] A. V. Roslyakov, M. Y. Samsonov, I. V. Shibaeva. IP-telefonija, – M [IP telephony, the second edition]. , 2003. – 252 c.
- [2] K. Alexey, “Standart H.323.” [Online]. Available: [http://iptop.net/tech/h323\\_2.html](http://iptop.net/tech/h323_2.html). [Accessed: 06-Apr-2019].
- [3] “SIP is general information. Basic principles of SIP Internet resource.” [Online]. Available: <http://it-notes.info/protokol-sip-obshhie-svedeniya/>. [Accessed: 06-Apr-2019].
- [4] “The principle of the decomposition of the gateway.” [Online]. Available: <http://www.asterisk.by/node/496>. [Accessed: 06-Apr-2019].
- [5] “SIGTRAN: Signaling Transport Protocol Stack for PSTN Signaling over IP.” [Online]. Available: <http://www.javvin.com/protocolSIGTRAN.html>. [Accessed: 06-Apr-2019].
- [6] “FreeSWITCH Spec Sheet.” [Online]. Available: <http://wiki.freeswitch.org/wiki/Specsheet>. [Accessed: 06-Apr-2019].
- [7] “Review FreeSWITCH. Part 1.” [Online]. Available: <http://invoip.net/2012/03/obzor-freeswitch-chast-1>. [Accessed: 06-Apr-2019].
- [8] “Asterisk Spec Sheet .” [Online]. Available: <https://wiki.asterisk.org/wiki/>. [Accessed: 06-Apr-2019].

УДК 621.326

## Анализ использования FreeSWITCH в сетях IP телефонии

Мажаренко<sup>f</sup> В. В.

e-mail [mazhor02@gmail.com](mailto:mazhor02@gmail.com)

Попович<sup>s</sup> П. В., к.т.н., ORCID [0000-0002-1572-3127](https://orcid.org/0000-0002-1572-3127)

e-mail [ppv\\_ua@ukr.net](mailto:ppv_ua@ukr.net)

Факультет електроніки [fel.kpi.ua](http://fel.kpi.ua)

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сикорського» [kpi.ua](http://kpi.ua)

Київ, Україна

**Реферат** — В статье проведен обзор основных функций программного коммутатора FreeSWITCH. Приведенная сравнительная характеристика с ближайшим конкурентом Asterisk. Проанализированы преимущества и недостатки использования FreeSWITCH в сетях IP (Internet Protocol) телефонии. При разработке архитектуры FreeSWITCH авторами были учтены все проблемы существующих открытых программных продуктов для IP-телефонии. Так как FreeSWITCH представляет собой приложение с открытым исходным кодом, работающее под разными ОС (Windows, Mac OS X, BSD, Solaris и Linux на 32-х и 64-х битных платформах), то это позволяет строить новые и модифицировать существующие сервисы. Для организации полного набора функциональных возможностей АТС нет необходимости в больших затратах на оборудование, так как программное обеспечение, которое составляет основу сервера IP-PBX FreeSWITCH, свободное, как и ОС, на которой оно базируется.

**Ключевые слова** - кодек; вызов; Internet Protocol; FreeSWITCH; Session Initiation Protocol; Asterisk



UDC 621.326

# Analysis of the use of FreeSWITCH in IP telephony networks

V. V. Mazharenko<sup>f</sup>e-mail [mazhor02@gmail.com](mailto:mazhor02@gmail.com)P. V. Popovich<sup>g</sup>, PhD, ORCID [0000-0002-1572-3127](https://orcid.org/0000-0002-1572-3127)e-mail [ppv\\_ua@ukr.net](mailto:ppv_ua@ukr.net)Faculty of Electronics [fel.kpi.ua](http://fel.kpi.ua)

National technical university of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv polytechnic institute» [kpi.ua](http://kpi.ua)

Kyiv, Ukraine

**Abstract**—In the article an overview of the main functions of the software switch FreeSWITCH. The comparative characteristic with the nearest Asterisk conundrum is given. The advantages and disadvantages of using FreeSWITCH in IP telephony networks are analyzed. FreeSWITCH is an open telephony platform that is distributed in source code, created to meet the need for voice or text-driven systems that can be scaled from softphone to softswitch. When developing the FreeSWITCH architecture, the authors took into account all the problems of existing open source software for IP telephony. IP-PBX FreeSWITCH has a wide variety of functionalities that make this product popular in the telecommunications market. Since FreeSWITCH is an open source application that runs under different operating systems (Windows, Mac OS X, BSD, Solaris and Linux on 32-bit and 64-bit platforms), this allows you to build new and modify existing services. To organize a complete set of PBX functionality, there is no need for large hardware costs, since the software that forms the basis of the IP-PBX FreeSWITCH server is free, just like the OS on which it is based. FreeSWITCH allows you to use C, C++, Spidermonkey (ECMAScript), Lua, Python, Perl, Java, .Net platform for writing applications. If the numbering capabilities of the XML numbering plan are not enough, you can easily implement any logic; in this case, the restrictions are imposed by the selected programming language. A feature of FreeSWITCH is the use of Nokia's SIP sofia-sip stack, which is considered to be the best implementation of the SIP protocol distributed in the source code. SIP is the main work protocol, FreeSWITCH, although PCI card drivers for integration with traditional telephony are also supported, as well as other IP telephony protocols. FreeSWITCH also supports many of the IP PBX functions, such as call transfer, interception, call parking, call recording, listening, and others. The architectural solutions embodied in FreeSWITCH primarily make it possible to consider it not only as a replacement for the “traditional” office PBX, but as a high-performance platform with a wide scope of application. FreeSWITCH is used either as a primary or as an additional service platform. A successful example of the second use case can be considered as the beloved system sipXecs. FreeSWITCH has also been used successfully in high-end mass dialing platforms (Newfies dialer, ICTDialer), tested by millions of outgoing calls. FreeSWITCH supports narrowband and wideband codecs, making it the perfect bridge to old devices for the future.

**Keywords** - codec; call; Internet Protocol; FreeSWITCH; Session Initiation Protocol; Asterisk

