

КОВАЛЕНКО ОЛЕКСАНДР.

Національний технічний університет України «Київський Політехнічний Інститут імені Ігоря Сікорського»

<https://orcid.org/0000-0003-1663-4799>e-mail: vicnbondarenko@gmail.com

БОНДАРЕНКО ВІКТОР

Національний технічний університет України «Київський Політехнічний Інститут імені Ігоря Сікорського»

<https://orcid.org/0000-0002-9237-8187>e-mail: nalbondarenko@gmail.com

БОНДАРЕНКО НАТАЛІЯ

Національний технічний університет України «Київський Політехнічний Інститут імені Ігоря Сікорського»

e-mail: san.kovalenko@gmail.com

КОНТРОЛЬ І ПІДТРИМКА ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ У VOIP МЕРЕЖІ

Запропоновано підхід до контролю і підтримки якості обслуговування, який полягає у додаванні до моніторингу найбільш використовуваних показників якості ще одного – коефіцієнта ефективності мережі. Коефіцієнт ефективності мережі розроблений для того, щоб виключити поведінку користувачів і краще представляє чисту продуктивність мережі. Моніторинг цього показника підвищує достовірність визначення інтервалу часу, в якому відбувається наближення до критичного моменту динаміки зміни якості обслуговування. Погіршення показників якості обслуговування, яке свідчить про можливість настання критичного моменту, потребує виконання певних адміністративних дій. Одним з варіантів таких дій є запуск алгоритму вибору найкращого маршруту, що керує маршрутизацією викликів. Алгоритм потребує певного обсягу обчислень в реальному часі, що створює додаткове обчислювальне навантаження. Запропонований підхід за рахунок контролю додаткового показника підвищує рівень впевненості в тому, що динаміка змін показників якості потребує додаткових обчислень для зміни маршрутизації, що в свою чергу дозволяє підтримувати якість обслуговування на належному рівні.

Ключові слова: VoIP мережа, якість обслуговування, маршрутизація викликів

KOVALENKO OLEKSANDR, BONDARENKO VIKTOR, BONDARENKO NATALIA
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

CONTROL AND SUPPORT OF THE QUALITY OF SERVICE IN THE VOIP NETWORK

An approach to the quality of service control and support is proposed, which consists in adding one more indicator to the monitoring of the most used quality indicators – the Network Effectiveness Ratio. The Network Effectiveness Ratio is developed to exclude user behavior and better represent the net performance of the network. Monitoring of this indicator increases the reliability of determining the time interval in which the critical moment of the dynamics of service quality changes is approaching. Missing a critical moment of performance degradation means losing the level of service quality that customers pay for. Therefore, the deterioration of service quality indicators, which indicates the possibility of a critical moment, requires the implementation of certain administrative actions. One of the options for such actions is to run the algorithm for choosing the best route, which controls call routing. The algorithm requires a certain amount of calculations in real time, which creates an additional computational load. The proposed approach due to the control of an additional indicator increases the level of confidence that the dynamics of changes in quality indicators require additional calculations to change routing, which in turn allows support the quality of service at the appropriate level.

Keywords: VoIP network; quality of service; call routing.

Вступ. В роботі запропоновано підхід до контролю і підтримки якості обслуговування, який полягає у додаванні до моніторингу найбільш використовуваних показників коефіцієнта ефективності мережі. Коефіцієнт ефективності мережі розроблений для того, щоб виключити поведінку користувачів і краще представляє чисту продуктивність мережі. Проведення попереднього аналізу і подальшого прогнозування поведінки якості в години високої інтенсивності викликів із застосуванням розширеного набору показників якості дозволяє підвищити достовірність визначення проміжків часу, в яких відбувається погіршення обслуговування. В кожному з вказаних проміжків за умов досягнення критичної межі одного або декількох показників запускається механізм зміни маршрутизації викликів у відповідності до визначених критеріїв. Це дає змогу уникати проблем з якістю обслуговування у випадку деградації показників якості на конкретному маршруті проходження виклику. Отже, метою роботи є дослідження динаміки поведінки показників якості для контролю і підтримки якості обслуговування у VoIP мережі.

Порівняльний аналіз. Дослідження показників якості потребує вхідних даних про використання послуг VoIP мережі клієнтами. Для постачальників послуг VoIP зв'язку такими даними є інформація про дзвінки у вигляді детального запису дзвінка (Call Detail Record – CDR). CDR збираються на регулярній основі для обробки, в ньому міститься інформація про використання і продуктивність роботи телефонії. Сервіс CDR документує різні атрибути виклику, здійсненого через телефонну систему (обсяг всіх дзвінків; дата і час дзвінка; тривалість дзвінка; причина завершення; вхідний або вихідний) [1]. Спеціалізоване апаратне та програмне забезпечення VoIP мережі забезпечує формування CDR.

З отриманих даних CDR можливо дослідити динаміку якості наданих послуг. Стандартно постачальниками відстежуються показники ASR та ACD (і надаються разом з тарифними планами). ACD

також позначають як ALOC або AVG [2]. Це загальноприйнята рекомендація від Міжнародної спілки електров'язку [3].

Завершені дзвінки є одним із найважливіших показників продуктивності мережі, а ASR (Answer Seizure Ratio) традиційно використовується як найбільш вагомий і корисний порівняльний показник. Це статистичний показник якості пропонованої послуги та зазвичай виражається у відсотках:

$$ASR = \frac{\text{Кількість викликів, що призводять до сигналу відповіді}}{\text{Всього викликів}} * 100\% .$$

Іншим показником, який надає корисні дані для порівняння, є середня тривалість розмови (ALOC – Average Length of Conversation або ACD – Average Call Duration) для завершених дзвінків на різних маршрутах. В рахунок беруться саме секунди розмови, які тарифікуються. Такий принцип розрахунку враховує те, що встановлення з'єднання в VoIP ще не гарантує того, що сама розмова відбудеться, наприклад, абонент не чує відповіді і завершує виклик.

$$ACD = \frac{\text{Тарифіковані секунди розмови}}{\text{Кількість викликів, що призводять до сигналу відповіді}} .$$

Обидва показники досліджуються на часових інтервалах (наприклад погодинно) і формують загальну картину, наприклад у вигляді графіків. На базі отриманих залежностей робиться висновок: при переході за межу (в бік зниження від рекомендованих граничних значень) виникає індикація можливих проблем на конкретному маршруті, що може привести в подальшому до змін маршрутизації [4].

Зміст дослідження. Додавання до порівняльного аналізу ще одного показника спрямовано на підвищення рівня впевненості в тому, що погіршення якості зв'язку потребує виконання адміністративних дій. Це важливо, оскільки такі "дії" можуть призвести до зміни маршрутизації, а хибні спрацювання пов'язані з невиправданим значним обсягом обчислень. Додатковим показником є коефіцієнт ефективності мережі NER (Network Effectiveness Ratio), який розраховується на базі CDR [5, 6].

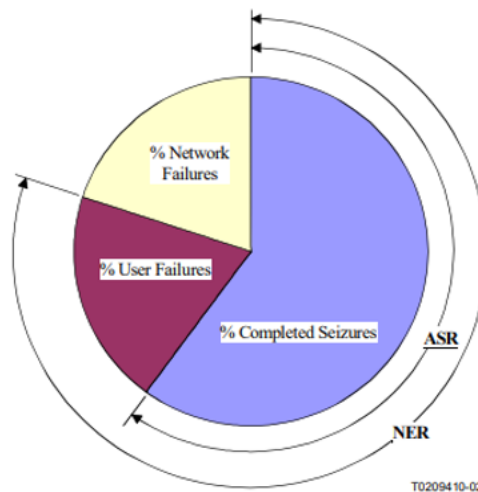


Рис. 1. Діаграма показника ефективності NER

NER призначений для виявлення здатності мережі доставляти виклики до кінця лінії в мережі і виражає співвідношення між сумою кількості викликів, результатом яких є або відповідь, або користувач зайнятий, або не знімає слухавку, і загальною кількістю викликів. На відміну від ASR, NER виключає наслідки поведінки клієнтів і поведінки терміналу.

$$NER = \frac{\text{Виклики, доставлені до дальнього кінця лінії мережі}}{\text{Всього викликів}} * 100\% .$$

За наявним CDR (окремих діб) стає можливим провести дослідження показників якості обслуговування, згаданих вище, і запропонувати підхід до їх контролю для визначення потреби запуску алгоритму втручання у заданий маршрут з оцінкою необхідності його зміни [7]. Для практичного дослідження важливим є вибір часового проміжку впродовж доби – найбільша інтенсивність викликів за проміжок часу, а саме робочий час. Нижче наведено приклад досліджень показників якості в робочий час однієї з діб.

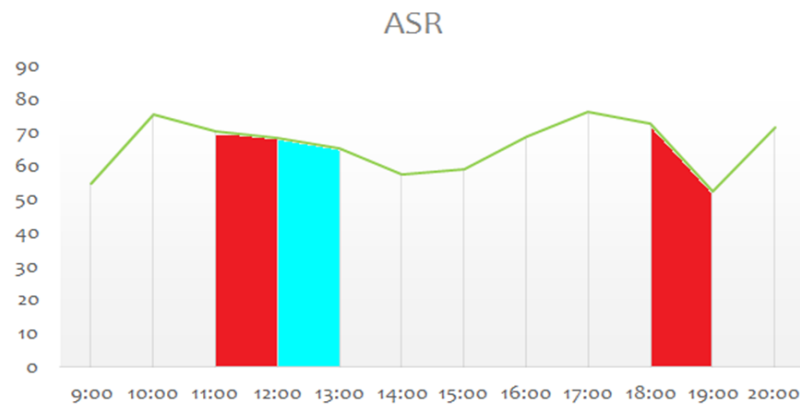


Рис. 2. Графік обробованого ASR

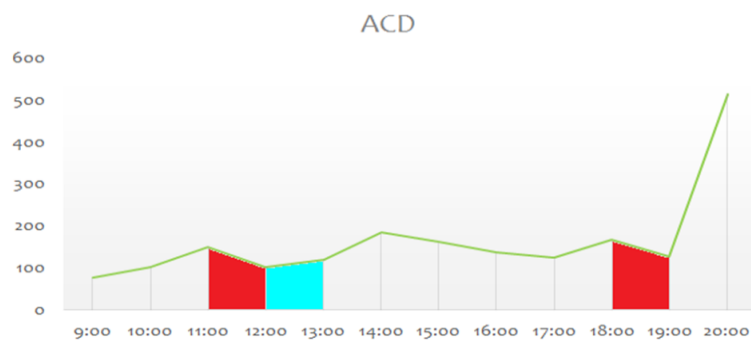


Рис. 3. Графік обробованого ACD

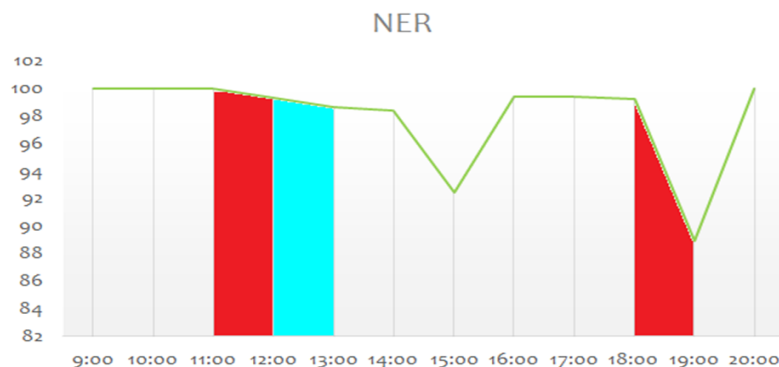


Рис. 4. Графік обробованого NER

З наведеного прикладу видно, що починаючи з 11:00 всі показники спадають, при цьому ASR знаходиться на високому рівні (вище 60%) [8] і спадає повільно. Якщо покладатись тільки на динаміку двох показників, то з урахуванням зростання ACD після 12:00, не потрібно оцінювати необхідності внесення змін в маршрутизацію викликів. В той же час, третій показник NER продовжує спадати і це вказує на погіршення якості обслуговування, яке після 13:00 призводить до падіння ASR нижче 60%, що є критичним для певного рівня обслуговування. Таким чином, після 12:00 необхідно запускати алгоритм втручання у заданий маршрут з оцінкою необхідності внесення змін в маршрутизацію, незважаючи на зростання ACD. Починаючи з 17:00 спостерігаємо повільне падіння двох показників (ASR і NER), що знов вказує на погіршення якості обслуговування, яке після 18:00 призводить до падіння ASR нижче 60%. Таким чином, після 18:00 необхідно виконати оцінку необхідності внесення змін в маршрутизацію з залученням вказаного алгоритму, незважаючи на зростання ACD до 18:00. За умов відстеження динаміки традиційно використовуваних показників (ASR і ACD), їх одночасне зниження вказує на погіршення якості обслуговування. Також на погіршення якості обслуговування вказує одночасне зниження ASR і додаткового показника NER, незважаючи на зростання в тому ж інтервалі показника ACD. Таким чином, в результаті проведених досліджень динаміки змін показників якості підтверджено, що контроль додаткового показника підвищує рівень впевненості в тому, що в певному інтервалі часу спостерігається тенденція до зниження якості обслуговування і це, в свою чергу, потребує оцінки необхідності внесення змін в маршрутизацію з залученням алгоритму вибору найкращого маршруту виклику [7].

Висновок. В роботі запропоновано підхід до контролю і підтримки якості обслуговування у VoIP мережі шляхом розширення переліку показників якості, динаміка змін яких відстежується на базі сервісу CDR, реалізованому в апаратному та програмному забезпеченні VoIP мережі. На основі традиційно контрольованих показників ASR, ACD і тарифів, розрахунок порівняльних метрик провайдерів реалізовано у відповідному алгоритмі вибору найкращого маршруту виклику [7], за яким обчислюються метрики для кожного провайдера, призначеного для конкретного напрямку проходження виклику, і приймається рішення про вибір провайдера. Враховуючи велику кількість напрямків міжнародного телефонного зв'язку, обсяг обчислень метрик провайдерів є доволі суттєвим. Тому доцільно запускати зазначений вище алгоритм саме в певних критичних, з точки зору якості обслуговування, інтервалах часу. Індикатором початку таких інтервалів є динаміка змін показників ASR, ACD і додаткового показника NER. Пропустити критичний момент погіршення показників означає втратити рівень якості обслуговування, за який сплачують клієнти. В той же час, безперервний розрахунок порівняльних метрик провайдерів на базі контролю ASR, ACD призводить до невиправданих обсягів обчислень. В подальших дослідженнях доцільно приділити увагу поглибленому відстеженню динаміки змін показників якості, а саме: швидкості їх погіршення в часі.

Література

1. Call Detail Record. URL: <https://roicallcentersolutions.com/glossary/call-detail-record/>
2. InPhonex Telecom. URL: <http://partners.varphonex.com/solutions/telecom-wholesalers.php>
3. Рекомендація MCE-T E.437 SERIES E: OVERALL NETWORK OPERATION, TELEPHONE SERVICE, SERVICE OPERATION AND HUMAN FACTORS. Quality of service, network management and traffic engineering – Network management – Checking the quality of international telephone service. Женева, 1999. URL: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-E.437-199905-I!!PDF-E&type=items
4. Таран В. В. Апроксимаційна модель варіацій основних параметрів якості VoIP-зв'язку у часі. Електроніка-2017 : зб. статей 10-ї міжнародної науково-технічної конференції молодих вчених. Київ : НТУУ «КПІ», 2017. С. 197–200.
5. Рекомендація MCE-T E.425 SERIES E: OVERALL NETWORK OPERATION, TELEPHONE SERVICE, SERVICE OPERATION AND HUMAN FACTORS. Quality of service, network management and traffic engineering – Network management – Checking the quality of international telephone service. Internal automatic observations. Женева, 1998. URL: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-E.425-200203-I!!PDF-E&type=items
6. Рекомендація MCE-T E.411 SERIES E: OVERALL NETWORK OPERATION, TELEPHONE SERVICE, SERVICE OPERATION AND HUMAN FACTORS. Quality of service, network management and traffic engineering – Network management – International network management. Женева, 2000. URL: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-E.411-200003-I!!PDF-E&type=items
7. Солов'єв А. В., Бондаренко В. Н. Алгоритм вибору найкращого маршрута виклику в VoIP сетях. Проблеми інформатизації та управління : зб. наук. пр. Київ : НАУ, 2015. Вип. 2(50). С. 102–108.
8. Рекомендація MCE-T E.426 SERIES E: TELEPHONE NETWORK AND ISDN QUALITY OF SERVICE, NETWORK MANAGEMENT AND TRAFFIC ENGINEERING. General guide to the percentage of effective attempts which should be observed for international telephone calls. Женева, 1992. URL: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-E.426-199210-I!!PDF-E&type=items

References

1. Call Detail Record. URL: <https://roicallcentersolutions.com/glossary/call-detail-record/>
2. InPhonex Telecom. URL: <http://partners.varphonex.com/solutions/telecom-wholesalers.php>
3. Rekomendatsiia MSE-T E.437 SERIES E: OVERALL NETWORK OPERATION, TELEPHONE SERVICE, SERVICE OPERATION AND HUMAN FACTORS. Quality of service, network management and traffic engineering – Network management – Checking the quality of international telephone service. Zheneva, 1999. URL: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-E.437-199905-I!!PDF-E&type=items
4. Taran V. V. Aproksymatsiina model variatsii osnovnykh parametrov yakosti VoIP-zv'iazku u chasi. Elektronika-2017 : zb. statei 10-yi mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii molodykh vchenykh. Kyiv : NTUU «KPI», 2017. S. 197–200.
5. Rekomendatsiia MSE-T E.425 SERIES E: OVERALL NETWORK OPERATION, TELEPHONE SERVICE, SERVICE OPERATION AND HUMAN FACTORS. Quality of service, network management and traffic engineering – Network management – Checking the quality of international telephone service. Internal automatic observations. Zheneva, 1998. URL: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-E.425-200203-I!!PDF-E&type=items
6. Rekomendatsiia MSE-T E.411 SERIES E: OVERALL NETWORK OPERATION, TELEPHONE SERVICE, SERVICE OPERATION AND HUMAN FACTORS. Quality of service, network management and traffic engineering – Network management – International network management. Zheneva, 2000. URL: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-E.411-200003-I!!PDF-E&type=items
7. Solov'ev A. V., Bondarenko V. N. Algoritm vyboru nailuchshego marshruta vyzova v VoIP setjah. Problemi informatizacii ta upravlinnja : zb. nauk. pr. Kiiv : NAU, 2015. Vip. 2(50). S. 102–108.
8. Rekomendatsiia MSE-T E.426 SERIES E: TELEPHONE NETWORK AND ISDN QUALITY OF SERVICE, NETWORK MANAGEMENT AND TRAFFIC ENGINEERING. General guide to the percentage of effective attempts which should be observed for international telephone calls. Zheneva, 1992. URL: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-E.426-199210-I!!PDF-E&type=items