

УДК 621.391

DOI: 10.31673/2412-9070.2025.028391

**В. Ф. ЗАЙКА<sup>1</sup>**, доктор техн. наук, професор;

ORCID: 0000-0002-2394-4317

**О. Г. ВАРФОЛОМЕЄВА<sup>1</sup>**, канд. техн. наук, доцент;

ORCID: 0000-0002-2294-4518

**Г. Ф. КОЛЧЕНКО<sup>2</sup>**, канд. техн. наук, доцент;

ORCID: 0009-0001-0319-2322

**Д. В. МИРОНОВ<sup>1</sup>**, канд. техн. наук, доцент;

ORCID: 0009-0001-6492-7011

**Н. Л. ПЕРЕПЕЛИЦЯ<sup>1</sup>**, викладач,

ORCID: 0009-0008-8280-5318

<sup>1</sup> Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій

<sup>2</sup> ТОВ «ВЦ «Омега», Київ

## МЕТОДОЛОГІЯ ЗАСТОСУВАННЯ УГОД ПРО РІВЕНЬ ОБСЛУГОВУВАННЯ (SLA)

*Розглянуто принципи побудови мереж наступного покоління. Проведено аналіз основних технологічних особливостей, що відрізняють інфокомунікаційні послуги від послуг традиційних електронних комунікаційних мереж. Визначено, що мережа наступного покоління повинна забезпечувати передавання всіх видів медіа-трафіка та розподілене надання необмеженого спектру інфокомунікаційних послуг з можливістю їх масштабування. Для деяких інфокомунікаційних послуг є критичним порядок приходу пакетів, затримка пакетів і варіація затримки (джитер). Необхідно гарантувати доставку такої інформації, як мова, відео і мультимедіа у реальному часі з мінімально можливою затримкою. Для цієї мети в мережі повинні бути реалізовані механізми, що гарантують потрібну якість обслуговування (Quality of Service - QoS). Для забезпечення гарантованої якості обслуговування на верхніх рівнях ієрархії згідно моделі взаємодії відкритих систем (OSI) пропонується "угода про рівень обслуговування" (Service Level Agreement - SLA).*

*SLA – це універсальний метод, що дозволяє домовлятися зі споживачем про рівень якості наданих інфокомунікаційних послуг, тобто метод, який би представляв рівень якості надання електронних комунікаційних послуг з погляду споживача.*

**Ключові слова:** електронна комунікаційна мережа, управління, затримка, ймовірність, інфокомунікаційна послуга, угода, QoS, SLA.

### Вступ

Сьогодні непорушним можна вважати факт, що важливим джерелом підвищення ефективності діяльності операторів електронних комунікацій (далі - оператор) усіх форм власності є управління якістю надання послуг.

Слід зазначити, що операторів чекають труднощі, пов'язані з високими вимогами, що висувуються новими електронними комунікаційними послугами (далі – послуги) до мережних ресурсів. Щоб гарантувати відповідний рівень якості надання послуг, мережа повинна забезпечити дотримання сукупності відповідних параметрів, які прийнято називати "якістю обслуговування" (Quality of Service - QoS). Більш того, електронна комунікаційна мережа повинна надавати можливість динамічного розподілу та використання ресурсів. Механізми QoS забезпечують набір засобів, що можуть застосовувати оператори - для ефективного використання ресурсів електронних комунікацій.

Введена міжнародним союзом електрозв'язку ІТУ-Т (International Telecommunication Union – Telecommunication standardization sector) концепція мережі наступного покоління NGN (Next Generation Network) визначає архітектуру апаратних і програмних засобів, що передба-

чає обмін викликами спеціальних процедур між комутаційною системою і мережею під час організації зв'язку. Виконання цих процедур може управляти процесами комутації та іншими мережними ресурсами з метою забезпечення функцій «інтелектуальної» маршрутизації, тарифікації, передавання голосових потоків, і потоків даних за допомогою єдиної мережної інфраструктури, здатне істотно розширити спектр послуг, що надаються операторами.

Мережа наступного покоління забезпечує передавання всіх видів медіа-трафіка та розподілене надання необмеженого спектра інфокомунікаційних послуг з можливістю їх масштабування, управління та розподіленої тарифікації. Мережа підтримує передавання трафіка з різними вимогами до якості обслуговування та підтримує вибрані користувачем вимоги до наданих послуг. Архітектура сучасних електронних комунікаційних мереж сьогодні орієнтована на використання мереж пакетної комутації, серед яких найбільш популярними є IP-мережі [1,5].

### Основна частина

Взагалі питання забезпечення відповідним рівнем якості обслуговування можна розділити на дві категорії:

- параметри продуктивності електронної комунікаційної мережі, які необхідно відслідковувати для контролю рівня QoS;

- процедури, які необхідно здійснювати для підтримки необхідного рівня QoS.

Процедури QoS повинні забезпечувати певний рівень мережних параметрів для досягнення більшої передбаченості послуг, що надаються. Це досягається такими методами:

- підтримкою певної пропускну здатності мережі;
- скороченням імовірності втрати пакетів;
- виключенням або керуванням мережних перевантажень;
- можливістю конфігурації мережного трафіку;
- мінімізацією затримки інформації в мережі.

Тобто, необхідно гарантувати доставку будь-якої інформації (мова, відео і мультимедіа) у реальному часі з мінімально можливою затримкою. Для цієї мети в мережі повинні бути реалізовані механізми, що гарантують потрібну якість обслуговування [2,5].

Додаткову складність під час забезпечення відповідного рівня якості надання послуг абонентам (обслуговування) викликає той факт, що абоненти (споживачі) оцінюють якість наданих послуг суб'єктивно (наприклад, під час перегляду відео його цікавить якість прийнятого зображення).

Отже, споживачі оцінюють рівень якості послуг "в загалі", а не у вигляді сукупності параметрів, значення яких найчастіше не розуміють. У зв'язку з цим оператори та провайдери мають потребу в універсальному методі домовлятися зі споживачем про рівень якості наданих послуг, тобто методі, який би уявляв рівень якості надання послуг з погляду споживача. Таким методом може стати "угода про рівень обслуговування" (Service Level Agreement - SLA), яка отримує все більше поширення на ринку електронних комунікаційних послуг. Ці угоди укладаються між абонентом (споживачем) і оператором або провайдером (постачальником послуги) та обумовлюють значення показників рівня якості послуги, яка надається абоненту (споживачу), способи оповіщення абонента (споживача) про рівень якості отриманих ним послуг, а постачальника - про виявлені абонентом (споживачем) порушення погоджених вимог до рівня якості, а також штрафні санкції стосовно постачальника послуги при порушенні ним рівня обслуговування.

TM Forum розроблено рекомендації з управління SLA, у яких докладно описані види послуг, їх структура, життєвий цикл, приведено модель відносин при постачанні послуг споживачам, визначення основних понять, пов'язаних з SLA, описані переваги від використання SLA для споживача послуги, її постачальника і постачальників електронного комунікаційного обладнання.

TM Forum визначає вимоги і пропонує архітектуру систем, що підтримують надання SLA. У рекомендаціях TM Forum розглянуто також процеси управління, які повинні підтримувати управління SLA, їх взаємодію у різних ситуаціях під час надання послуги. Визначено зв'язок управління SLA з управлінням рівня якості функціонування послуги і ресурсів, що її надають.

Використання угод про рівень обслуговування при забезпеченні QoS здійснюється таким чином. При визначенні SLA встановлюються індикатори (параметри) QoS і визначаються методи, які будуть використовуватися для виміру цих індикаторів. Звичайно, такими індикаторами можуть бути доступність, затримка, пропускну спроможність, затримка з кінця в кінець, середній час відновлення і час завантаження (надання даних споживачу). Необхідно відзначити, що оскільки QoS означає для кожного споживача щось своє, то оператор та провайдер повинні забезпечувати різним споживачам різні угоди про рівень якості, які базуються на різних рівнях продуктивності, доступності та вартості. Тому, для одержання кращого результату при роботі з абонентами (споживачами) оператори та провайдери організують процес, який складається з таких кроків:

- визначення бізнесів-процесів і послуг, на яких вони базуються;
- ідентифікація параметрів та індикаторів, через вимір яких будуть контролюватися надані послуги;
- формалізація зобов'язань для визначеного рівня якості послуг, що будуть надаватись абоненту (споживачу);
- визначення штрафних санкцій, які будуть накладатись у разі порушення SLA;
- підписання угод про рівень якості послуг, що будуть надаватись абоненту (споживачу).

Зрозуміло, що забезпечення заданих параметрів QoS вимагає від операторів та провайдерів моніторингу значної кількості параметрів функціонування мережі і проведення значної кількості процедур з управління ними, що практично неможливо виконати у ручному режимі. Таким чином, оператори та провайдери повинні використовувати спеціалізовані системи управління угодами про якість надання послуг. Завданням подібних систем є забезпечення збору, обробки і форматування параметрів рівня якості, а також порівняння цих параметрів із значеннями, що наведені в угодах, і надання абонентам (споживачам) звітів стосовно SLA. Багато виробників систем управління електронними комунікаційними мережами представляють на ринку свої розробки, які дозволяють забезпечити SLA для надання послуг, а саме дозволяють визначати, відслідковувати та управляти угодами про рівень якості обслуговування, гарантуючи абонентам (споживачам) оптимальну продуктивність і доступність послуг, одночасно, дозволяє оператору та провайдеру швидко виявляти й усувати проблеми в мережі, які впливають на рівень якості надання послуг, у такий спосіб дозволяючи підвищити доходи та зменшити ризики виплат штрафних санкцій за наданий неналежний рівень якості послуг абонентам (відповідно із складеною угодою).

Тобто управління рівнем якості обслуговування є методом раціонального використання електронних комунікаційних ресурсів. Основна ідея - постійний контроль рівня якості надання послуг абонентам (споживачам) [3,7].

Процес управління рівнем якості обслуговування відповідає за оперативний контроль надання послуг та їх відповідність зазначеному рівню якості обслуговування. У ході цього процесу контролюються як технічні параметри послуги, так і параметри, що характеризують організацію процесів обслуговування - такі як, наприклад, своєчасне підключення або зміна послуг. Результатом виконання цього процесу є звіти про невідповідність наданої послуги угодам про рівень якості обслуговування абонентів, повідомлення про проблеми, які часто виникають, аналіз рівня якості наданих послуг, а також реакції на скарги з боку абонентів (споживачів) на рівень якості наданої послуги. При порушеннях рівня якості надання послуг (відповідно до угоди про рівень якості обслуговування) процес управління рівнем якості обслуговування взаємодіє з процесом усунення проблем і процесом управління рівнем якості наданої послуги.

Метою процесу є забезпечення ефективного моніторингу і складання звітності для забезпечення необхідного рівня якості обслуговування надання послуг абоненту (обслуговування). Моніторинг і звітність повинні бути своєчасними і включати інформацію щодо всіх параметрів надання послуг абоненту (обслуговування). Метою процесу також є планування і проведення спеціальних заходів для забезпечення необхідного рівня якості надання послуг абоненту (обслуговування). Процес починається з одержання інформації від процесів управління мережею, процесів формування і надання послуг (обслуговування) і процесів обслуговування абонентів (споживачів) [2,8].

Для досягнення максимальної ефективності необхідно, щоб управління базувалося на відповідності конкретним робочим характеристикам, підтриманні їх на потрібному рівні. Це дозволить не просто реагувати на проблеми, але застосовувати заходи щодо попередження проблем, їх своєчасного виявлення та швидкого реагування.

Управління на основі SLA дозволить змінити підходи до функціонування системи управління електронними комунікаційними мережами операторів та провайдерів. Одним з початкових етапів реалізації SLA є вибір ключових параметрів, на яких будуть основані угоди про рівень якості надання послуг абоненту (обслуговування). Фахівцям системи управління необхідно мати точні і конкретні параметри, що мають контролюватися, відсутність яких не дозволить вирішити проблеми, що виникають. Для впровадження SLA мають бути вирішені серед іншого такі питання:

- штрафні санкції, які відповідають рівню відповідності;
- типи операцій та параметрів, які мають контролюватися;
- ступінь деталізації;
- час реакції на подію у телекомунікаційних мережах;
- затримка сигналу в електронних комунікаційних мережах і мережах передавання даних тощо.

Застосування SLA на сучасному ринку електронних комунікацій обумовлюється тим, що коли приходить час вибрати постачальника послуг, абонента (споживача) цікавить, в основному, такі питання: вартість (доступність), продуктивність функціонування обладнання, що забезпечує послугу та рівень якості надання послуг (обслуговування). При цьому абонент очікує, що оператор або провайдер забезпечить не тільки безперебійне надання послуг (обслуговування), але і швидке впровадження нових.

Також мається на увазі, що електронні комунікаційні послуги будуть надаватися з визначеною швидкістю, надійністю та визначеним рівнем якості. Щоб забезпечити виконання цих вимог, оператори та провайдери використовують угоди про рівень надання послуг абоненту (обслуговування), які надають інструмент для ідентифікації, визначення, спостереження і управління послугами, що надаються операторами та провайдерами [11,12,13].

### **Висновки**

На даний час вже немає сумнівів у доцільності використання операторами та провайдерами угод про рівень надання послуг абоненту обслуговування (SLA) як інструмента роботи з абонентами, споживачами та правильного застосування засобів управління послугами, що дозволить операторам та провайдерам ефективно вирішувати різні завдання, які виникають під час надання послуг абонентам з високим рівнем якості.

SLA являє собою угоду між оператором або провайдером і абонентом (споживачем) на надання/отримання певних електронних комунікаційних послуг визначеного рівня якості, це дасть змогу гарантувати визначений рівень якості наданих послуг.

Оскільки надання високоякісних послуг може стати для оператора або провайдера вирішальним фактором для залучення й утримання вигідних абонентів (споживачів) - ті які можуть сплати за нього, то в умовах сьогоденного конкурентного ринку SLA є важливим інструментом забезпечення абонентів (споживачів) бажаним QoS.

Щоб задовольнити постійно зростаючі вимоги абонентів (споживачів) до отримання високоякісних послуг і розширити сферу свого бізнесу, оператори та провайдери змушені забезпечувати для своїх абонентів (споживачів) SLA. При цьому вони повинні мати можливість надавати абонентам (споживачам) звіти, які б довели, що визначений двосторонньою угодою необхідний рівень надання послуг підтримується.

SLA дозволяє переконати абонента (споживача) у здатності оператора або провайдера забезпечити високий рівень якості надання дорогих електронних комунікаційних послуг (і необхідності платити за них). У зв'язку з цим, у даний час надання SL є не розкішшю, а необхідним засобом виживання операторів та провайдерів на ринку надання електронних комунікаційних послуг.

Отже, SLA - угоди про рівень надання послуг абоненту (обслуговування) – розглядається як метод підвищення ефективності функціонування електронних комунікаційних мереж.

### Список літератури

1. *Principles for the Management of Next Generation Networks// ITU-T Recommendation M.3060 / Y.2401. - 2016.*

2. Беркман Л.Н. *Методи підвищення показників якості системи управління телекомунікаційними мережами.* / В.В Хиленко, Беркман Л.Н., Колченко Г.Ф., Варфоломєєва О.Г. Монографія. – Київ. Норіта-плюс – 2007. – 236 с.

3. Беркман Л.Н., Варфоломєєва О.Г., Захаржевський А.Г., Твердохліб М.Г., Ярцев В.П. / *Управління якістю обслуговування в мережах NGN// Журнал — Телекомунікаційні та інформаційні технології №2(67), -С. 4-12 К.: ДУТ, 2020.*

4. Заїка В.Ф. *Телекомунікаційні системи та мережі наступного покоління.* / В.Ф. Заїка, О.Г. Варфоломєєва, К.О. Домрачева, Г.О. Гринкевич Навчальний посібник- Київ: ДУТ, 2019. – 352 с.

5. Беркман Л.Н. *Оптимізація параметрів інфокомунікаційних мереж* / В.Б. Толубко, Л.Н. Беркман, В.О. Власенко, Ю.М. Зіненко // *Журнал “Сучасний захист інформації”.* – 2016. – №4. – С. 58-64.

6. Беркман Л.Н. *Оптимізація параметрів мережі майбутнього на базі вагового методу* / Л.Н. Беркман О.В. Вюнник, В.О. Ярош, Ю. М. Зіненко, Є.П. Гороховський // *Журнал “Сучасний захист інформації”.* – 2017. – №1(29). – С. 89-95.

7. Беркман Л.Н. *Оцінювання показників стійкості мережі майбутнього (FN) до зовнішніх дестабілізуючих факторів* / Л.Н. Беркман, С.І. Отрох, В.О. Ярош, Є.П. Гороховський, Ю. М. Зіненко // *Журнал “Зв’язок”.* – 2017. – №2. – С. 25-28.

8. Беркман Л.Н. *Методи забезпечення стійкості мережі майбутнього до дії зовнішніх дестабілізуючих факторів* / С.І. Отрох, В.О. Ярош, В.О. Власенко, Ю.М. Зіненко // *Журнал “Телекомунікаційні та інформаційні технології”.* – 2017. – №2. – С. 24-30.

9. Беркман Л.Н., Варфоломєєва О. Г., Твердохліб М. Г., Перепелиця Н. Л. *Визначення обсягу інформаційних потоків в системі управління телекомунікаційними мережами з урахуванням кореляційних зв'язків.* // *Телекомунікаційні та інформаційні технології - 2018- №3.-С.5-12.*

10. Беркман Л.Н. *Метод аналізу якості функціонування системи управління мережі наступного покоління на основі інформаційно-ентропійних характеристик.* / Л.Н. Беркман., В.Ф.Заїка О. Г Варфоломєєва, Домрачева К.О. - *Зв’язок.* –№ 4 – 2019. – . С.5-12

11. Berkman L. *Determination of Criteria for Choosing the Best Ways and Indicators of Service Quality in Infocommunication Networks* / Lubov Berkman, Larysa Kriuchkova, Olga Tkachenko and Oksana Varfolomeieva // *3rd IEEE International Conference on Advanced Informaton and Communication Technologies (AICT) – 2019. Lviv, Ukraine July 2-6, 2019.*

12. Закон України «Про електронні комунікації» (16 грудня 2020 року № 1089-IX).

V. Zaika, O.Varfolomeeva, G. Kolchenko, D. Mironov, N. Perepelitsa

### METHODOLOGY FOR APPLYING SERVICE LEVEL AGREEMENTS (SLA)

*The principles of building next-generation networks are considered. The main technological features that distinguish information and communication services from the services of traditional communication networks are analyzed. It is determined that the next generation network should ensure the transmission of all types of media traffic and the distributed provision of an unlimited range of information and communication services with the possibility of scaling. For some information and communication services, the order of packet arrival, packet delay and delay variation (jitter) are critical. It is necessary to guarantee the delivery of information such as speech, video and multimedia in real time with the lowest possible delay. For this purpose, mechanisms must be implemented in the network to guarantee the required quality of service (QoS). To ensure the guaranteed quality of service at the upper levels of the hierarchy, according to the Open Systems Interoperability (OSI) model, a Service Level Agreement (SLA) is proposed.*

*The use of SLAs in the modern electronic communications market is due to the fact that when it comes time to choose a service provider, the subscriber (consumer) is mainly interested in the following issues: cost (availability), performance of the equipment providing the service and the level of quality of service provision (maintenance). At the same time, the subscriber expects the operator or provider to ensure not only uninterrupted provision of services, but also the rapid introduction of new ones.*

*An SLA is an agreement between an operator or provider and a subscriber (consumer) for the provision/receipt of certain telecommunications services of a certain level of quality, which will allow to guarantee a certain level of quality of the provided telecommunications services.*

*SLA is a universal method that allows you to negotiate with the consumer about the level of quality of the provided information and communication services, that is, a method that would represent the level of quality of telecommunication services from the point of view of the consumer.*

**Keywords:** network, management, delay, probability, information and communication service, agreement, QoS, SLA.

---