



---

## СТАТИСТИКА, МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ Й УПРАВЛІННІ

---

DOI: [https://doi.org/10.58253/2078-1628-2025-2\(34\)-039](https://doi.org/10.58253/2078-1628-2025-2(34)-039)

УДК 658.5:005.7

JEL M11, C61, D24, L96

**Анна Михайлівна СОРОКА**

кандидат економічних наук, доцент,  
завідувач кафедри менеджменту,

Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій,  
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0002-2305-2589>  
[a.soroka@duikt.edu.ua](mailto:a.soroka@duikt.edu.ua)

**Марина Валентинівна ПЕТЧЕНКО**

кандидат економічних наук, доцент,

проректор з науково-педагогічної роботи та соціального розвитку,  
Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій,  
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0003-1104-5717>  
[m.petchenko@duikt.edu.ua](mailto:m.petchenko@duikt.edu.ua)

**Тетяна Ігорівна МАКАРЕНКО**

здобувачка третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти,  
Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій,  
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0003-4837-4522>  
[t.makarenko@stud.duikt.edu.ua](mailto:t.makarenko@stud.duikt.edu.ua)

### ОПТИМІЗАЦІЯ УПРАВЛІНСЬКИХ ПРОЦЕСІВ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ТАРИФІКАЦІЇ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ В УМОВАХ 5G-ТРАНСФОРМАЦІЇ

*Анотація.* Стаття присвячена розв'язанню актуальної науково-практичної задачі оптимізації управлінських процесів та моделювання тарифікації в телекомунікаційних підприємствах України в умовах переходу до технологій 5G. У роботі здійснено діагностику чинних систем управління та білінгу, які функціонують на засадах 4G, та виявлено їх критичні обмеження:



*недостатню гнучкість, нездатність ефективно працювати в мультисервісному середовищі та відсутність динамічного врахування параметрів якості (QoS) і гарантій рівня послуг (SLA) у реальному часі. Метою дослідження - є розробка принципово нової моделі тарифікації, адаптованої до вимог мереж п'ятого покоління та Інтернету речей (IoT). Авторами запропоновано багатofакторну математичну модель, яка інтегрує показники якості обслуговування (швидкість, затримка, джитер, втрати пакетів), умови SLA, тип і обсяг трафіку, а також специфічні характеристики IoT-навантаження. Розроблено концептуальну схему взаємодії елементів білінгової системи 5G, що забезпечує автоматизований збір даних, їх медіацію та тарифікацію в режимі реального часу. Практична цінність роботи полягає у створенні методологічного підґрунтя для впровадження гнучких, прозорих та економічно ефективних механізмів ціноутворення, що дозволить українським операторам підвищити конкурентоспроможність та ефективність управління в умовах цифрової трансформації.*

**Ключові слова:** 5G-трансформація, тарифікація, білінг, мультисервісне середовище, QoS, SLA, Інтернет речей (IoT), управлінські процеси.

**Постановка проблеми.** Постановка проблеми. В умовах підготовки до впровадження 5G встановлено, що чинні системи управління та тарифікації телекомунікаційних підприємств України функціонують переважно на засадах технологій 4G і не забезпечують необхідної гнучкості, масштабованості та динамічності, потрібних для мультисервісного середовища й масових IoT-підключень. Поточні білінгові платформи не підтримують багатовимірну тарифікацію, не враховують параметри QoS/SLA у режимі реального часу та не забезпечують точного розподілу ресурсів і витрат між сервісами, що знижує ефективність ціноутворення. Системи управління підприємств характеризуються бюрократизованими процесами, низьким рівнем інтеграції ІТ-систем, недостатньою автоматизацією та дефіцитом фахівців у сферах cloud-native технологій, кібербезпеки й аналітики даних. Воєнні умови додатково ускладнили кадрове забезпечення через релокацію та мобілізацію спеціалістів. У сукупності це формує системну проблему, за якої без оптимізації управлінських процесів, білінгу та кадрового потенціалу повноцінна 5G-трансформація є неможливою.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасних наукових і галузевих матеріалах впровадження 5G розглядається насамперед у площині переосмислення бізнес-моделей операторів, механізмів монетизації та перегляду принципів формування тарифних пропозицій. У звіті GSMA Intelligence наголошується, що в умовах 5G зростає

роль диференціації сервісів за характеристиками якості та клієнтським досвідом, що безпосередньо впливає на підходи до формування тарифів і управління продуктивним портфелем [1]. Подібні положення деталізовано в роботі Anand D., де акцентовано на розвитку B2B/B2B2X-напрямів, комерціалізації network slicing та необхідності гнучкого ціноутворення відповідно до умов надання послуг і договірних зобов'язань [2].

Окремий масив публікацій присвячено модернізації систем підтримки бізнесу та операцій (BSS/OSS), які забезпечують наскрізні процеси надання послуг, обліку споживання, тарифікації та взаємодії з клієнтом. У матеріалах Ericsson підкреслюється значення BSS/OSS як основи керованості мультисервісного середовища, зокрема через інтеграцію даних і процесів між мережевими елементами, CRM та білінгом [3]. У цьому контексті стає очевидним, що результативність тарифікації визначається не лише розрахунковими алгоритмами, а й узгодженістю управлінських процедур і відповідальністю функціональних підрозділів.

У площині менеджменту релевантними є дослідження, спрямовані на оцінювання ефективності стратегічного управління та обґрунтування управлінських рішень у цифровій економіці. Makarenko запропоновано підхід до оцінювання a posteriori ефективності стратегічного управління підприємствами, що може бути використано як методологічне підґрунтя для обґрунтування управлінських змін у процесі цифрової трансформації операторів [4]. Паралельно, у статті Banda та Feukeu 5G розглянуто як фактор переходу до сервісних екосистем і партнерських моделей, що потребує відповідних управлінських механізмів монетизації та контролю виконання зобов'язань у межах комерційних домовленостей [5].

Питання ресурсного забезпечення та планування у телекомунікаційній галузі розкрито у праці Макаренко та Сороки, де обґрунтовано доцільність удосконалення методів планування ресурсів як складової підвищення результативності управління підприємством [6]. Узагальнення підходів до 5G-бізнес-моделей і джерел доходів наведено в оглядовій статті Banda, Mzyese, Mekuria, яка підтверджує, що монетизація 5G ускладнюється мультисервісністю та зростанням ролі параметрів QoS/SLA, а отже, потребує більш гнучких принципів ціноутворення та обліку послуг [7].

Додатковим управлінським підґрунтям для модернізації процесів обліку та тарифікації є інтеграція корпоративних інформаційних систем: у тезах Макаренко підкреслено значення ERP-систем для стандартизації процесів, інтеграції даних і підвищення керованості ресурсів [8]. Теоретичні засади ціноутворення телекомунікаційних підприємств, включно з логікою тарифної політики та її зв'язком із витратами й ринковими умовами, узагальнено у роботі Стельмах, що є важливим для обґрунтування принципів багатофакторної



тарифікації [9]. Практичний вимір орієнтації на якість обслуговування та клієнтський досвід відображено у дослідженні J.D. Power, де показано зв'язок рівня сервісу з показниками задоволеності та лояльності споживачів [10]. Для українського ринку показовим є приклад Kyivstar щодо партнерства з AWS у напрямі хмарної міграції, що ілюструє актуальність модернізації ІТ-ландшафту як передумови для підвищення ефективності управлінських і білінгових процесів [11].

Отже, наявні джерела висвітлюють ключові напрями: монетизацію 5G та трансформацію бізнес-моделей, роль BSS/OSS у забезпеченні тарифікації й обліку, методологічні підходи до оцінювання управлінської ефективності, ресурсне планування, інтеграцію корпоративних систем, основи ціноутворення, а також параметри сервісу й клієнтського досвіду [1–11]. Водночас недостатньо представлені інтегровані дослідження, що одночасно поєднують оптимізацію управлінських процесів телекомунікаційних підприємств України та формалізацію багатофакторної моделі тарифікації для мультисервісного середовища й IoT з урахуванням QoS/SLA, що й обумовлює спрямованість даної статті.

**Формулювання цілей статті.** Метою дослідження є комплексний та системний аналіз сучасного стану управлінських процесів і систем тарифікації телекомунікаційних підприємств України в умовах підготовки до впровадження мереж п'ятого покоління, а також обґрунтування напрямів їх подальшої трансформації відповідно до вимог мультисервісного середовища 5G. У межах дослідження передбачається здійснення аналітичного огляду чинних моделей управління та білінгу, що функціонують на засадах технологій попередніх поколінь, з метою виявлення ключових організаційних, технологічних і функціональних обмежень, які перешкоджають їх адаптації до динамічних умов експлуатації мереж 5G. Особлива увага приділяється аналізу проблем недостатнього врахування параметрів якості обслуговування (QoS), гарантій рівня послуг (SLA), специфіки мультисервісного трафіку та масових IoT-підключень у процесах тарифоутворення. Окремою ціллю є визначення можливостей оптимізації управлінських процесів телекомунікаційних підприємств шляхом підвищення рівня автоматизації, інтеграції інформаційних систем, впровадження хмарно-орієнтованих підходів і використання аналітики даних для підтримки управлінських рішень. Завершальною метою дослідження є розроблення принципово нової багатофакторної моделі тарифікації для мереж п'ятого покоління та Інтернету речей, яка забезпечує інтегральне врахування технічних і поведінкових параметрів, підвищує гнучкість ціноутворення та сприяє зростанню ефективності управління телекомунікаційними послугами в умовах 5G-трансформації.



**Виклад основного матеріалу дослідження.** Проведений аналіз організаційних, технологічних та кадрових обмежень, що стримують 5G-трансформацію телекомунікаційних підприємств України, засвідчив, що одним із найбільш критичних компонентів, які потребують модернізації, є система обліку та тарифікації послуг. Саме білінгові платформи визначають економічну ефективність оператора, можливість диференціації сервісів, прозорість розподілу мережевих ресурсів та здатність компанії працювати в умовах мультисервісного середовища 5G [1, 2, 7].

З огляду на це постає необхідність детально розглянути особливості тарифікації в мережах п'ятого покоління та з'ясувати, які саме характеристики 5G-середовища створюють нові виклики для традиційних білінгових рішень. Одним із ключових таких викликів є ускладнення тарифікаційних процесів у динамічних моделях, що функціонують у мультисервісному середовищі [2, 7].

Щодо складності тарифікації в динамічних моделях у мультисервісному середовищі – це проблематика управління тарифами: через наявність великої кількості різнорідних послуг (IoT, Ultra-reliable low-latency communications, масовий мобільний ширококутний доступ) виникає необхідність у впровадженні багатовимірних моделей тарифікації. Потреба в динамічних тарифах спонукає необхідність врахування змінних параметрів (затримка, швидкість, стабільність сигналу) у реальному часі значно ускладнює побудову тарифних планів [1, 2, 7, 9]. Технологічні обмеження на обробку даних окреслено необхідністю швидкого і точного обчислення тарифів у режимі реального часу потребує значних витрат на інформаційні технології та автоматизовані системи тарифікації [3].

Проблема розподілу витрат/доходів між сервісами охарактеризована нечіткістю меж між сервісами, тобто через взаємозалежність різних сервісів і послуг (наприклад, спільна інфраструктура) складно чітко визначити, які саме витрати чи доходи належать до конкретного сервісу. Також до цього обмеження відноситься непрозорість перехресного субсидування. У цьому випадку виникає ризик неправильної оцінки прибутковості окремих послуг, що може призвести до ухвалення некоректних управлінських рішень [6, 9].

Необхідність складних аналітичних систем, говорить про те, що компанії повинні впроваджувати складні програмні рішення, що дозволяють прозоро й точно розподіляти витрати та доходи між різними сервісами [6, 8].

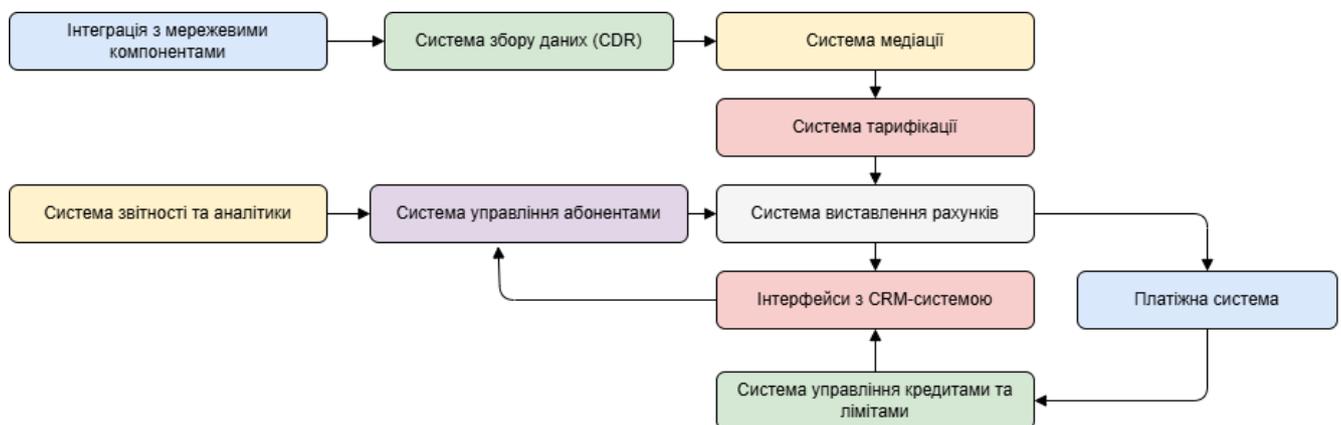
Щодо обліку ресурсів між сервісами, акцентуємо увагу на складності контролю та моніторингу: у мультисервісному середовищі ресурсна база спільна, тому складно точно враховувати використання мережевих ресурсів окремими сервісами. Через значну кількість підключень і високий ступінь віртуалізації виникає складність у забезпеченні точного і своєчасного обліку ресурсів виникають проблеми масштабованості та ефективності [3, 7]. А необхідність автоматичного управління ресурсами з використанням технологій машинного



навчання та AI (що збільшує операційні витрати та вимагає високої експертизи персоналу) – підвищує вимоги до автоматизації та штучного інтелекту з ціллю регулювання операційних витрат [6, 8].

Окрім вищезазначених недоліків чинних систем управління та тарифікації, особливу увагу слід приділити сучасній системі обліку та тарифікації (білінгу) телекомунікаційних підприємств, яка базується на технологіях мереж 4G (рис. 1) [2 - 5].

Логіка роботи білінгової системи 4G побудована на послідовному опрацюванні даних про використання послуг. Спочатку мережева інфраструктура генерує детальні записи (CDR), які передаються до системи медіації для уніфікації та стандартизації [3, 5]. Після цього стандартизовані записи потрапляють до системи тарифікації, яка здійснює обрахунок вартості послуг згідно заданих тарифів.



**Рис. 1. Схема взаємодії елементів білінгової системи для мереж 4G**

*Джерело: систематизовано та побудовано авторами.*

Інформація про абонентів та їх тарифні плани зберігається в системі управління абонентами, яка інтегрується з CRM. На основі цих розрахунків система виставлення рахунків формує фінансові документи, які надсилаються клієнтам. Далі платіжна система контролює отримання платежів і взаємодіє з банківськими сервісами. Система контролю кредитів та лімітів забезпечує фінансову безпеку оператора. Водночас система звітності й аналітики здійснює аналіз отриманих даних для ухвалення рішень та оптимізації тарифних пропозицій [6]. Такий взаємозв'язок забезпечує ефективне і прозоре функціонування операцій з обліку та тарифікації послуг. Ця система наразі демонструє низку суттєвих обмежень, пов'язаних насамперед із недостатньою гнучкістю та динамічністю тарифних планів, що не дозволяє оперативно



реагувати на зміни умов експлуатації мережі. Зокрема, вона погано адаптується до вимог мультисервісного середовища, характерного для 5G, і не здатна ефективно враховувати параметри якості послуг (QoS), зокрема такі, як швидкість, затримка та стабільність передачі даних.

Крім того, існуюча система не забезпечує належної підтримки новітніх технологій мережевого нарізання (Network Slicing), які є критично важливими в контексті мереж 5G. Також варто зазначити, що традиційні білінгові рішення недостатньо адаптовані до специфіки обліку великої кількості малих транзакцій, типових для сервісів Інтернету речей (IoT), що призводить до неточного відображення реального використання ресурсів [2, 7]. Окрім цього, наявні системи не передбачають інтеграцію сучасних аналітичних методів, таких як регресійний аналіз, кластеризація чи технології машинного навчання, що суттєво ускладнює персоналізацію тарифних пропозицій. Внаслідок цього чинні білінгові рішення, побудовані на базі технологій 4G, не відповідають потребам сучасного високодинамічного телекомунікаційного ринку та вимогам, які висуваються у процесі впровадження технологій 5G. Ці проблеми потребують комплексного підходу, що включає як організаційні, так і технологічні рішення для забезпечення ефективного управління в умовах мультисервісного середовища.

Незважаючи на згадані проблеми у підготовці до 5G, є чіткі напрями, де телеком-компанії можуть підвищити продуктивність і ефективність своїх управлінських процесів, серед яких: автоматизація операцій з використанням ШІ, перехід на хмарно-орієнтовані операції, управління цифровим досвідом користувачів, оптимізація процесів між різними ІТ-системами підприємства [4]. Крім цього – для вирішення проблем з обліком послуг – удосконалення системи тарифікації телекомунікаційних підприємств, тобто удосконалення системи білінгу [7, 11].

Перехід від ручного, реактивного управління мережею до проактивного та автоматизованого – ключова вимога ери 5G, яка веде до автоматизації операцій і використання ШІ. Штучний інтелект вже перетворився з новинки на невід’ємну складову управління телеком-інфраструктурою, демонструючи значне підвищення надійності та ефективності роботи мереж. Наприклад, замість реагувати на аварії постфактум, оператори можуть впроваджувати «predictive maintenance» – системи, що на основі AI аналізують телеметрію і попереджають несправності до їх виникнення. Під час масових подій (як-от фінал футбольного матчу чи концерт) мережа 5G генерує величезні обсяги даних, і ручне регулювання ресурсів неможливе. Тут на допомогу приходить AI: уже сьогодні оператори на кшталт Verizon застосовують алгоритми, що автоматично перерозподіляють ресурси мережі під час пікових навантажень, запобігаючи перевантаженням і збоям. Автоматизація стала новим стандартом: за даними Gartner, у середньому 63%



рутинних мережевих завдань оператори вже автоматизували, звільнивши час персоналу для інновацій та складних задач. Це прискорює операції (наприклад, налаштування нового мережевого сегмента скорочується з тижнів до хвилин) і зменшує кількість помилок конфігурації, які раніше були причиною значної частки збоїв. Відповідно, впровадження AI/ML та AIOps (AI for IT Operations) в управлінські процеси мережі підвищує продуктивність (швидкість реагування) і ефективність (якість та стабільність роботи мережі) [6, 8].

Телеком-оператори можуть суттєво покращити гнучкість управління, мігрувавши від апаратних рішень до програмно-визначених, хмарних платформ та хмарно-орієнтованих (cloud-native) операцій. За оцінками GSMA, близько 65% операторів у світі впровадили хмарні підходи для частини своєї 5G core-мережі. Перенесення мережевих функцій на стандартне серверне обладнання та в хмару дає змогу масштабувати ресурси за потребою і швидко розгортати нові послуги. Яскравий приклад – проєкт AT&T Network Cloud: компанія поступово перенесла управління мережею в хмару, що дало змогу гнучко реагувати на зміни навантаження та підвищило операційну ефективність [1]. Для українських операторів, які стикаються з піковими навантаженнями в окремих регіонах (наприклад, при масовому переміщенні населення), така хмарна архітектура дозволить балансувати мережеві ресурси в режимі реального часу. До того ж, cloud-native підхід є передумовою для реалізації складних можливостей 5G – як от мережеве нарізання (network slicing), коли потрібна швидка автоматична конфігурація безлічі ізольованих віртуальних мереж під різні сценарії. Відповідно, інвестуючи у хмарні платформи, компанія підвищує як продуктивність (за рахунок автоматичного масштабування сервісів під попит), так і ефективність (через оптимальне використання ресурсів та зменшення витрат на підтримку громіздкого заліза).

Аналітика даних і керування досвідом клієнтів. У 5G-епоху операційна діяльність підприємств телекомунікаційної галузі виходить за рамки підтримки мережі і охоплює управління цифровим досвідом користувачів. Широке впровадження Big Data-аналітики та інструментів моніторингу допомагає покращити обслуговування і тим самим опосередковано підвищує ефективність бізнесу. Згідно з дослідженням J.D. Power [10], оператори, які активно використовують advanced analytics для контролю якості мережі і проактивного інформування клієнтів, демонструють вищі показники задоволеності та утримання клієнтів. Це означає, що менеджмент повинен інтегрувати аналітичні показники в процес ухвалення рішень: від оптимізації мережевих налаштувань до персоналізованих тарифних пропозицій. Наприклад, Kyivstar вже використовував аналіз даних для швидкого реагування на запити під час війни, допомагаючи бізнесам працювати там, де це можливо, а також мігрував свою платформу управління даними в AWS для зниження витрат та підвищення



ефективності обробки даних [11]. Аналіз великих масивів даних (трафіку, поведінки абонентів) дозволяє виявляти проблемні точки ще до скарг клієнтів і оптимізувати процеси обслуговування (наприклад, автоматично перенаправляти навантаження або сповіщати користувачів про локальні труднощі в мережі). Відповідно, data-driven management підвищує продуктивність (прискорює вирішення питань) та ефективність (покрощує якість сервісу, зменшує відтік абонентів).

Інтеграція систем та оптимізація процесів надасть підвищення ефективності управління шляхом усунення дублювання та розриви між різними ІТ-системами підприємства. Впровадження API-орієнтованих рішень сприяє безшовній взаємодії між підсистемами (мережевими елементами, CRM, білінгом тощо). Як зазначають експерти, перехід до API-driven підходу дозволяє налагодити “безперервний потік даних між системами, що покращує управління конфігураціями, реєстраціями та іншими процесами”, підвищуючи якість і надійність роботи оператора. Отже, телеком-компанії України можуть переглянути свої бізнес-процеси за принципами LEAN (усунення втрат часу і ресурсів) та максимально автоматизувати workflow (наприклад, електронний документообіг замість паперового, чат-боти для підтримки замість ручного опрацювання типових запитів). Залучення технологій Robotic Process Automation (RPA) для беку-офісних задач (білінг, звітність, моніторинг показників) теж здатне зняти навантаження з персоналу і знизити людський фактор у рутинних операціях. Цифровізація внутрішніх процесів безпосередньо веде до підвищення продуктивності менеджменту, адже рішення ухвалюються швидше на основі точних даних, а працівники можуть фокусуватися на стратегічних, а не адміністративних завданнях [4, 6, 8].

Взаємодія мережі, CRM (Customer Relationship Management) та білінгу є важливою складовою ефективною роботи телекомунікаційних компаній.

Відповідно, інтегрована взаємодія мережі, CRM та білінгу забезпечує ефективне керування послугами, точне виставлення рахунків та високу якість клієнтського обслуговування.

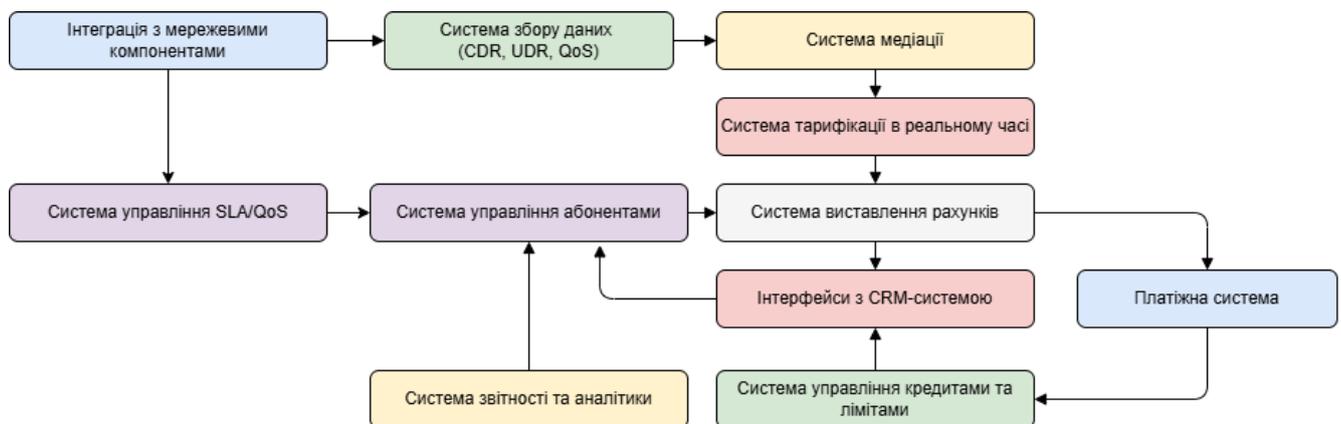
Удосконалення системи тарифікації телекомунікаційних підприємств - удосконалення системи білінгу, вирішує питання складних моделей тарифікації в мультисервісному середовищі шляхом використання динамічних моделей тарифікації на основі машинного навчання і штучного інтелекту, які швидко адаптуються до зміни умов надання послуг. Важливе питання розподілу витрат/доходів та ресурсів між сервісами потребує впровадження спеціалізованих аналітичних платформ з розвиненим механізмом ABC-костингу (activity-based costing) для прозорого розподілу витрат і доходів між різними сервісами. Використання автоматизованих систем управління ресурсами з



інтегрованим моніторингом та AI-алгоритмами для точного і своєчасного розподілу ресурсів між сервісами.

Варто зазначити, що на сьогодні в Україні відсутні розроблені та впроваджені спеціалізовані системи обліку і тарифікації (білінгу) для мереж 5G, як, власне, й самі ці мережі [1, 5]. Чинні білінгові системи, що використовуються у наявних мережах, побудовані на технологіях попередніх поколінь (4G), тому вони не відповідають вимогам нових завдань 5G, зокрема потребам у динамічних тарифах, проблемам масштабованості та ефективності, які виникають у зв'язку з розвитком Інтернету речей (IoT) та Smart City. Причина цього полягає у тому, що 5G-мережі перебувають ще у процесі становлення, а питання тарифікації мультисервісного середовища та Інтернету речей у цих мережах перебувають на етапі активної розробки й впровадження [1, 5].

Логіка роботи білінгової системи 5G побудована на зборі, аналізі й тарифікації інформації про використання послуг (рис. 2). Система починає із збору детальних даних (CDR/UDR), які медіаційна система стандартизує і передає для тарифікації в реальному часі. Система управління абонентами, взаємодіючи з CRM, зберігає персональні дані й налаштування абонентів.



**Рис. 2. Перехідна система: елементи та взаємодія білінгової системи для мереж 5G**

*Джерело: побудовано авторами.*

На сьогодні відмінність білінгової системи 5G полягає у недостатній глибині інтегрального аналізу параметрів QoS (швидкість, затримка, джитер, втрати пакетів) у реальному часі, що знижує ефективність та об'єктивність контролю якості послуг [2, 8]. Також, відсутність належного взаємозв'язку з динамічним ціноутворенням, яке забезпечує адаптацію тарифів відповідно до



реальних показників SLA/QoS, що може призводити до невідповідності між заявленою і фактичною якістю послуг.

Як показав проведений аналіз, чинні білінгові системи, орієнтовані переважно на попередні технології, характеризуються низкою суттєвих недоліків. Вони недостатньо адаптивні до умов мультисервісного середовища, мають низький рівень гнучкості в управлінні тарифами та обмежені можливості точного врахування якісних параметрів послуг, таких як SLA та QoS. Особливо гостро ці проблеми проявляються в умовах швидкого розвитку Інтернету речей, які є ключовими елементами 5G. Саме тому виникає об'єктивна потреба в розробці нової моделі тарифікації, яка зможе адекватно враховувати всі актуальні фактори та параметри сучасних 5G-сервісів Інтернету речей (IoT) та Smart City. Саме цій задачі й присвячено цю статтю, в якій запропоновано та обґрунтовано принципово нову модель тарифікації мультисервісного середовища та Інтернету речей для 5G-мереж.

Поява та активне впровадження мереж п'ятого покоління (5G) принципово змінюють підхід до побудови та управління білінговими системами, які застосовуються в телекомунікаційних підприємствах [1, 2]. Традиційні моделі тарифікації, які добре зарекомендували себе в умовах попередніх поколінь зв'язку (3G та 4G), стають недостатніми для повноцінного задоволення вимог, що висувуються новим технологічним середовищем [6, 7]. Причина цього полягає насамперед у суттєвій зміні природи наданих послуг: мережі 5G характеризуються різноманітністю сервісів, високим ступенем мультисервісності та динамічністю використання ресурсів, що принципово відрізняється від традиційного режиму роботи попередніх поколінь.

В умовах мереж 5G особливу роль відіграє необхідність забезпечення високого рівня якості сервісу (QoS), гарантій виконання SLA-контрактів, а також ефективного розподілу мережевих ресурсів, враховуючи постійно змінюване навантаження. Ця складність ще більше посилюється через значне поширення технологій Інтернету речей (IoT), які генерують великий обсяг невеликих за розміром, але частих запитів. Таке явище суттєво впливає на структуру трафіку, що робить неприйнятним використання простих тарифікаційних схем, оснований лише на загальному обсязі трафіку чи часі користування послугами [9]. Водночас корпоративні клієнти вимагають дедалі більшої прозорості й точності тарифікації, яка повинна враховувати тонкі аспекти якості й надійності послуг.

Крім того, реалізація технології мережевого нарізання (Network Slicing) дозволяє створювати віртуальні мережеві зрізи з індивідуальними умовами обслуговування, що потребує значно складнішого підходу до визначення та обчислення тарифів [2, 7]. Кожен із таких зрізів характеризується власними



параметрами QoS та специфічними умовами SLA, які мають бути точно відображені в моделі тарифікації.

Беручи до уваги зазначені вище технологічні виклики та особливості роботи мереж 5G, виникає необхідність детально розглянути ключові фактори тарифікації, які будуть закладені в основу нової комплексної моделі. Подальший аналіз цих факторів дозволить аргументовано визначити їхню актуальність та практичне значення, що стане підґрунтям для ефективного впровадження інноваційної тарифікаційної системи, яка відповідає сучасним ринковим та технологічним вимогам.

Модель тарифікації враховує такі фактори, як якість обслуговування (QoS), гарантії рівня послуг (SLA), тип і обсяг трафіку, а також специфіку Інтернету речей (IoT) [6, 9]. Врахування QoS є актуальним через високі вимоги користувачів до швидкості передачі даних і низьких затримок, що визначають споживчу цінність багатьох сервісів. Значення SLA зростає через розширення спектру критичних сервісів, для яких порушення домовленостей має серйозні наслідки. Фактор типу і обсягу трафіку важливий через різноманітність та специфічні особливості трафіку, особливо з появою IoT, коли велика кількість пристроїв генерує регулярні, але малі за обсягом повідомлення, створюючи унікальні виклики для тарифікації. Отже, комплексне врахування цих факторів забезпечить точність, гнучкість і справедливість тарифікації, відповідно до сучасних технологічних та економічних реалій мереж 5G.

Вибрані фактори є не лише релевантними, а й принципово необхідними для повноцінного відображення специфіки роботи мереж 5G. Їх системний підхід врахування в розробленій моделі тарифікації дозволить створити ефективну, гнучку і справедливу тарифікаційну систему, яка відповідає сучасним технологічним і ринковим умовам. Особливість запропонованої моделі полягає саме у врахуванні всіх критеріїв 5G мереж з перспективою не тільки надання послуг мобільного зв'язку, а й задоволення потреб мультисервісного середовища та Інтернету речей (табл. 1).

*Таблиця 1*

**Особливості факторів тарифікації в мережах 4G та розробленої моделі для 5G**

<b>Фактор тарифікації</b>	<b>4G (сучасний підхід)</b>	<b>Розроблена модель для мереж 5G</b>
Якість обслуговування (QoS)	Обмежене врахування або відсутність	Повне врахування параметрів QoS
Гарантії рівня послуг (SLA)	Використовується лише для корпоративних клієнтів	Широке і точне врахування SLA для різних сегментів
Тип і обсяг трафіку	Орієнтація переважно на обсяг трафіку	Диференційоване врахування за типами і обсягами трафіку



Фактор тарифікації	4G (сучасний підхід)	Розроблена модель для мереж 5G
ІоТ-трафік	Враховується як стандартний трафік даних	Спеціалізоване інтегральне врахування ІоТ-трафіку
Динамічне навантаження мережі	Практично не враховується або враховується обмежено	Динамічне врахування в режимі реального часу
Профіль користувача (сегментація)	Статична і груба сегментація (приватний/бізнес)	Глибока, гнучка сегментація на основі поведінкових характеристик

*Джерело: сформовано та побудовано авторами.*

Під фактором якості обслуговування у контексті тарифікації послуг 5G розуміється сукупність параметрів, які описують здатність мережі забезпечувати заданий рівень якості передачі інформації. Основними характеристиками, що враховуються в рамках QoS, є швидкість передачі даних, рівень затримки (latency), джитер (jitter) і коефіцієнт втрат пакетів (packet loss rate). Кожна з цих характеристик має безпосередній вплив на користувацький досвід, особливо для послуг, чутливих до затримок (наприклад, відеоконференції, хмарні сервіси, дистанційне керування). Враховуючи ці параметри в тарифікаційній моделі, оператор може формувати більш справедливі й прозорі тарифи, що відповідають фактичним витратам ресурсів і реальним вимогам клієнтів.

Змінна  $QoS_{ij}$  являє собою інтегральний показник якості обслуговування для користувача  $i$  при використанні ним послуги  $j$ . Цей показник визначається на основі сукупності параметрів якості, важливих для оцінки рівня задоволеності кінцевого користувача. До складу інтегрального показника входять наступні ключові параметри:

- Швидкість передачі даних (Throughput) - вимірюється в мегабітах за секунду (Мбіт/с);
- Затримка передачі (Latency) - середній час передачі пакетів, вимірюється у мілісекундах (мс);
- Джитер (Jitter) - варіативність затримки між пакетами, вимірюється у мілісекундах (мс);
- Втрати пакетів (Packet Loss) - частка пакетів, що не були доставлені адресату, вимірюється у відсотках (%).

Інтегральний показник формується за допомогою нормалізації та вагової сумачії цих параметрів.

Для мереж 5G формування цього показника має особливості через значно вищі вимоги до якості послуг порівняно з попередніми поколіннями зв'язку.



Зокрема, критично важливими є дуже низькі рівні затримки (latency), висока стабільність передачі (низький jitter), надзвичайно низькі втрати пакетів, а також суттєво вища швидкість передачі даних. У зв'язку з цим, коефіцієнти вагової значущості цих параметрів для мереж 5G встановлюються з урахуванням підвищеної важливості низьких затримок і високої стабільності передачі.

Параметри мають різні масштаби і одиниці вимірювання, тому, за допомогою впровадження нормалізації для врахування значення параметрів у єдиній логічній шкалі, значно підвищується точність і адекватність математичного представлення моделі. Це, у свою чергу, забезпечує коректність результатів тарифікації і їхню об'єктивність у мультисервісному середовищі 5G, де параметри мережевих сервісів є суттєво різнорідними.

Відповідно, цілісне врахування даних факторів дозволяє створити детально продуману тарифікаційну модель, яка ефективно відповідає сучасним технологічним та економічним умовам експлуатації мереж 5G, і забезпечує прозорість, справедливість та адаптивність тарифних пропозицій для клієнтів.

Наведемо математичне представлення розробленої моделі тарифікації, яка враховує всі визначені фактори для мереж 5G у попередніх формулах:

$$T_{ij}^{5G} = (QoS_{ij} + SLA_{ij} + TR_{ij} + IoT_{ij}) \cdot \frac{1}{n} \sum_{n=1}^N \alpha, \quad (1)$$

$QoS_{ij}$  - інтегральний показник якості обслуговування (який включає швидкість передачі, затримку, джитер, втрати пакетів) для користувача  $i$ , послуги  $j$ ;

$SLA_{ij}$  - інтегральний показник гарантій рівня послуг, визначених для користувача  $i$ , послуги  $j$ ;

$TR_{ij}$  - комбінований показник типу та обсягу трафіку для користувача  $i$ , послуги  $j$ ;

$IoT_{ij}$  - інтегральний показник, що характеризує специфіку IoT-трафіку (кількість підключень, частота передачі пакетів, розмір пакетів) для користувача  $i$ , послуги  $j$ ;

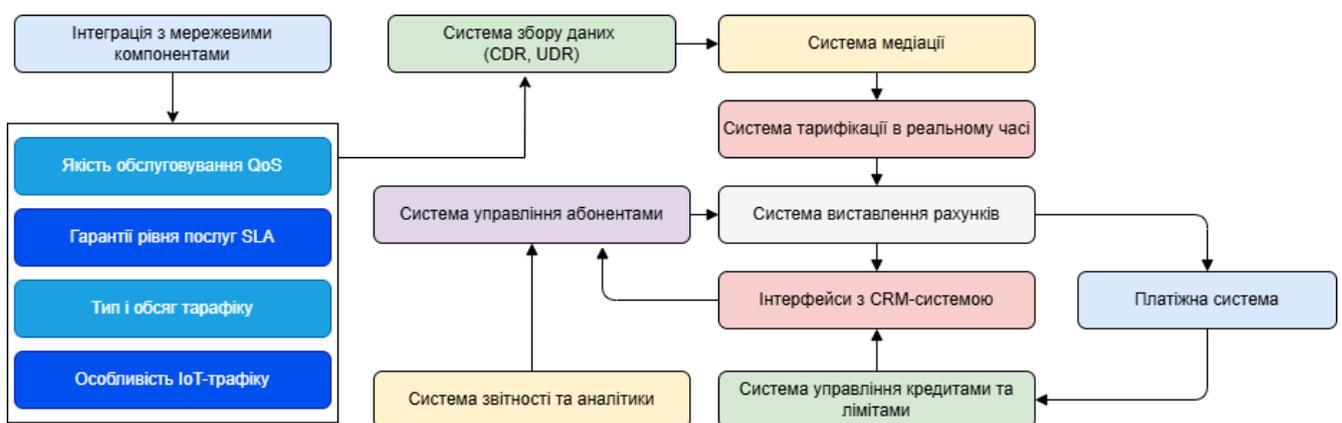
$\frac{1}{n} \sum_{n=1}^N \alpha$  - ваговий коефіцієнти, що формує відносну значущість кожного фактору в загальній формулі тарифікації.

Модель тарифікації, запропонована у формулі (1), є комплексною та адаптивною системою оцінювання вартості телекомунікаційної послуги в мережах 5G. Вона інтегрує як технічні, так і поведінкові фактори, забезпечуючи гнучку персоналізовану тарифікацію, що відповідає викликам мультисервісного та IoT-орієнтованого середовища. Структура моделі дозволяє точно враховувати

показники якості обслуговування, SLA, трафіку та специфіки IoT, забезпечуючи обґрунтованість цінової політики оператора.

Модель, представлена на рис. 3, відображає цілісну систему тарифікації, адаптовану до умов мультисервісного середовища та Інтернету речей у мережах п'ятого покоління. Її логіка суттєво розширює стандартну білінгову архітектуру 5G, описану вище, за рахунок інтеграції додаткових параметрів та взаємозв'язків між системними модулями. На відміну від класичних білінгових рішень, які фокусуються здебільшого на обсязі спожитого трафіку та тривалості сесій, розроблена модель передбачає врахування чотирьох ключових груп факторів: якості обслуговування (QoS), гарантій рівня послуг (SLA), характеристик трафіку та специфіки IoT-навантаження. Ці параметри формуються ще на етапі інтеграції з мережею та надходять до системи збору даних, яка обробляє як традиційні CDR/UDR записи, так і додаткову інформацію, необхідну для формування інтегральних показників.

Отримані дані стандартизуються системою медіації і передаються до системи тарифікації в реальному часі, яка реалізує підхід, описаний у формулі (1), - багатофакторну модель обрахунку тарифу з урахуванням нормалізованих і зважених параметрів QoS, SLA, трафіку та IoT. У подальшому інформація надходить до підсистеми управління абонентами, яка використовує її для формування індивідуальних профілів користувачів і коригування умов обслуговування. Водночас система звітності та аналітики виконує моніторинг і оцінку SLA-показників, забезпечуючи зворотний зв'язок для оптимізації тарифної політики.



**Рис. 3. Модель тарифікації мультисервісного середовища та Інтернету речей в 5G мережах**

*Джерело: побудовано авторами.*



Система виставлення рахунків та CRM-модуль забезпечують збереження історії споживання, адаптацію тарифів і врахування задоволеності клієнтів. Окрему роль відіграє модуль управління кредитами та лімітами, який автоматично регулює доступність сервісів відповідно до контрактних гарантій. Завершальним етапом є інтеграція з платіжною системою, яка реалізує прозору та гнучку фінансову взаємодію з абонентом.

Відмінною особливістю представленої на рис. 3 моделі є її здатність інтегрувати технічні характеристики якості обслуговування (QoS), параметри SLA, тип і обсяг трафіку, а також специфіку IoT-навантаження у єдиний багатофакторний механізм тарифікації, який реалізується в режимі реального часу. Завдяки цьому модель функціонує як динамічна, адаптивна система, здатна здійснювати гнучку тарифікацію на основі комплексного урахування технічних і поведінкових параметрів, що повністю відповідає сучасним викликам та технологічним можливостям 5G-мереж.

Відповідно, після формалізації моделі тарифікації, яка включає детальне визначення ключових показників та коефіцієнтів, виникає необхідність розглянути практичні методи до її реалізації. Оскільки запропонована модель характеризується високим рівнем складності та багатовимірності, важливо здійснити аналіз доступних методів, що можуть забезпечити її ефективну та точну реалізацію в умовах мультисервісного середовища мереж 5G. Серед таких методів особливу увагу слід приділити регресійному аналізу, кластерному аналізу, нечіткій логіці та методам машинного навчання, які демонструють високу ефективність при вирішенні подібних завдань.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** У результаті проведеного дослідження системно проаналізовано організаційні, технологічні та кадрові обмеження, що стримують 5G-трансформацію телекомунікаційних підприємств України. Виявлено, що чинні системи управління та білінгові платформи, побудовані на принципах 4G, не забезпечують необхідної гнучкості, масштабованості та здатності працювати з мультисервісним середовищем, параметрами QoS/SLA та масовими IoT-підключеннями. Недостатня автоматизація, фрагментованість IT-систем, нестача хмарних і data-driven практик, а також поглиблення кадрових диспропорцій ускладнюють модернізацію операційних процесів.

Проведений аналіз підтверджує, що сучасні білінгові рішення не здатні ефективно обробляти різномірні типи трафіку, точно розподіляти витрати та доходи між сервісами, враховувати реальні параметри QoS і SLA в режимі реального часу та підтримувати динамічне ціноутворення. Особливо гостро ці проблеми проявляються у контексті IoT-сервісів і мережевого нарізання (Network Slicing), де статичні тарифні моделі стають непридатними.

На основі ідентифікованих обмежень розроблено та науково обґрунтовано комплексну багатофакторну модель тарифікації мультисервісного середовища та Інтернету речей у мережах 5G. Запропонована модель інтегрує технічні та поведінкові параметри тарифоутворення, включаючи якість обслуговування (QoS), гарантії рівня послуг (SLA), тип і обсяг трафіку, а також специфіку IoT-навантаження. Математична формалізація моделі забезпечує можливість нормалізації різнорідних показників і формування інтегральної тарифікаційної функції з урахуванням вагових коефіцієнтів.

На відміну від існуючих білінгових рішень 4G та окремих підходів до тарифікації в 5G, розроблена модель забезпечує багатовимірне та адаптивне ціноутворення, яке відображає реальні характеристики мережі та поведінку сервісів у режимі реального часу. Її архітектура, представлена у вигляді взаємодії модулів на рис. 3, дозволяє враховувати параметри QoS і SLA, здійснювати динамічний розподіл ресурсів, підтримувати сегментацію користувачів і забезпечувати прозоре ціноутворення навіть у високодинамічних умовах IoT-орієнтованих мереж.

Запропонована модель створює методологічну основу для подальшої розробки спеціалізованих систем білінгу 5G-покоління, що дозволить телекомунікаційним підприємствам забезпечити точність, гнучкість і економічну справедливість тарифів. Практична реалізація моделі сприятиме підвищенню ефективності управління, прискоренню цифрової трансформації та формуванню конкурентних переваг українських телеком-операторів у процесі впровадження 5G.

### Список використаних джерел:

1. Revisiting 5G monetisation: upping the experience. *GSMA Intelligence*. URL: <https://www.gsmainelligence.com/research/research-file-download?id=88244463&file=030924-Revisiting-monetisation.pdf>
2. Anand D. Monetization of 5G networks. *Theseus*. 2024. URL: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/871790/Anand\\_Dhruv.pdf](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/871790/Anand_Dhruv.pdf)
3. Business and Operations Support Systems. *Ericsson*. URL: <https://www.ericsson.com/en/oss-bss>
4. Makarenko T. Assessing the a posteriori efficiency of strategic management of enterprises in the digital economy. *Economy management business*. 2023. Т. 43, № 4. С. 75–80. URL: <https://doi.org/10.31673/2415-8089.2023.040909>
5. Banda L., Feukeu E.A. The Impact of 5G on Business Models for Mobile Operators in Emerging Markets. *Journal of Telecommunications and the Digital Economy*. 2025. Vol. 13(3). P. 71–105. URL: <https://doi.org/10.18080/jtde.v13n3.1230>



6. Макаренко Т.І., Сорока А.М. Оцінка ефективності методів планування ресурсів підприємств галузі телекомунікацій. *Economy management business*. 2025. Т. 48, № 1. С. 24–43. URL: <https://doi.org/10.31673/2415-8089.2025.012443>

7. Banda L., Mzyece M., Mekuria F. 5G Business Models for Mobile Network Operators – A Survey. *IEEE Access*. 2022. Vol. 10. P. 94851–94886. URL: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3205011>

8. Макаренко Т. Довгострокові перспективи впровадження ERP-систем управління ресурсами підприємства. *Інформаційні технології та цифрова економіка: V Міжнар. науково-практ. конф., м. Київ, 9 травня 2024 р. Київ, 2024*. С. 252–253.

9. Стельмах Н.Є. Теоретичні аспекти ціноутворення телекомунікаційних підприємств. *Причорноморські економічні студії*. 2025. Вип. 91. С. 123–126. URL: <https://doi.org/10.32782/bses.91-19>

10. U.S. wireless customer care performance study. *J.D. Power*. URL: <https://www.jdpower.com/node/3581>

11. Kyivstar. Kyivstar partners with Amazon Web Services to migrate Ukrainian firms to the cloud. 2023. URL: <https://kyivstar.ua/news/id041220231425>

#### **Anna SOROKA**

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,  
Head of the Department of Management,  
State University of Information and Communication Technologies,  
Kyiv, Ukraine

 <https://orcid.org/0000-0002-2305-2589>  
[a.soroka@duikt.edu.ua](mailto:a.soroka@duikt.edu.ua)

#### **Maryna PETCHENKO**

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,  
Vice-Rector for Scientific and Pedagogical Work and Social Development,  
State University of Information and Communication Technologies,  
Kyiv, Ukraine

 <https://orcid.org/0000-0003-1104-5717>  
[m.petchenko@duikt.edu.ua](mailto:m.petchenko@duikt.edu.ua)

#### **Tetiana MAKARENKO**

Postgraduate,  
State University of Information and Communication Technologies,  
Kyiv, Ukraine

 <https://orcid.org/0000-0003-4837-4522>  
[t.makarenko@stud.duikt.edu.ua](mailto:t.makarenko@stud.duikt.edu.ua)



---

## OPTIMIZATION OF MANAGEMENT PROCESSES AND TARIFF MODELING IN UKRAINIAN TELECOMMUNICATION ENTERPRISES UNDER 5G TRANSFORMATION

**Abstract.** *The article is devoted to solving a relevant scientific and practical problem of optimizing management processes and tariff modeling in Ukrainian telecommunication enterprises under the conditions of transition to 5G technologies. The study diagnoses existing management and billing systems operating on 4G principles and identifies their critical limitations, including insufficient flexibility, inability to operate effectively in a multiservice environment, and the lack of dynamic real-time consideration of Quality of Service (QoS) parameters and Service Level Agreement (SLA) guarantees. The aim of the research is to develop a fundamentally new tariff model adapted to the requirements of fifth-generation networks and the Internet of Things (IoT). The authors propose a multifactor mathematical model that integrates service quality indicators (throughput, latency, jitter, packet loss), SLA conditions, traffic type and volume, as well as specific characteristics of IoT load. A conceptual scheme of interaction among the elements of a 5G billing system has been developed, ensuring automated data collection, mediation, and real-time charging. The practical value of the work lies in creating a methodological basis for implementing flexible, transparent, and economically efficient pricing mechanisms, which will enable Ukrainian operators to enhance competitiveness and management efficiency in the context of digital transformation.*

**Keywords:** *5G transformation, tariff modeling, billing, multiservice environment, QoS, SLA, Internet of Things (IoT), management processes.*