

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кваліфікаційна наукова праця  
на правах рукопису

**МАКАРЕНКО ТЕТЯНА ІГОРІВНА**

УДК 005.5:004.9:621.39:338.5

ДИСЕРТАЦІЯ


**ОПТИМІЗАЦІЯ УПРАВЛІНСЬКИХ ПРОЦЕСІВ  
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ  
НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЙ 5G**

Спеціальність 073 «Менеджмент»

Галузь знань 07 «Управління та адміністрування»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

*Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.*

 Тетяна МАКАРЕНКО

Науковий керівник:

Сорока Анна Михайлівна, кандидат економічних наук, доцент

Науковий керівник:

Петченко Марина Валентинівна, кандидат економічних наук, доцент

Київ – 2026

## АНОТАЦІЯ

**Макаренко Т.І.** Оптимізація управлінських процесів телекомунікаційних підприємств на основі технологій 5G. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 073 «Менеджмент» галузі знань 07 «Управління та адміністрування». – Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2026.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та запропоновано нове вирішення науково-практичного завдання, що полягає в обґрунтуванні теоретико-методологічних засад і розробленні практичних рекомендацій щодо оптимізації управлінських процесів телекомунікаційних підприємств України на основі використання сучасних інформаційних систем і технологій у середовищі мереж 5G. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю переходу телекомунікаційних підприємств до цифрових, адаптивних моделей управління, здатних забезпечити стійкість бізнес-процесів, ефективність управлінських рішень, обґрунтованість тарифної політики та конкурентоспроможність у високодинамічному мультисервісному середовищі.

У роботі розкрито сутність і значення інформаційних систем і технологій 5G в управлінні підприємством, обґрунтовано їхню роль не лише як інструменту цифровізації, а як фактора трансформації управлінської парадигми. Встановлено, що синергія технологій 5G та інформаційних систем змінює архітектуру управління, підвищує швидкість прийняття рішень, поглиблює цифровізацію бізнес-процесів і створює умови для формування інтегрованого інформаційно-аналітичного середовища підприємства. Розвинуто теоретико-методологічні засади оптимізації управлінських процесів, у межах яких управлінське рішення розглянуто як інтегрований процес, що охоплює ідентифікацію проблеми, аналіз інформації, формування альтернатив, їх оцінювання, реалізацію та контроль результатів.

Удосконалено наукове обґрунтування концептуального взаємозв'язку між функціями управління, управлінськими рішеннями та процесами їх оптимізації в

телекомунікаційних підприємствах. Запропоновано підхід, який дозволяє впорядкувати елементи інформаційного забезпечення, фактори впливу, етапи прийняття й оптимізації управлінського рішення у контурі основних управлінських функцій. Дістало подальшого розвитку теоретичне обґрунтування діагностичної матриці вибору інформаційних систем залежно від функціонального фокусу та рівня управління підприємством. Такий підхід дає змогу систематизувати процеси інтеграції інформаційних систем, підвищити обґрунтованість їх вибору та оптимізувати витрати на впровадження.

У дисертації систематизовано чинники впливу на процеси управління телекомунікаційними підприємствами України в умовах воєнного стану. Визначено, що воєнно-інфраструктурні, енергетичні, кібернетичні, демографічні, регуляторні, фінансово-економічні та соціально-політичні чинники зумовлюють трансформацію телекомунікаційного сектору, посилюють вимоги до стійкості мереж, адаптивності бізнес-моделей і міжнародної конвергенції. Проведено аналіз організаційно-технологічних аспектів управління телекомунікаційними підприємствами України в умовах переходу до 5G, що дозволило виявити зміщення ринкової доходності на користь мобільних операторів і підтвердити зростання значення цифрової трансформації як фактора управлінської ефективності.

Удосконалено науково-методичний підхід до формування тарифної політики телекомунікаційних підприємств для мультисервісного середовища та Інтернету речей у мережах 5G. Запропонована модель тарифікації, на відміну від традиційних білінгових підходів, враховує не лише кількісні параметри споживання, а й якісні характеристики послуг, зокрема показники якості обслуговування (QoS), гарантії рівня послуг (SLA), тип і обсяг трафіку, а також специфіку IoT-навантаження. Це забезпечує можливість формування справедливої, прозорої та адаптивної системи ціноутворення, орієнтованої на підвищення економічної ефективності, якості послуг і конкурентоспроможності операторів у середовищі 5G.

Вперше обґрунтовано методичний підхід до оцінювання економічної ефективності тарифної політики телекомунікаційних підприємств на основі технологій 5G, який базується на інтеграційному механізмі взаємозв'язку стратегування й оптимізації та враховує параметри QoS, SLA і специфіку IoT-трафіку. Такий підхід дозволяє системно аналізувати вплив кожної групи

параметрів на тарифоутворення, визначати економічно доцільні межі управлінських рішень і забезпечувати гнучкість тарифної політики в умовах мультисервісних мереж.

У роботі удосконалено науково-методичні засади сегментації телекомунікаційних сервісів шляхом застосування кластерного аналізу методом K-means. Обґрунтовано доцільність виділення чотирьох кластерів телекомунікаційних сервісів з урахуванням їх функціонально-технологічних характеристик і навантаження на білінгову систему. Це дозволяє спростити адміністрування тарифних планів, зменшити кількість помилок у системі обліку та підвищити надійність тарифікаційної інфраструктури. Також дістали подальшого розвитку науково-методичні засади сегментації клієнтів, які інтегрують демографічний, географічний, поведінковий, ціннісний, дохідний і B2B-підходи для формування гнучких і персоналізованих тарифних пропозицій.

Для формалізації фінансово-економічного ефекту запропонованої моделі тарифікації розроблено економіко-математичну модель оптимізації управлінських рішень телекомунікаційного підприємства у середовищі 5G. У межах цієї моделі управлінське рішення розглянуто як вибір такого поєднання параметрів тарифної політики, якості обслуговування, гарантій рівня послуг, IoT-навантаження, структури трафіку та витрат на підтримання інфраструктури, яке забезпечує максимальний фінансовий результат за умови дотримання технічних, економічних і ресурсних обмежень. Доведено, що максимальна фінансова віддача досягається в зоні оптимальних параметрів, де забезпечується найкращий баланс між доходами підприємства та витратами на підтримання мережевої інфраструктури.

Практичне значення одержаних результатів полягає в можливості використання запропонованих теоретико-методичних положень і прикладних моделей телекомунікаційними підприємствами для підвищення ефективності управлінських рішень, удосконалення тарифної політики, оптимізації ресурсів, забезпечення якості обслуговування, зниження ризиків відтоку клієнтів і підвищення конкурентоспроможності в умовах цифрової трансформації та розвитку мереж 5G. Результати дослідження формують науково-методичне підґрунтя для подальшого розвитку адаптивних моделей управління телекомунікаційними підприємствами в галузі електронних комунікацій.



**Ключові слова:** інформаційні технології, телекомунікаційні підприємства, цифровізація, інформаційні системи, технології управління, оптимізація, управлінські рішення, мережі п'ятого покоління, управління бізнес-процесами, стратегування, адаптивне управління, модель тарифікації, аналіз ефективності моделі, сегментація телекомунікаційних сервісів, динаміка споживчого попиту, сегментація клієнтів, гнучкі тарифні пропозиції, готовність підприємства.

## ABSTRACT

**Makarenko T.I.** Optimization of Management Processes of Telecommunications Enterprises Based on 5G Technologies. – Qualification scientific work in the form of a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 073 “Management”, field of knowledge 07 “Management and Administration”. – State University of Information and Communication Technologies of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2026.

The dissertation provides a theoretical generalization and proposes a new solution to a scientific and practical task, which consists in substantiating the theoretical and methodological foundations and developing practical recommendations for optimizing the management processes of telecommunications enterprises in Ukraine based on the use of modern information system and technologies in the 5G network environment. The relevance of the research is determined by the need for telecommunications enterprises to move toward digital and adaptive management models capable of ensuring the resilience of business processes, the efficiency of managerial decision-making, the validity of tariff policy, and competitiveness in a highly dynamic multiservice environment.

The dissertation reveals the essence and significance of information system and 5G technologies in enterprise management and substantiates their role not only as a tool of digitalization but also as a factor in the transformation of the management paradigm. It is established that the synergy of 5G technologies and information system changes the

architecture of management, increases the speed of decision-making, deepens the digitalization of business processes, and creates conditions for the formation of an integrated information and analytical environment of the enterprise. The theoretical and methodological foundations for optimizing management processes are further developed, within which a managerial decision is considered as an integrated process that includes problem identification, information analysis, development of alternatives, their evaluation, implementation, and control of results.

The scientific substantiation of the conceptual relationship between management functions, managerial decisions, and processes of their optimization in telecommunications enterprises has been improved. The proposed approach makes it possible to structure the elements of information support, influencing factors, stages of decision-making, and optimization of managerial decisions within the framework of key management functions. The theoretical substantiation of the diagnostic matrix for selecting information system depending on the functional focus and level of enterprise management has been further developed. This approach enables the systematization of information system integration processes, increases the validity of their selection, and optimizes implementation costs.

The dissertation systematizes the factors influencing the management processes of telecommunications enterprises in Ukraine under martial law. It is determined that military-infrastructure, energy, cyber, demographic, regulatory, financial-economic, and socio-political factors cause the transformation of the telecommunications sector, increase requirements for network resilience, adaptability of business models, and international convergence. The organizational and technological aspects of managing telecommunications enterprises in Ukraine in the context of the transition to 5G are analyzed, which made it possible to identify a shift in market profitability in favor of mobile operators and confirm the growing importance of digital transformation as a factor of managerial efficiency.

The scientific and methodological approach to the formation of tariff policy for telecommunications enterprises in the multiservice environment and the Internet of Things in 5G networks has been improved. The proposed tariffing model, unlike traditional billing approaches, takes into account not only quantitative consumption parameters but also qualitative characteristics of services, including Quality of Service (QoS) indicators, Service

Level Agreement (SLA) parameters, type and volume of traffic, and the specifics of IoT load. This provides the possibility of forming a fair, transparent, and adaptive pricing system focused on improving economic efficiency, service quality, and the competitiveness of operators in the 5G environment.

For the first time, a methodological approach to assessing the economic efficiency of the tariff policy of telecommunications enterprises based on 5G technologies has been substantiated. This approach is based on an integration mechanism linking strategic planning and optimization and takes into account QoS parameters, SLA requirements, and the specifics of IoT traffic. It allows for a systematic analysis of the impact of each group of parameters on tariff formation, the determination of economically reasonable limits of managerial decisions, and the flexibility of tariff policy in multiservice networks.

The scientific and methodological foundations for the segmentation of telecommunications services have been improved through the application of K-means cluster analysis. The feasibility of identifying four clusters of telecommunications services is substantiated, taking into account their functional and technological characteristics and the load on the billing system. This makes it possible to simplify the administration of tariff plans, reduce the number of errors in the accounting system, and increase the reliability of the tariffing infrastructure. The scientific and methodological foundations of customer segmentation have also been further developed by integrating demographic, geographic, behavioral, value-based, income-based, and B2B approaches for the formation of flexible and personalized tariff offers.

To formalize the financial and economic effect of the proposed tariffing model, an economic and mathematical model for optimizing managerial decisions of a telecommunications enterprise in the 5G environment has been developed. Within this model, a managerial decision is considered as the choice of such a combination of tariff policy parameters, service quality, service level guarantees, IoT load, traffic structure, and infrastructure maintenance costs that ensures the maximum financial result while complying with technical, economic, and resource constraints. It is proven that the maximum financial return is achieved in the zone of optimal parameters, where the best balance between the enterprise's revenues and the costs of maintaining network infrastructure is ensured.

The practical significance of the obtained results lies in the possibility of using the proposed theoretical and methodological provisions and applied models by telecommunications enterprises to improve the efficiency of managerial decisions, enhance tariff policy, optimize resources, ensure service quality, reduce customer churn risks, and strengthen competitiveness in the context of digital transformation and 5G network development. The research results form a scientific and methodological basis for the further development of adaptive management models for telecommunications enterprises in the field of electronic communications.

**Keywords:** information technologies, telecommunications enterprises, digitalization, information system, management technologies, optimization, managerial decisions, fifth-generation networks, business process management, strategizing, adaptive management, tariffing model, model efficiency analysis, segmentation of telecommunications services, dynamics of consumer demand, customer segmentation, flexible tariff offers, enterprise readiness.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *Публікація наукових статей:*

1. Макаренко Т.І. ІТ менеджмент: від теорії до висококваліфікованого спеціаліста. *Економіка. Менеджмент. Бізнес* 2022. № 1-2. С. 75-79. URL: <https://doi.org/10.31673/2415-8089.2022.017579>

2. 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>

3. Sazonova S., Makarenko T. Оцінка конкурентоспроможності підприємства на принципах стратегічного управління в умовах цифрової економіки. *Науковий вісник міжнародного гуманітарного університету*. 2024. № 59. С. 114-121. URL: <https://doi.org/10.32782/2413-2675/2024-59-14>

4. Макаренко Т.І. Інноваційні цифрові технології в геоекономічному просторі: проблеми управління регуляторними механізмами. *Economic synergy*.

2024. № 3. С. 121–134. URL: <https://doi.org/10.53920/es-2024-3-8>

5. 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>

6. Filippova V., Bilyk O., Lytvynchuk O., Ostapiak V., Kukharchuk P., Makarenko T. Psychological factors in the formation and implementation of Ukraine's information policy within the framework of European integration: analysis of management mechanisms and their impact on public opinion // TPM. – 2025. – Vol. 32, No. S1. – P. 20–28. URL: <https://tpmap.org/submission/index.php/tpm/article/view/127>, <https://www.scopus.com/pages/publications/105013857904> (Scopus)

7. Сорока А. М., Петченко М. В., Макаренко Т. І. Оптимізація управлінських процесів та моделювання тарифікації в телекомунікаційних підприємствах України в умовах 5G-трансформації // Вісник Східноєвропейського університету економіки і менеджменту. 2025. № 2 (34). С. 557–575. URL: [https://doi.org/10.58253/2078-1628-2025-2\(34\)-039](https://doi.org/10.58253/2078-1628-2025-2(34)-039)

#### ***Участь у наукових конференціях:***

1. Макаренко Т.І. Інформаційні технології для оптимізації процесів управління та виробництва в агробізнесі. *Mechanism of scientific and technical potential development: proceedings of the 2nd international scientific and practical internet conference*: Міжнар. наук. конф., м. Дніпро, 24 листоп. 2022 р. Дніпро, 2022. С. 35.

2. Макаренко Т.І., Грабовський А.О. Аналіз ІТ-інновацій Industry 4.0: оптимізація процесів управління та виробництва в агробізнесі. *Системний аналіз та інтелектуальні системи для бізнесу та управління*: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ 23–24 березня 2023 р.). Київ, 2023. С. 94.

3. Макаренко Т.І. Менеджмент цифрового покоління: компетенції майбутніх менеджерів та підготовка спеціалістів. *Інформаційні технології та цифрова економіка*: матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції: (м. Київ 4-5 травня 2023 р.) Київ, 2023. С. 240.

4. Макаренко Т.І. Синергія штучного інтелекту і НПП: перспективи та перестороги взаємодії. *Саморозвиток у професійному становленні освітянина та науковця. Світові тренди та українські традиції*. Міжнар. наук. конф., м. Полтава, 6 лист. – 17 груд. 2023 р. Полтава, 2023. С. 99-101.

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

6. Макаренко Т. Інформаційні технології в геоекономіці: боротьба за «мікронафту». *Управління та адміністрування в умовах протидії гібридним загрозам національній безпеці: Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції* : Міжнар. конф., м. Київ, 17 жовт. 2024 р. С. 118–120.

7. Макаренко Т.І. Ефективність управління організацією через призму використання сучасного програмного забезпечення. *Менеджмент XXI століття: глобалізаційні виклики. Матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції* : Міжнар. наук. конф., м. Полтава, 15 трав. 2025 р. Полтава, 2025. С. 99-101.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	13
РОЗДІЛ 1. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ РЕСУРС УПРАВЛІННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ .....	22
1.1. Сутність та значення інформаційних систем і технологій 5G в управлінні підприємством .....	22
1.2 Теоретико-методологічні аспекти використання інформаційних технологій для оптимізації управлінських процесів підприємств .....	42
1.3. Особливості застосування інформаційних систем і технологій 5G в оптимізації процесів управління телекомунікаційними підприємствами .....	58
Висновки до розділу 1 .....	86
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ АДАПТИВНИХ УПРАВЛІНСЬКИХ ПРОЦЕСІВ ТА ТАРИФІКАЦІЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ПЕРЕХОДУ ДО 5G .....	88
2.1. Чинники впливу на процеси управління телекомунікаційними підприємствами в умовах воєнного стану .....	88
2.2. Аналіз організаційно-технологічних аспектів управління телекомунікаційними підприємствами України в умовах переходу до 5G..	104
2.3. Модель тарифікації мультисервісного середовища та Інтернету речей в 5G мережах .....	131
Висновки до розділу 2 .....	147
РОЗДІЛ 3. ІНСТРУМЕНТИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ І ТАРИФНОЇ ПОЛІТИКИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ У МЕРЕЖАХ 5G .....	150
3.1. Аналіз ефективності запропонованої моделі тарифікації мультисервісного середовища та Інтернету речей в 5G мережах на основі стратегування.....	150
3.2. Удосконалення підходів до сегментації телекомунікаційних сервісів для формування адаптивних тарифів підприємств .....	172

3.3. Обґрунтування підходів до оптимізації управлінських рішень телекомунікаційних підприємств на тарифікаційної моделі.....	198
Висновки до розділу 3 .....	221
ВИСНОВКИ.....	223
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	230
ДОДАТКИ.....	253



## ВСТУП

**Актуальність теми.** Розвиток цифрових технологій та глобальні процеси цифровізації значно трансформують методи управління підприємствами, зокрема у сфері телекомунікацій. Особливу вагомість набуває впровадження мереж п'ятого покоління (5G), які відкривають нові горизонти для оптимізації процесів управління завдяки покращенню якості передачі даних, скороченню затримок та забезпеченню підключення великої кількості різноманітних пристроїв. Водночас, специфіка ведення бізнесу в Україні, особливо в умовах війни та системних криз, вимагає нових, адаптивних підходів до управління, здатних забезпечити стійкість та конкурентоспроможність телекомунікаційних підприємств.

Стратегічні та тактичні зміни, викликані цифровізацією та впровадженням технологій 5G, визначають необхідність переосмислення існуючих моделей управління та тарифікації. Це зумовлює важливість дослідження новітніх інформаційних систем і технологій, здатних суттєво підвищити ефективність управлінських рішень. Особливої актуальності набуває вивчення можливостей інтеграції таких технологій, як IoT, Big Data, штучний інтелект та blockchain, які стають фундаментом цифрової трансформації підприємств.

Для вирішення визначеної проблеми вагомий інтерес являють праці вчених, у яких закладено основні теоретичні положення щодо управління інформаційними системами та технологіями на підприємствах, зокрема в сфері телекомунікацій. Вагомий внесок у розвиток теорії інформаційних технологій та їхнього впливу на прийняття управлінських рішень зробили такі зарубіжні вчені, як: П. Друкер, Дж. Райнер, Х. Вотсон, Н. Аггарвал, М. Капур, Б. Б. Гупта, Д. П. Агравал, А. Сейдель, Я. Рекер та ін.

Серед українських науковців питання інформаційних технологій та систем в управлінні підприємствами досліджували О. Виноградова, О. Гусєва, С. Легомінова, О. Гуцалюк, А. Сорока, С. Ілляшенко, О. Кондрат, Г. Пурій, М. Глухов, О. Кудріна, Т. В. Кулініч, С. Лешанич, В. Кузьменко, О. Старинець та ін.

Питання цифрової трансформації бізнесу, впливу новітніх технологій, таких

як штучний інтелект, блокчейн, хмарні рішення, детально аналізували у своїх працях О. Vynogradova, S. Akter, K. Michael, M. Uddin, G. McCarthy, M. Rahman, L. Li, F. Su, J. Zhang, Z. Chen, а також Н. Taherdoost, E. Rodríguez Torres та ін.

Особливості управління діяльністю підприємств телекомунікаційної галузі в умовах цифрової трансформації були предметом дослідження як українських, так і зарубіжних авторів, серед яких слід відзначити таких, як О. Hutsaliuk, О. Vynogradova, О. Guseva, L. Lazorenko, N. Drokina, J. Whalley, P. Curwen, M. Moussaoui, E. Bertin, N. Crespi, M. Magnaghi, A. Ghezzi, A. Rangone, L. Mancini, E. Meraviglia та ін.

Разом із тим, проведений аналіз літературних джерел показав, що в умовах цифровізації та впровадження мереж 5G існує гостра потреба в подальшому розвитку та вдосконаленні інформаційних систем і технологій для забезпечення ефективності управління телекомунікаційними підприємствами. Саме це визначає актуальність теми дисертації, її наукове і практичне значення.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота відповідає науковому напрямку Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій Міністерства освіти і науки України та виконувалася в межах двох науково-дослідних робіт: «Сучасні тенденції розвитку менеджменту в умовах цифрової трансформації економіки» (номер державної реєстрації 0125U004297) та «Управління корпоратизацією підприємства» (номер державної реєстрації 0125U002026). У межах зазначених НДР автором обґрунтовано теоретико-методичні положення та розроблено практичні підходи щодо вдосконалення управління підприємствами в умовах цифрової трансформації, зокрема в частині використання сучасних інформаційних систем і технологій для підвищення ефективності управлінських процесів.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дисертації є теоретичне обґрунтування та розробка практичних рекомендацій щодо використання сучасних інформаційних систем і технологій для оптимізації процесів управління телекомунікаційними підприємствами України в умовах цифровізації та переходу до мереж 5G.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання:

- розкрити сутність та значення інформаційних систем і технологій 5G в управлінні підприємством;
- обґрунтувати теоретико-методологічні аспекти використання інформаційних технологій для оптимізації управлінських процесів підприємств;
- сформувати механізм застосування інформаційних систем і технологій 5G в управлінні телекомунікаційними підприємствами;
- систематизувати чинники впливу на процеси адаптивного управління телекомунікаційними підприємствами в умовах воєнного стану;
- здійснити оцінку економічних і організаційно-технологічних складових управління телекомунікаційними підприємствами України в умовах переходу до 5G;
- удосконалити науково-методичні підходи до моделювання тарифікації телекомунікаційних підприємств у 5G мережах як ключового елементу управління;
- здійснити стратегування розвитку телекомунікаційних підприємств на основі запропонованої моделі тарифікації;
- розвинути підходи до сегментації телекомунікаційних сервісів для формування адаптивних тарифів;
- розробити інтегровану модель оптимізації управлінських процесів телекомунікаційних підприємств на основі технологій 5G.

*Об'єктом дослідження* є процеси управління телекомунікаційними підприємствами в умовах впровадження інформаційних систем та технологій мереж п'ятого покоління (5G).

*Предметом дослідження* є теоретико-методологічні та прикладні аспекти оптимізації управлінських процесів телекомунікаційних підприємств на основі впровадження та застосування інформаційних систем і технологій у середовищі мереж 5G.

**Методи дослідження.** Поставлені в дисертації завдання вирішувалися за допомогою системного підходу із застосуванням загальнонаукових і спеціальних методів, зокрема: системно-структурний аналіз – для уточнення та впорядкування

понятійно-категоріального апарату інформаційних систем та технологій; методи аналізу і синтезу, історичності й логічності, індукції та дедукції – для обґрунтування ролі інформаційних технологій у стратегічному та операційному управлінні підприємствами в умовах цифровізації; методи порівняльного, логічного та історичного аналізу – для вивчення сутності, еволюції та особливостей інформаційних систем і технологій; структурно-функціональний підхід – для розкриття елементів і складових механізмів управління телекомунікаційними підприємствами та розробки інтегрованого підходу до оптимізації управлінських процесів з використанням мереж 5G; компаративний аналіз – для формування комплексних систем управління в телекомунікаційних підприємствах; наукова абстракція, методи узагальнення, формалізації, групування і систематизації – для ідентифікації факторів, що впливають на управлінські процеси підприємств в умовах криз; економіко-математичний і статистичний методи – для розробки та аналізу тарифікаційних моделей мультисервісного середовища 5G; метод кластерного аналізу (K-means) – для сегментації телекомунікаційних послуг та клієнтів; графічний метод – для ілюстрації наукових результатів. Обробка отриманих даних здійснювалася за допомогою сучасних інформаційних технологій.

*Теоретичною та методологічною основою дослідження є фундаментальні наукові концепції й прикладні розробки вітчизняних і зарубіжних учених і практиків у галузі менеджменту, інформаційних технологій, цифрової трансформації, економіки та штучного інтелекту. Інформаційна база дослідження представлена законодавчими та нормативно-правовими актами України, офіційними матеріалами міністерств та відомств, Державної служби статистики України, Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах електронних комунікацій, радіочастотного спектра та надання послуг поштового зв'язку, звітами українських та міжнародних телекомунікаційних підприємств, матеріалами періодичних видань і актуальними Інтернет-ресурсами.*

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає у вирішенні науково-практичного завдання, яке полягає в обґрунтуванні теоретичних засад та практичних рекомендацій щодо оптимізації процесів управління в телекомунікаційних підприємствах шляхом вдосконалення інформаційних систем та технологій в умовах впровадження мереж п'ятого покоління. Зокрема, наукову новизну і теоретичну значущість дослідження становлять такі результати:

*вперше:*

– обґрунтовано методичний підхід до оцінювання економічної ефективності тарифної політики телекомунікаційних підприємств на основі технологій 5G, який базується на інтеграційному механізмі взаємозв'язку стратегування і оптимізації та враховує параметри якості послуг (QoS), гарантії рівня послуг (SLA), а також специфіку IoT-трафіку, що дозволяє системно аналізувати вплив кожного параметра на тарифоутворення та забезпечує прозорість, обґрунтованість і гнучкість тарифних рішень у мультисервісних мережах 5G. (п. 3.1);

*удосконалено:*

- економіко-математичну модель оптимізації управлінських рішень телекомунікаційних підприємств, яка на відміну від існуючих, спрямована на максимізацію фінансового результату як індикатору ефективного управлінського рішення на основі визначення цільового середнього доходу від одного користувача або сервісу при застосування адаптивної тарифної моделі; сукупні витрати підприємства, пов'язані з реалізацією управлінського рішення і фінансові втрати, що виникають у разі відхилення фактичних параметрів від економічно доцільних меж (п. 3.3);

- науково-методичний підхід до формування тарифної політики телекомунікаційних підприємства для мультисервісного середовища та Інтернету речей у мережах 5G, яка на відміну від існуючих пропонує модель тарифікації, яка інтегрує якісні характеристики послуг, що є критично важливими для 5G (QoS, SLA) та деталізовані параметри IoT-трафіку; дозволяє ефективно управляти тарифною політикою у мультисервісних 5G-середовищах, забезпечуючи справедливу, прозору та адаптивну систему ціноутворення, оптимальну якість,

економічну ефективність та конкурентоспроможність послуг (п. 2.3). Це дозволяє обґрунтувати найбільш вагомі параметри, що впливають на формування тарифів, (показники якості обслуговування (QoS) (швидкість, затримка, джиттер, втрати пакетів), гарантії рівня послуг (SLA), тип та обсяг трафіку (особливо відео), а також параметри IoT-трафіку), що забезпечує глибше врахування якісних характеристик послуг і динамічну адаптивність тарифної політики та дозволяє ефективно управляти ресурсами операторів у реальному часі та посилити їхню конкурентоспроможність на ринку (п. 3.1);

- наукове обґрунтування концептуального взаємозв'язку між функціями управління, управлінськими рішеннями і процесами їх оптимізації у телекомунікаційних підприємствах, яке, на відміну від існуючих, впорядковує елементи інформаційного забезпечення, фактори впливу, етапи прийняття (ідентифікація проблеми, формування альтернатив, оцінка та аналіз альтернатив, вибір оптимальної альтернативи, реалізація рішень, контроль та оцінка результатів) і оптимізації управлінського рішення у контурі всіх управлінських функцій, що забезпечує п'ятикомпонентну результативність телекомунікаційного підприємства (п. 1.2);

- науково-методичні засади підвищення ефективності сегментації телекомунікаційних послуг шляхом застосування кластерного аналізу (метод K-means), який на відміну від традиційних підходів забезпечує більш точне та аргументоване визначення оптимальної кількості кластерів (чотири кластери), враховує функціонально-технологічні характеристики сервісів та навантаження на білінгову систему, що дозволяє суттєво спростити процеси адміністрування тарифних планів і підвищити економічну ефективність діяльності операторів (п. 3.2);

- науково-методичний підхід до стратегування діяльності телекомунікаційного підприємства в інтеграційному контурі оптимізації управлінських рішень, яке на відміну від існуючих виокремлює процесні акценти стратегування і оптимізації; формує їх інтеграційний контур; визначає параметри для побудови моделей розподілу ресурсів, тарифікації, сегментації клієнтів і

інвестиційних рішень, що дає змогу встановити чіткі критерії управлінської ефективності ( п. 3.1).

*дістало подальшого розвитку:*

- теоретичне обґрунтування діагностичної матриці вибору інформаційних систем в залежності від функціонального фокусу і рівня управління підприємством, яка на відміну від існуючих враховує операційний, тактичний і стратегічний рівні управління та функціональні фокуси управління бізнес-процесами: аналітичний, внутрішній, пов'язаний з розвитком цифровізації і зовнішній, спрямований на платформну взаємодію зі споживачами. Це дозволяє систематизувати і впорядкувати процеси інтеграції інформаційних систем на підприємстві і оптимізувати витрати на їх впровадження ( п. 1.3);

- теоретичний підхід до декомпозиції напрямів моніторингу і контролю в системі прийняття управлінських рішень телекомунікаційних підприємств, який на відміну від існуючих виокремлює п'ять напрямів; визначає оптимальний для кожного напрямку перелік інформаційних систем, ключові індикативні показники контролю та ув'язує це з результатами оперативного контролю ( п. 2.3);

- науково-методичні засади сегментації клієнтів, які на відміну від існуючих інтегрують різні підходи сегментації (демографічна, географічна, поведінкова, за рівнем доходу, ціннісна та B2B-сегментація) для формування гнучких і персоналізованих тарифних пропозицій, що дозволяє операторам точніше адаптувати тарифи під потреби різних клієнтських сегментів, знижувати ризики відтоку абонентів та підвищувати рівень задоволеності клієнтів послугами оператора (п. 3.3).

**Практичне значення одержаних результатів** дисертаційного дослідження полягає в обґрунтуванні низки методичних та практичних рекомендацій, які можуть бути використані телекомунікаційними підприємствами для оптимізації управлінських процесів у контексті впровадження мереж п'ятого покоління. До результатів дослідження, які мають практичне значення, слід віднести наступні: розроблений цілісний підхід до впровадження цифровізації, який включає інтеграцію технологій IoT, Big Data, штучного інтелекту та блокчейну;

запропоновані рекомендації щодо впровадження технологій network slicing, edge computing та AI/ML для ефективного управління телекомунікаційними послугами; сформульовані ефективні адаптаційні заходи управління підприємствами в умовах воєнного стану, зокрема гнучкі тарифні моделі, національний роумінг та резервне енергоживлення; модель тарифікації мультисервісного середовища та Інтернету речей у мережах 5G, яка дозволяє операторам телекомунікацій прозоро і справедливо формувати тарифи, враховуючи багатовимірні параметри якості послуг (QoS); методи сегментації телекомунікаційних послуг і клієнтів із застосуванням кластерного аналізу (K-means), які забезпечують підвищення ефективності адміністрування тарифів, оптимізацію ресурсів та зміцнення конкурентних позицій операторів на ринку телекомунікаційних послуг.

Основні науково-прикладні розробки одержали практичну апробацію в діяльності компаній: ПрАТ «Київстар», ТОВ «Діджитал Телеком Ай Ікс». Окремі теоретико-методологічні положення матеріалів дослідження використовуються у навчальному процесі Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій при курсовому та дипломному проектуванні, а також при викладанні дисциплін «Управління персоналом» «Інформаційні системи і технології», «Стратегічне управління інноваційним розвитком підприємства».

**Особистий внесок здобувача.** Дисертаційна робота є результатом самостійних наукових досліджень. Усі висновки, теоретичні положення і методологічні розробки належать автору дисертації. Внесок автора у роботи, виконані у співавторстві, конкретизовано у списку публікацій за темою дисертації.

**Апробація результатів дисертації.** Основні науково-практичні положення, що містяться у дисертації та представляють новизну проведеного дослідження, доповідалися на 7 Міжнародних науково-практичних конференціях: II Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції «Mechanism of scientific and technical potential development» (м. Дніпро, 2022 р.); II Міжнародній науково-практичній конференції «Системний аналіз та інтелектуальні системи для бізнесу та управління» (м. Київ, 2023 р.); IV Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології та цифрова економіка» (м. Київ, 2023 р.); Міжнародній



науковій конференції «Саморозвиток у професійному становленні освітянина та науковця. Світові тренди та українські традиції» (м. Полтава, 2023 р.); V Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології та цифрова економіка» (м. Київ, 2024 р.); V Міжнародній науково-практичній конференції «Управління та адміністрування в умовах протидії гібридним загрозам національній безпеці» (м. Київ, 2024 р.); IX Міжнародній науково-практичній конференції «Менеджмент XXI століття: глобалізаційні виклики» (м. Полтава, 2025 р.).

**Публікації.** За результатами дослідження опубліковано 14 робіт, з них: 1 наукометричній базі Scopus, 6 статей у наукових фахових виданнях категорії «Б», 7 тез доповідей на міжнародних науково-практичних конференціях.

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертація складається з анотації, вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації становить 262 сторінки. Робота містить 27 таблиць, 24 рисунки та 4 додатки. Список використаних джерел налічує 215 найменування.

## **РОЗДІЛ 1. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ РЕСУРС УПРАВЛІННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ**

### **1.1. Сутність та значення інформаційних систем і технологій 5G в управлінні підприємством**

Інформаційні технології (ІТ) відіграють вирішальну роль у сучасному менеджменті, кардинально змінюючи підходи до управління та ведення бізнесу. Вони забезпечують інтеграцію різноманітних бізнес-процесів, сприяють автоматизації рутинних завдань і підвищенню ефективності операційної діяльності. Завдяки ІТ, менеджери отримують доступ до великого обсягу даних, що дозволяє їм приймати обґрунтовані рішення на основі аналітичних інструментів та прогнозів [1 - 3] (рис. 1.1). Пітер Друкер, провідний консультант з менеджменту, викладач і автор, передусім, наголосив би на трансформаційній ролі інформаційних технологій в управлінні, якби писав в епоху, коли системи планування ресурсів підприємства (ERP), штучний інтелект (ШІ) та Інтернет речей (IoT) вже були відомі [1].

Пітер Друкер вважав, що інформаційні технології є визначальним для трансформації бізнесу та суспільства, підкреслюючи їхній потенціал у підвищенні ефективності, продуктивності та інноваційності. Він стверджував, що ІТ перетворюють інформацію на стратегічний ресурс, покращують процес прийняття рішень та змінюють традиційні організаційні структури, роблячи їх більш гнучкими. Друкер також зазначав, що ІТ автоматизують рутинні завдання, дозволяючи працівникам зосереджуватися на творчих аспектах роботи, що вимагає нових навичок. Крім того, інформаційні технології стимулюють інновації у бізнесі, сприяють розвитку нових продуктів та послуг, але водночас вимагають врахування етичних та соціальних аспектів, таких як конфіденційність та безпека даних [1].

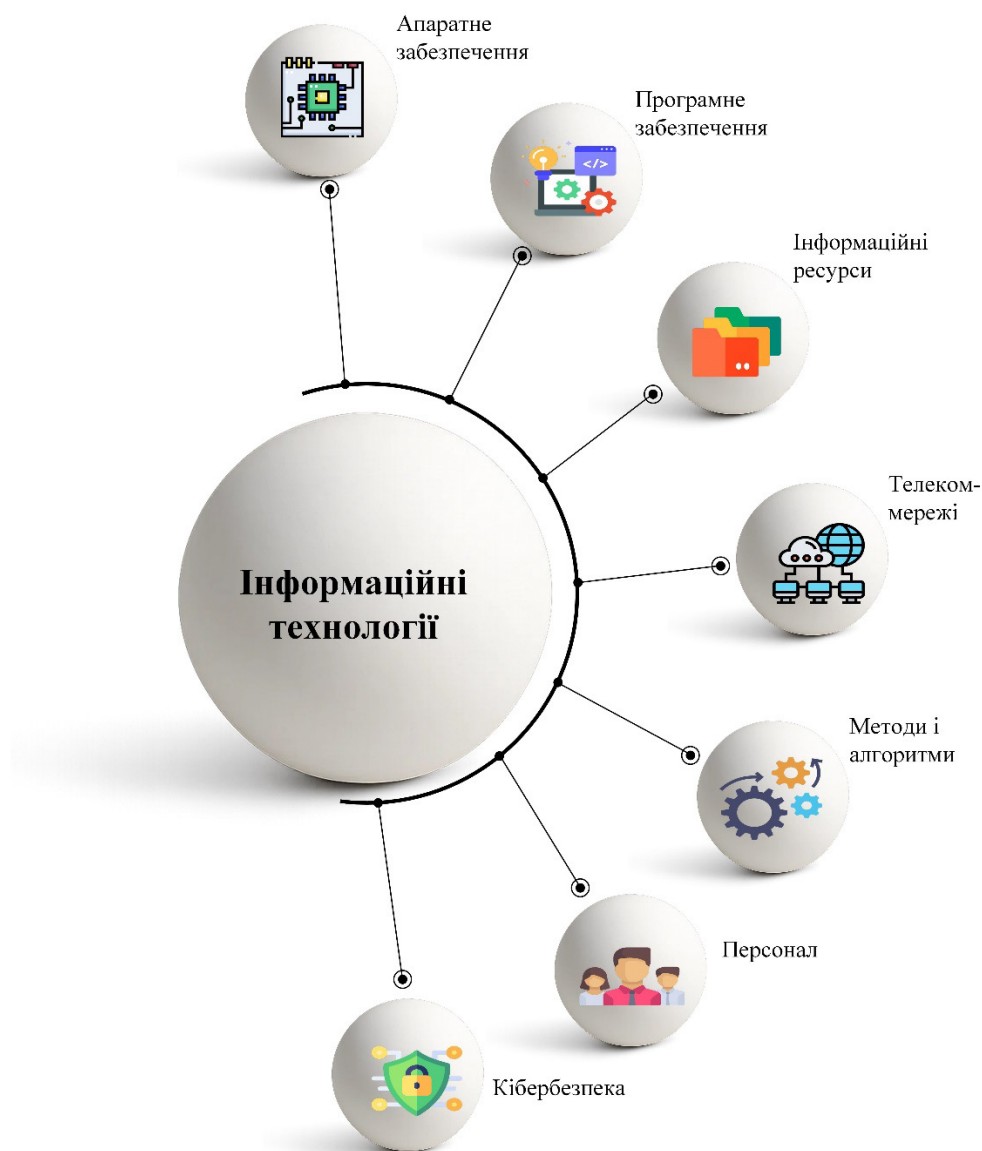


Рис. 1.1. Компоненти інформаційних технологій в управлінні підприємством.  
(сформовано автором)

Інформаційні технології також змінюють роль менеджера, перетворюючи його на стратегічного лідера, здатного ефективно поєднувати людські ресурси та технології для досягнення організаційних цілей. Однак, з впровадженням нових технологій виникають етичні питання, пов'язані з конфіденційністю даних, кібербезпекою та соціальною відповідальністю бізнесу. Важливо, щоб менеджери враховували ці аспекти у своїй діяльності, оскільки їхнє ігнорування може призвести до негативних наслідків для організації та суспільства. Успішні організації будуть ті, які здатні адаптуватися до швидких технологічних змін, використовуючи ІТ для створення конкурентних переваг та підвищення цінності

для своїх клієнтів. Інформаційні технології стають не лише інструментом для оптимізації процесів, але й ключовим фактором успішного розвитку бізнесу [4].

Сучасні телекомунікаційні компанії функціонують у високо конкурентному та швидко змінюваному середовищі, де ефективне управління ресурсами та інформаційними потоками є ключовим для успіху. Інформаційні системи (ІС) та технології стають ключовими інструментами для оптимізації управлінських процесів, покращення якості обслуговування клієнтів і забезпечення стійкого розвитку підприємств у цій галузі.

Управління підприємствами значною мірою залежить від інформаційних систем (ІС), які відіграють ключову роль у покращенні процесу прийняття рішень, оптимізації операцій і наданні стратегічних переваг. Сутність ІС полягає у їхній здатності збирати, накопичувати, обробляти, управляти та інтегрувати дані, що дозволяє підприємствам перетворювати їх на значущу інформацію. Ця інформація стає основою для прийняття обґрунтованих рішень та забезпечує злагоджену роботу різних підрозділів компанії, полегшуючи координацію та підвищуючи ефективність операційної діяльності. Завдяки автоматизації рутинних завдань, ІС скорочують час і зусилля, необхідні для ручної обробки, тим самим дозволяючи співробітникам зосередитися на стратегічних ініціативах [5].

Системи управління підприємством (ERP) дають змогу оптимізувати використання ресурсів і поліпшувати внутрішню координацію в організаціях. Штучний інтелект (AI) стає важливим інструментом для автоматизації аналітичних процесів, надаючи нові можливості для персоналізації послуг і вдосконалення обслуговування клієнтів. Інтернет речей (IoT) розширює межі взаємодії між об'єктами, створюючи нові бізнес-моделі та відкриваючи додаткові джерела даних для покращення управління активами [6].

Значення інформаційних систем у сучасному бізнесі проявляється в їхній здатності підвищувати конкурентоспроможність підприємств. Вони оптимізують управління ключовими функціями, такими як управління людськими ресурсами, забезпечуючи компаніям можливість залишатися конкурентоспроможними. Забезпечення безпеки та конфіденційності даних, що обробляються ІС, провідним,

оскільки зростаюча залежність від цифрових даних вимагає впровадження надійних заходів безпеки для захисту конфіденційної інформації. Інформаційні системи також підтримують стратегічне планування, надаючи аналітичні дані, що допомагають у прогнозуванні та коригуванні бізнес-стратегій відповідно до ринкових тенденцій, що дозволяє підприємствам швидко адаптуватися до змін [7, 8].

Інформаційні системи відіграють вирішальну роль у сучасних бізнес-операціях, допомагаючи організаціям керувати даними, приймати рішення та оптимізувати процеси [9].

Крім того, ІС сприяють впровадженню екологічно сталих бізнес-процесів. Вони дають змогу організаціям розробляти та реалізовувати практики зеленого бізнесу, що сприяє зниженню негативного впливу на навколишнє середовище. Успіх ІС-проектів багато в чому залежить від підтримки з боку вищого керівництва. Ефективна комунікація та навчання є вирішальними для отримання цієї підтримки та забезпечення успішного впровадження складних ІС-проектів. Інформаційні системи є невід'ємною частиною управління підприємством, оскільки вони не лише покращують процеси прийняття рішень та операційну ефективність, а й надають підприємствам конкурентну перевагу, сприяють стратегічному плануванню та забезпечують стійкість до змін на ринку. Для успішної реалізації та використання ІС необхідна сильна підтримка з боку керівництва, а також постійне вдосконалення та адаптація до нових технологій [10].

Сфера інформаційних систем зазнає трансформаційних змін, викликаних кількома ключовими напрямками, які змінюють спосіб ведення бізнесу та надання цінності. Наприклад, Інтернет речей (IoT) виділяється як важлива розробка. IoT підключає фізичні пристрої до інтернету, дозволяючи їм збирати та обмінюватися даними. Ця взаємопов'язаність полегшує безпрецедентні рівні автоматизації та контролю в різних секторах — від виробництва до охорони здоров'я, підвищуючи ефективність операцій та відкриваючи нові можливості для інновацій. Оскільки пристрої стають розумнішими та більш взаємопов'язаними, організації можуть

використовувати величезні обсяги даних, які вони генерують, щоб оптимізувати процеси та покращити обслуговування клієнтів [11].

Аналітика великих даних (Big Data Analytics) є ще одним важливим напрямком, що змінює бізнес-ландшафт. Можливість аналізувати великі обсяги даних, щоб виявити приховані закономірності, кореляції та інсайти, стала значущою конкурентною перевагою. Компанії можуть приймати більш обґрунтовані рішення, використовуючи дані для коригування своїх стратегій відповідно до потреб клієнтів, що постійно змінюються. Ця аналітична можливість дозволяє бізнесу передбачати ринкові тренди, оптимізувати ланцюги постачання та покращувати задоволеність клієнтів, зрештою, стимулюючи зростання та прибутковість [12].

Технологія блокчейн (Blockchain) також набуває популярності як засіб забезпечення безпечних і прозорих транзакцій. Децентралізуючи процес транзакцій і забезпечуючи цілісність даних, блокчейн підвищує довіру та знижує ризик шахрайства. Ця технологія особливо впливає на такі галузі, як фінанси, де безпечні та прозорі транзакції мають першорядне значення. Усунувши посередників і зменшивши витрати на транзакції, блокчейн змінює традиційні бізнес-моделі та відкриває нові форми співпраці та торгівлі [13, 14].

Штучний інтелект (AI) і машинне навчання (ML) ще більше сприяють еволюції інформаційних систем. Ці технології покращують процеси прийняття рішень і автоматизують завдання, які раніше виконувалися людьми. Алгоритми AI та ML можуть швидко та точно обробляти величезні обсяги даних, виявляючи закономірності та роблячи прогнози, що керують стратегічним прийняттям рішень. Від чат-ботів для обслуговування клієнтів до прогнозного обслуговування у виробництві, AI та ML трансформують галузі, підвищуючи ефективність та відкриваючи нові можливості для інновацій.

Цифрова трансформація охоплює загальний напрямок інтеграції цифрових технологій у всі сфери бізнесу. Цей процес докорінно змінює те, як підприємства функціонують і надають цінність клієнтам. Організації, які впроваджують цифрову трансформацію, можуть оптимізувати операції, покращити взаємодію з клієнтами

та створити нові бізнес-моделі. Перехід до цифрових технологій вимагає культурних змін у організаціях, заохочуючи мислення, яке цінує гнучкість, інновації та клієнтоорієнтованість [15].

Нові напрямки в інформаційних системах, такі як IoT, аналітика великих даних, блокчейн, AI, ML та цифрова трансформація, змінюють бізнес-ландшафт. Ці технології пропонують безпрецедентні можливості для інновацій та ефективності, дозволяючи організаціям адаптуватися до швидкозмінного середовища. Оскільки бізнес продовжує впроваджувати ці тенденції, він повинен вирішувати проблеми, пов'язані з безпекою даних, конфіденційністю та етичними міркуваннями. Тим не менш, ті, хто зможе успішно використовувати силу цих технологій, будуть добре підготовлені до процвітання в цифрову епоху [16].

Цифрова трансформація, електронна комерція та цифрова економіка (Digital Transformation, E-Commerce, and Digital Economy) є ключовими елементами, що кардинально змінюють практики управління в різних галузях [17]. Ці поняття не лише визначають сучасний ландшафт бізнесу, але й надають організаціям нові можливості для зростання, ефективності та конкурентоспроможності. У контексті цифрової трансформації підприємства інтегрують цифрові технології у всі аспекти своєї діяльності, що суттєво змінює спосіб їхньої роботи та надання цінності клієнтам. Ця трансформація включає не лише впровадження нових технологій, але й переосмислення бізнес-моделей та процесів для максимального використання цифрових можливостей. Успішна цифрова трансформація вимагає ефективного управління програмами, що включає елементи управління вигодами, змінами та управління цифровими архітектурами. Також важливою складовою є трансформація управління людськими ресурсами, де цифрові інструменти використовуються для покращення процесів найму, навчання та залучення працівників [18].

Електронна комерція (торгові та фінансові транзакції, що здійснюються за допомогою комп'ютерних мереж, онлайн) здійснила революцію у способах ведення бізнесу, створюючи платформу для купівлі та продажу товарів і послуг онлайн. Вона суттєво впливає на зростання бізнесу та управління ланцюгами постачання,

інтегруючи цифрові технології для покращення закупівель, управління запасами, логістики та обслуговування клієнтів [19]. Ця інтеграція дозволяє підприємствам підвищити ефективність та реагувати на запити ринку. Електронна комерція сприяє зростанню бізнесу, знижуючи операційні витрати та розширюючи ринковий охоплення, що особливо корисно для малих і середніх підприємств (МСП), які можуть ефективно масштабуватися завдяки цим можливостям [20].

Цифрова економіка, заснована на цифрових обчислювальних технологіях, охоплює широкий спектр економічної діяльності, що виникає в результаті численних онлайн-зв'язків між людьми, бізнесами, пристроями, даними та процесами. Вона надає можливості для МСП залишатися конкурентоспроможними за допомогою цифрових інструментів і платформ, які покращують ефективність, відкривають нові ринки та підвищують якість обслуговування клієнтів. Водночас, МСП часто стикаються з викликами, такими як обмежені ресурси, і потребують цілеспрямованої підтримки для успішної навігації в умовах цифрової трансформації. Крім того, цифрова економіка сприяє розвитку зелених ланцюгів постачання, використовуючи великі дані та електронну комерцію для інновацій і впровадження низьковуглецевих стратегій, що сприяє сталому розвитку при збереженні ефективності [21, 22].

Однак цифрова трансформація та інтеграція електронної комерції також супроводжуються викликами, такими як ризики кібербезпеки, необхідність безперервних інновацій і складність управління цифровими змінами. Попри це, можливості, які вони надають, є значними. Цифрова трансформація може покращити стратегічну гнучкість, фінансові результати та задоволеність клієнтів. Електронна комерція створює платформу для інновацій і задоволення змінних запитів споживачів. В умовах зростаючої цифровізації, ключем до успіху є стратегічне планування, ефективне управління програмами та постійні інновації. Завдяки цим зусиллям організації можуть підвищити свою операційну ефективність, стимулювати зростання та залишатися конкурентоспроможними у швидкозмінному цифровому світі [22].



Досягнення цих цілей неможливе без ефективного використання спеціалізованих інформаційних систем, які підтримують різні аспекти управління підприємством. Вони дозволяють автоматизувати ключові бізнес-процеси, покращувати оперативний контроль, підвищувати якість звітності та посилювати взаємодію з клієнтами. В табл. 1.1 представлено основні функції та сфера застосування інформаційних систем залежно від завдань управління, які вони підтримують.

Таблиця 1.1

Ідентифікація ролей інформаційних систем у процесах управління підприємством  
(сформовано автором за [23-43])

Види інформаційних систем	Основні функції	Сфера застосування
MIS (Management Information Systemс)	Збирання, обробка та надання оперативної інформації, звітність, моніторинг KPI	Оперативне управління, середній рівень менеджменту
ERP (Enterprise Resource Planning)	Інтеграція та автоматизація всіх ресурсів і процесів підприємства, централізація управління	Всі рівні управління (стратегічний, тактичний, оперативний)
DSS (Decision Support Systemс)	Аналітична підтримка прийняття рішень, моделювання сценаріїв, прогнозування	Тактичне та стратегічне управління
EIS (Executive Information Systemс)	Подача стратегічної інформації у зручному форматі, моніторинг та оцінка ефективності компанії	Стратегічний рівень управління, керівники вищого рівня
OAS (Office Automation Systemс)	Автоматизація рутинних офісних процесів, управління документами та комунікаціями	Оперативний рівень, адміністративні процеси
CRM (Customer Relationship Management)	Управління інформацією про клієнтів, автоматизація маркетингу, продажів та обслуговування	Відділи продажів, маркетингу та обслуговування клієнтів
BI (Business Intelligence)	Аналіз великих обсягів даних, візуалізація, створення звітів, підтримка прийняття стратегічних рішень	Аналітика, стратегічне управління, всі рівні управління
BAS (Business Automation Software)	Автоматизація бізнес-процесів, зменшення людського фактору, контроль ефективності процесів	Всі рівні управління, операційна діяльність

Системи управління інформацією (Management Information Systemс, MIS) є важливим елементом сучасних організацій, забезпечуючи ефективне збирання, обробку, зберігання та передачу інформації для підтримки управлінських рішень. MIS поєднують інформаційні технології, люди та бізнес-процеси, щоб поліпшити

ефективність та продуктивність організації. Ці системи призначені для того, щоб забезпечити керівництво необхідною інформацією для прийняття обґрунтованих рішень, а також для забезпечення належного контролю та координації в організаційних структурах [23].

Основною функцією MIS є надання точної, актуальної та релевантної інформації для підтримки стратегічного, тактичного та оперативного рівнів управління. Вони включають в себе різні підсистеми, такі як системи обробки транзакцій (TPS), які автоматизують рутинні завдання та операції, системи підтримки рішень (DSS), що допомагають аналізувати дані та розробляти альтернативи для вирішення складних проблем, а також виконавчі інформаційні системи (EIS), які забезпечують керівників високого рівня стислими звітами та аналітичними оглядами для стратегічного планування [24, 25].

Системи управління інформацією також сприяють інтеграції різних функціональних областей організації, таких як фінанси, маркетинг, виробництво та управління людськими ресурсами, через створення єдиного інформаційного середовища. Це дозволяє досягти узгодженості дій між різними відділами, підвищити ефективність використання ресурсів та скоротити час на прийняття рішень. У сучасних умовах глобалізації та конкуренції, MIS відіграють важливу роль у створенні конкурентних переваг, допомагаючи компаніям адаптуватися до швидкозмінного ринкового середовища [25].

Впровадження MIS в організаціях вимагає врахування різноманітних факторів, включаючи технологічні, людські та організаційні аспекти. Успішне впровадження залежить від здатності компанії інтегрувати нові технології з існуючими процесами та культурою, забезпечуючи навчання персоналу та ефективне управління змінами. У підсумку, системи управління інформацією є незамінним інструментом для сучасних організацій, який допомагає оптимізувати операційну діяльність та підтримує стратегічний розвиток.

Системи планування ресурсів підприємства (Enterprise Resource Planning, ERP) є інтегрованими інформаційними системами, які дозволяють об'єднати і автоматизувати управління всіма бізнес-процесами компанії. ERP-системи

поєднують функції фінансів, бухгалтерського обліку, закупівель, виробництва, управління персоналом, продажів та обслуговування клієнтів у єдине інформаційне середовище, що забезпечує цілісний огляд стану організації та підвищує ефективність операцій [26].

Основною функцією ERP-систем є забезпечення централізованого управління ресурсами та процесами підприємства. Завдяки інтеграції всіх підрозділів у єдину систему, інформація про ресурси, товари, замовлення та фінансові операції доступна в режимі реального часу, що дозволяє керівництву оперативно приймати обґрунтовані управлінські рішення. Це сприяє підвищенню ефективності використання ресурсів, скороченню часу на виконання операцій та зменшенню витрат.

ERP-системи забезпечують підтримку бізнес-процесів на різних рівнях управління — стратегічному, тактичному та оперативному [27]. Вони надають можливість здійснювати глибокий аналіз даних, що допомагає виявляти тенденції, оптимізувати управлінські рішення та прогнозувати результати діяльності компанії. Інтеграція з іншими інформаційними системами дозволяє автоматизувати рутинні операції, зменшуючи ризик помилок та підвищуючи продуктивність персоналу.

ERP-системи складаються з різних функціональних модулів, які можуть бути адаптовані під специфічні потреби підприємства. Типовими модулями є фінансове управління, управління складськими запасами, виробниче планування, управління замовленнями, управління кадрами та зарплатами, а також CRM-модуль для взаємодії з клієнтами. Модульність ERP-систем дозволяє підприємствам гнучко підходити до впровадження, поступово масштабуючи функціональність відповідно до потреб організації.

Однією з важливих переваг ERP-систем є їх здатність забезпечувати прозорість бізнес-процесів. Керівники мають можливість відслідковувати ключові показники ефективності (KPI) завдяки інтерактивним інформаційним панелям (дашбордам), що полегшує контроль за виконанням завдань, дотриманням стандартів якості та оперативним реагуванням на проблемні ситуації [28].

Успішне впровадження ERP-систем вимагає ефективного управління змінами, навчання персоналу, а також адаптації бізнес-процесів до нової інформаційної інфраструктури. Попри початкові витрати та складність інтеграції з існуючими системами, довгострокові переваги від використання ERP-систем значно переважають, включаючи поліпшення стратегічного планування, підвищення гнучкості бізнесу та конкурентоспроможності підприємства на ринку. Тому, ERP-системи є незамінним інструментом сучасних компаній, які прагнуть оптимізувати свою діяльність, забезпечити оперативне прийняття рішень та досягти стабільного росту у швидкозмінних умовах цифрової економіки.

Системи підтримки прийняття рішень (Decision Support Systemс, DSS) є важливим інструментом в арсеналі сучасних організацій, призначеним для полегшення процесу прийняття рішень. Вони забезпечують управлінців та аналітиків необхідними інструментами для збору, аналізу та інтерпретації складної інформації, що використовується для вирішення стратегічних, тактичних та оперативних завдань. Основною метою DSS є підвищення якості рішень шляхом надання відповідних даних, моделей та аналітичних інструментів, які допомагають виявити та оцінити альтернативи, прогнозувати наслідки та обирати оптимальні рішення в умовах невизначеності [24, 25].

Системи підтримки прийняття рішень поєднують інформаційні технології з аналітичними моделями та методами, такими як статистичний аналіз, моделювання, оптимізація та прогнозування. Це дозволяє користувачам маніпулювати даними, перевіряти різні сценарії та оцінювати потенційні результати різних стратегій. DSS можуть бути орієнтовані на підтримку рішень як на рівні конкретного завдання, так і на рівні загальної стратегії організації. Їхнє використання є особливо цінним у середовищах, де швидка адаптація та реагування на зміни є ключовими для успіху [29].

Системи DSS можуть бути класифіковані за різними типами, такими як модельно-орієнтовані, даними-орієнтовані, знання-орієнтовані та комунікаційно-орієнтовані. Модельно-орієнтовані DSS використовують математичні моделі для аналізу та оцінки сценаріїв, тоді як даними-орієнтовані DSS фокусуються на

управлінні великими обсягами даних і наданні користувачам засобів для виявлення тенденцій і патернів. Знання-орієнтовані DSS забезпечують підтримку за допомогою баз знань, які включають експертні системи та штучний інтелект, а комунікаційно-орієнтовані DSS акцентують увагу на підтримці групової роботи та комунікації в процесі прийняття рішень.

Застосування DSS надає можливість керівникам організацій швидко реагувати на зміни ринкових умов, розробляти ефективні стратегії та мінімізувати ризики. Однак для успішного впровадження та використання цих систем необхідно враховувати ряд викликів, зокрема інтеграцію з існуючими бізнес-процесами, навчання користувачів та забезпечення актуальності і якості даних. Системи підтримки прийняття рішень є важливим компонентом у стратегічному управлінні, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності організації та її адаптивності у динамічному середовищі [30].

Виконавчі інформаційні системи (Executive Information Systems, EIS) є спеціалізованими інформаційними системами, призначеними для задоволення потреб вищого керівництва організацій. Основна мета EIS полягає у наданні керівникам зручного доступу до стислих, актуальних та стратегічно важливих даних, необхідних для прийняття рішень на найвищому рівні управління. Ці системи забезпечують підтримку в процесі стратегічного планування, моніторингу діяльності організації та оцінки її ефективності, допомагаючи керівникам формувати цілі та приймати обґрунтовані рішення в умовах невизначеності [31]. Однією з ключових характеристик EIS є їхня здатність надавати інформацію у зручному форматі, що включає графічні інтерфейси, інформаційні панелі, звіти та інтерактивні графіки, що дозволяють легко відстежувати ключові показники ефективності (KPI) [32]. Це робить системи EIS особливо цінними для вищого керівництва, яке часто потребує швидкого доступу до високорівневої інформації для оцінки стану організації та прийняття рішень, що стосуються стратегічних ініціатив. EIS збирають та інтегрують дані з різноманітних внутрішніх та зовнішніх джерел, включаючи фінансові системи, системи управління персоналом, маркетингові дослідження та дані про конкурентів. Це забезпечує керівникам

повний огляд на різні аспекти діяльності організації та дозволяє здійснювати стратегічний аналіз на основі точних та своєчасних даних. Використання EIS також сприяє підвищенню прозорості в організації та покращує координацію між різними підрозділами. Важливим аспектом EIS є їхня адаптивність та можливість налаштування під специфічні потреби організації або окремих керівників. Це включає персоналізацію інформаційних панелей, налаштування звітів та можливість інтеграції з іншими інформаційними системами організації [33]. Однак впровадження EIS може зіткнутися з викликами, такими як складність інтеграції з існуючими системами, забезпечення безпеки даних та необхідність навчання персоналу.

У підсумку, виконавчі інформаційні системи відіграють важливу роль у стратегічному управлінні, забезпечуючи керівників важливою інформацією для прийняття рішень. Вони сприяють підвищенню ефективності управління, покращують процес прийняття рішень та надають конкурентні переваги організаціям, які активно використовують їх у своїй діяльності.

Системи автоматизації офісу (Office Automation Systems, OAS) є ключовими компонентами сучасних організацій, спрямованими на підвищення ефективності та продуктивності офісної роботи за допомогою використання комп'ютерних технологій та програмного забезпечення [34]. Ці системи охоплюють широкий спектр інструментів та додатків, що автоматизують рутинні завдання, покращують обробку інформації та сприяють більш ефективному управлінню робочими процесами. Основними функціями систем автоматизації офісу є обробка текстів, електронна пошта, електронні таблиці, управління документами, планування завдань та управління проектами. Вони також включають в себе засоби для електронного спілкування, такі як відеоконференції, обмін повідомленнями та колаборативні платформи, що забезпечують ефективну взаємодію між співробітниками незалежно від їх географічного розташування. Завдяки цим інструментам, OAS значно скорочують час, необхідний для виконання адміністративних завдань, знижують імовірність помилок та покращують координацію командної роботи.

Системи автоматизації офісу інтегруються з різними компонентами інформаційної інфраструктури організації, забезпечуючи безперервний потік інформації між різними відділами та підрозділами. Це дозволяє зменшити обсяг паперової роботи, знижуючи витрати на зберігання та обробку документів, а також забезпечує легкий доступ до інформації, що зберігається у цифровому форматі. Крім того, OAS сприяють підвищенню безпеки даних завдяки використанню засобів для резервного копіювання та захисту інформації від несанкціонованого доступу [35].

Однією з важливих переваг систем автоматизації офісу є їхня здатність адаптуватися до специфічних потреб організації та підтримувати гнучкість у зміні бізнес-процесів. Це включає можливість налаштування програмного забезпечення під конкретні вимоги користувачів, інтеграцію з іншими інформаційними системами та можливість масштабування відповідно до зростання організації. Попри численні переваги, впровадження систем автоматизації офісу може стикатися з певними викликами, такими як необхідність інвестування у нове обладнання та програмне забезпечення, адаптація працівників до нових технологій та управління змінами в організаційній структурі [36]. Однак, у довгостроковій перспективі, OAS значно підвищують ефективність роботи офісу, сприяючи кращій організації робочих процесів, зниженню витрат та підвищенню конкурентоспроможності організації на ринку.

Системи управління взаємовідносинами з клієнтами (Customer Relationship Management, CRM) є важливими інструментами для підприємств, які прагнуть покращити взаємодію з клієнтами, оптимізувати процеси продажів та маркетингу, а також підвищити загальну задоволеність клієнтів [37]. CRM-системи забезпечують інтегроване середовище для збору, зберігання та аналізу інформації про клієнтів, що дозволяє компаніям краще розуміти потреби та переваги своїх споживачів.

Однією з головних функцій CRM-систем є управління даними про клієнтів. Це включає збір інформації з різних джерел, таких як контактні дані, історія покупок, взаємодії з підтримкою клієнтів, а також відгуки та запити. Системи CRM

дозволяють компаніям створювати єдиний профіль клієнта, що полегшує доступ до актуальної інформації та дозволяє швидко реагувати на запити клієнтів. Завдяки цьому підвищується ефективність обслуговування, скорочуються витрати часу на пошук інформації, а також покращується комунікація з клієнтами [38]. CRM-системи також забезпечують потужні інструменти для управління маркетинговими кампаніями. Вони дозволяють сегментувати аудиторію, визначати цільові групи та відслідковувати ефективність маркетингових заходів у реальному часі. Це сприяє більш точному налаштуванню стратегій та тактик, зменшенню витрат на рекламу та підвищенню ефективності маркетингових зусиль. Завдяки CRM-системам компанії можуть адаптувати свої пропозиції відповідно до індивідуальних потреб клієнтів, що сприяє збільшенню лояльності та задоволеності клієнтів [39]. Ще однією важливою складовою CRM-систем є управління продажами. Вони надають інструменти для автоматизації процесів продажів, управління потенційними клієнтами та відстеження стадій угод. CRM-системи дозволяють продавцям ефективніше планувати свою роботу, надавати точні прогнози щодо доходів та визначати найбільш перспективні можливості для зростання. Це допомагає знизити витрати на продажі, підвищити конверсію та збільшити обсяги продажів.

Впровадження CRM-систем може суттєво вплинути на продуктивність та конкурентоспроможність організації. Вони забезпечують покращення взаємодії між різними відділами, що сприяє створенню єдиного інформаційного середовища та узгодженості дій. Однак, для досягнення максимальних переваг від використання CRM, компаніям необхідно враховувати фактори адаптації системи до специфіки бізнесу, навчання персоналу та забезпечення безпеки даних [40]. CRM-системи є потужним інструментом для покращення управління взаємовідносинами з клієнтами, що сприяє довгостроковому зростанню бізнесу та зміцненню його позицій на ринку. Вони допомагають компаніям будувати міцніші та триваліші взаємозв'язки з клієнтами, що є ключовим фактором успіху в умовах високої конкуренції.

Системи бізнес-аналітики (Business Intelligence, BI) є важливими інструментами для організацій, що прагнуть підвищити свою



конкурентоспроможність шляхом більш ефективного використання даних для прийняття обґрунтованих рішень. ВІ-системи забезпечують керівників і аналітиків потужними засобами для збору, обробки, аналізу та візуалізації великих обсягів даних, що походять із різних джерел. Основна мета цих систем полягає у перетворенні необроблених даних у корисну інформацію та знання, які можуть бути використані для поліпшення бізнес-стратегій та операційної діяльності [41]. Однією з ключових характеристик ВІ-систем є їх здатність об'єднувати дані з різних джерел, таких як системи управління базами даних, електронні таблиці, соціальні медіа, веб-сайти та інші платформи, у єдине сховище даних. Це дозволяє організаціям створювати цілісне бачення своєї діяльності та отримувати комплексний аналіз бізнес-процесів. Використовуючи інструменти ВІ, організації можуть ідентифікувати тенденції, виявляти аномалії, прогнозувати майбутні результати та оптимізувати процеси на основі даних.

ВІ-системи надають різноманітні аналітичні інструменти, включаючи звітність, візуалізацію даних, дашборди, інструменти для багатовимірного аналізу (OLAP), а також інструменти для моделювання та прогнозування. Звіти та дашборди дозволяють користувачам легко переглядати ключові показники ефективності (KPI) і отримувати вичерпну інформацію про поточний стан бізнесу. Візуалізація даних полегшує розуміння складних наборів даних, перетворюючи їх у графічні форми, такі як графіки, діаграми та таблиці, що робить дані більш доступними для аналізу та інтерпретації. Інструменти для багатовимірного аналізу дозволяють користувачам досліджувати дані з різних перспектив, що сприяє глибшому розумінню взаємозв'язків між різними факторами, які впливають на бізнес. Це, у свою чергу, дозволяє приймати більш точні та обґрунтовані рішення. Інструменти для моделювання та прогнозування забезпечують можливість аналізу сценаріїв «що, якщо», що допомагає оцінити потенційні наслідки різних рішень та стратегій [41, 42].

Системи ВІ мають значний вплив на підвищення ефективності організацій, дозволяючи їм швидко адаптуватися до змін у ринковому середовищі, покращувати обслуговування клієнтів, оптимізувати ланцюги постачань та підвищувати якість

продуктів або послуг. Вони також сприяють зниженню витрат, підвищенню рентабельності та зміцненню позицій на ринку.

Впровадження ВІ-систем може зіткнутися з певними викликами, такими як необхідність в якісному зборі даних, інтеграція з існуючими системами та навчання персоналу. Однак, успішне впровадження цих систем забезпечує організаціям значні переваги, зокрема підвищення точності та швидкості прийняття рішень [43].

Системи бізнес-аналітики є важливим інструментом для сучасних організацій, що прагнуть ефективно використовувати свої дані для досягнення стратегічних цілей та забезпечення довгострокового зростання. Вони сприяють формуванню знань, які можуть бути використані для підвищення конкурентоспроможності та забезпечення успіху на динамічному ринку.

Системи автоматизації бізнесу (Business Automation Software) є інформаційними рішеннями, призначеними для автоматизації широкого кола бізнес-процесів, що дозволяє значно підвищити операційну ефективність, продуктивність та зменшити витрати підприємства [18, 32]. Ці системи охоплюють різноманітні сфери діяльності компанії, включаючи управління документами, фінансові операції, кадрове адміністрування, логістику, маркетинг, обслуговування клієнтів та багато інших процесів, які традиційно виконувались вручну. Основною функцією систем автоматизації бізнесу є мінімізація людського фактору у виконанні рутинних і повторюваних завдань. Це забезпечується за допомогою впровадження програмних рішень, які можуть самостійно виконувати завдання на основі заданих алгоритмів і правил, значно прискорюючи процеси, зменшуючи ймовірність помилок та забезпечуючи постійну якість результатів. Впровадження автоматизації дозволяє персоналу підприємства зосереджуватися на стратегічних завданнях та завданнях, що потребують креативного підходу.

Системи автоматизації бізнесу охоплюють різні типи програмного забезпечення, такі як системи автоматизації документообігу, платформи для управління бізнес-процесами (BPM), роботизовану автоматизацію процесів (RPA), системи для управління фінансовими операціями, а також спеціалізовані рішення для автоматизації обслуговування клієнтів і маркетингу. Завдяки інтеграції цих

систем у єдину інфраструктуру організація отримує можливість оптимізувати використання ресурсів, забезпечити прозорість усіх етапів процесів та оперативно реагувати на зміни у зовнішньому середовищі.

Однією з важливих переваг систем автоматизації бізнесу є їх здатність забезпечувати регулювання бізнес-процесів (рис. 1.2), оперативний контроль за ресурсами та процесами через інформаційні панелі (дашборди), які відображають ключові показники ефективності (KPI) в режимі реального часу.

Це дозволяє керівництву здійснювати оперативний моніторинг діяльності підприємства та приймати обґрунтовані рішення, орієнтуючись на актуальні дані.

Важливою характеристикою сучасних систем автоматизації бізнесу є гнучкість і масштабованість, що дозволяє адаптувати систему під конкретні потреби підприємства і змінювати її відповідно до розвитку бізнесу [32]. Такі системи забезпечують інтеграцію з наявними інформаційними платформами, включаючи ERP, CRM, системи аналітики, що створює єдиний інформаційний простір підприємства. Успішне впровадження систем автоматизації бізнесу залежить від ефективного управління змінами, відповідного навчання персоналу, а також правильного планування процесу автоматизації. Незважаючи на певні складнощі, які можуть виникати на етапах впровадження, довгострокові переваги значно переважають початкові витрати та складність інтеграції. Відповідно, системи автоматизації бізнесу є важливим компонентом сучасних підприємств, які прагнуть підвищити ефективність, конкурентоспроможність і здатність швидко адаптуватися до змін на ринку.

Аналіз інформаційних систем і технологій в управлінні сучасними підприємствами засвідчує їхню визначальну роль у досягненні конкурентних переваг та підтримці сталого розвитку бізнесу. В умовах цифровізації саме такі системи, як MIS, ERP, DSS, EIS, CRM, BI, а також рішення з автоматизації бізнес-процесів (Business Automation Software), стають необхідною умовою ефективного функціонування організацій. Вони забезпечують оперативний доступ до стратегічно важливої інформації, дозволяють автоматизувати рутинні процеси,

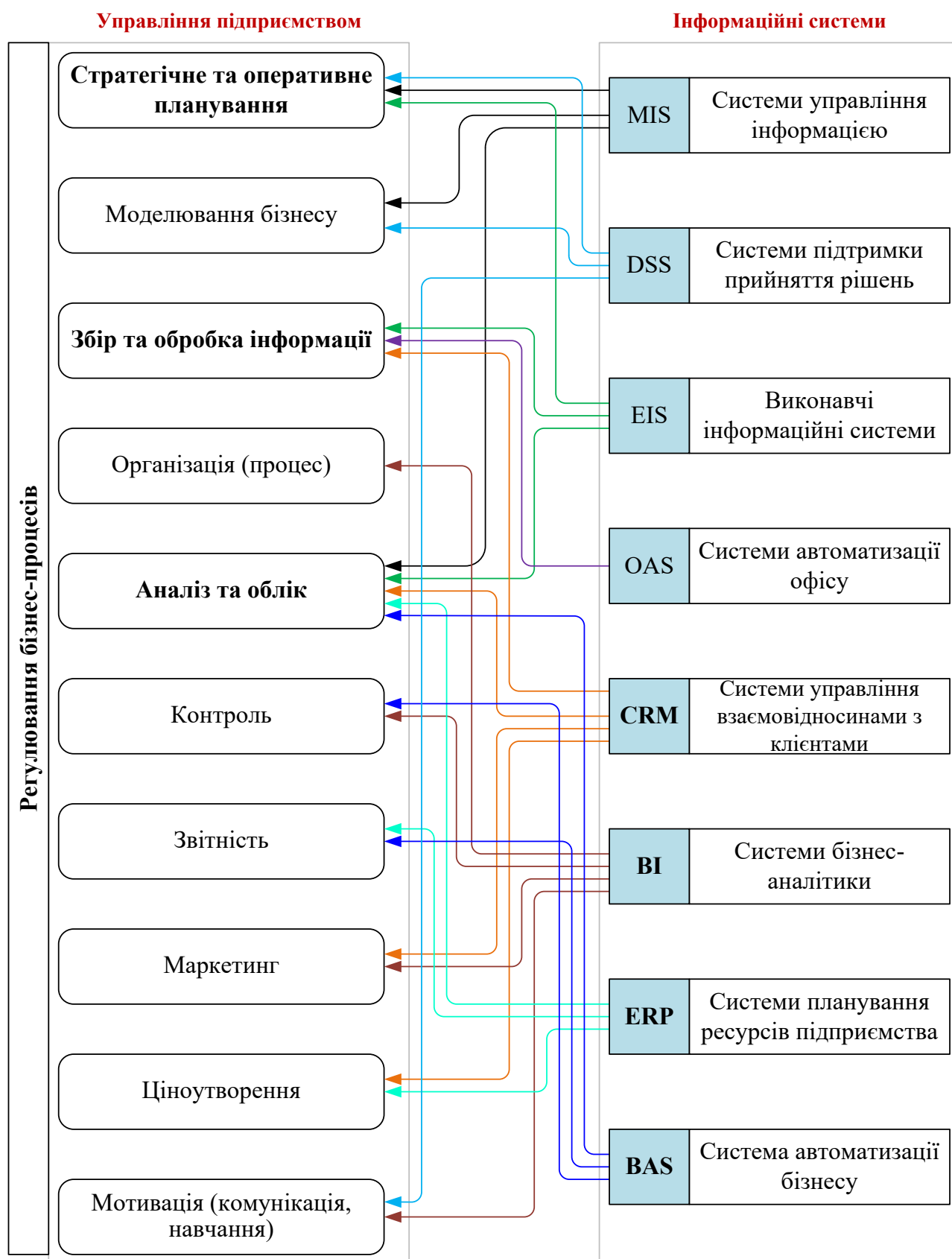


Рис. 1.2. Схема регулювання бізнес-процесів за допомогою інформаційних систем в управлінні підприємствами (побудовано автором за [23-43])

оптимізувати використання ресурсів, посилювати взаємодію з клієнтами та підтримувати прийняття обґрунтованих рішень на всіх рівнях управління. Водночас впровадження цих систем потребує цілісний підхід, включаючи не лише технічну інтеграцію, а й організаційні зміни, навчання персоналу та ефективний менеджмент змін. В умовах стрімкого розвитку цифрових технологій ключовими викликами залишаються питання безпеки інформації, конфіденційності даних і етичних аспектів їх використання. Тому успішними будуть ті організації, які здатні поєднати впровадження сучасних інформаційних технологій із гнучкістю бізнес-процесів та високою адаптивністю до змін зовнішнього середовища.

Відповідно, аналіз сутності та значення інформаційних систем і технологій в управлінні сучасними підприємствами підкреслює їхню визначальну роль для забезпечення ефективності, продуктивності та конкурентоспроможності організацій. Використання спеціалізованих інформаційних систем не тільки оптимізує внутрішні бізнес-процеси, а й дозволяє підприємствам швидко адаптуватися до динамічних змін зовнішнього середовища.

Для глибшого розуміння цієї тематики важливо дослідити теоретико-методологічні аспекти, що визначають принципи та підходи до впровадження й використання інформаційних технологій у системах управління підприємством. Особливої актуальності такі дослідження набувають у контексті сучасних викликів, зокрема пандемії COVID-19 та воєнного стану в Україні, які істотно прискорили цифровізацію бізнесу та змінили підходи до управління інформаційними ресурсами підприємств.

Виконаємо дослідження теоретико-методологічних аспектів використання інформаційних технологій і систем управління, включаючи концепції цифровізації, аналіз сучасних напрямків та практичні приклади їх застосування в умовах складних реалій сучасного бізнес-середовища.

## **1.2. Теоретико-методологічні аспекти використання інформаційних технологій для оптимізації управлінських процесів підприємств**

В умовах цифрової трансформації економіки використання інформаційних технологій набуває визначального значення для підвищення ефективності управлінських процесів підприємств. Теоретико-методологічні аспекти їх застосування базуються на інтеграції положень класичної теорії менеджменту із сучасними концепціями процесного, системного та ресурсного підходів, що дозволяє розглядати підприємство як складну відкриту систему, функціонування якої значною мірою залежить від якості інформаційного забезпечення.

Ключовим елементом управлінської діяльності виступає управлінське рішення. У науковій літературі воно трактується як результат цілеспрямованого вибору суб'єктом управління альтернативи дій, спрямованої на досягнення поставлених цілей у конкретних умовах функціонування підприємства.

У науковій літературі поняття «управлінське рішення» має багатогранне трактування, що зумовлено різними підходами до розуміння сутності управлінської діяльності. Зокрема, класичні та сучасні дослідження у сфері менеджменту акцентують увагу на різних аспектах цього поняття — від вибору альтернатив до комплексного процесу обґрунтування та реалізації управлінського впливу.

Так, Герберт Саймон [44] розглядає управлінське рішення як процес вибору серед альтернатив в умовах обмеженої раціональності. Пітер Друкер [1] визначає його як центральний елемент управлінської діяльності, спрямований на досягнення цілей організації. Гарольд Кунц та Сіріл О'Доннел [45] трактують управлінське рішення як свідомий вибір курсу дій. Майкл Мескон [46] підкреслює його роль як результату аналізу альтернатив та вибору найкращої з них. У працях Річард Дафт [47] управлінське рішення розглядається як процес, що включає ідентифікацію проблеми, розробку альтернатив і їх оцінювання. Узагальнення наукових підходів до визначення сутності поняття «управлінське рішення» доцільно представлено у табл. 1.2.

Аналіз сучасних і класичних підходів свідчить про еволюцію трактування поняття «управлінське рішення» від простого вибору альтернативи до складного багатостадійного процесу, що включає інформаційне забезпечення, аналітичну обробку, оцінювання ефективності та врахування ризиків. Особливої актуальності набуває розуміння управлінського рішення як інформаційно-аналітичного процесу, інтегрованого в систему цифрового управління підприємством.

Таблиця 1.2

Узагальнення наукових підходів до визначення сутності поняття «управлінське рішення» (сформовано автором за [1, 44-56])

№	Автор	Визначення	Ключовий акцент
1	Герберт Саймон [44]	Управлінське рішення — це вибір альтернативи в умовах обмеженої раціональності	Процес вибору
2	Пітер Друкер [1]	Рішення — це інструмент досягнення цілей організації	Орієнтація на результат
3	Кунц, О'Доннел [45]	Свідомий вибір курсу дій серед альтернатив	Управлінський вибір
4	Мескон, Альберт, Хедоурі [46]	Процес аналізу альтернатив і вибору найкращої	Аналітичний підхід
5	Річард Дафт [47]	Процес ідентифікації проблеми та її вирішення	Процесний підхід
6	В. Г. Герасимчук [48]	Результат управлінської діяльності, спрямований на досягнення цілей	Результативність
7	О. Є. Кузьмін [49]	Сукупність дій щодо підготовки, прийняття та реалізації впливу	Комплексність
8	Л. І. Федулова [50]	Інструмент адаптації підприємства до змін	Адаптивність
9	О. О. Ющик (2023) [51]	Управлінське рішення розглядається як ключова категорія теорії управління без єдиного універсального трактування	Теоретична багатозначність
10	В. Мельничук, Д. Хлистун (2023) [52]	Управлінське рішення — інструмент досягнення цілей через використання інформації та аналітичних методів	Інформаційно-аналітичний підхід
11	О. Лозовський, М. Горшков (2023) [53]	Управлінське рішення — це процес, що включає стадії прийняття, реалізації та оцінки ефективності	Процес і ефективність
12	Л. Пшенична та ін. (2023) [54]	Формалізований вибір альтернативи як реакція на проблему та результат діяльності менеджера	Альтернативність і управлінський вплив
13	Н. Павленчик (2023) [55]	Вибір найбільш ефективного варіанту дій в умовах ризику та невизначеності	Ризик і оптимальність
14	Л. Ваганова та ін. (2022) [56]	Управлінське рішення як форма реалізації управлінських функцій і організаційного впливу	Функціональний підхід

Врахування класичних підходів і теоретико-методичних акцентів 2020-2025 рр., дозволяє сформулювати авторське визначення управлінського рішення як інтегрованого, інформаційно забезпеченого процесу вибору та реалізації управлінського впливу в умовах невизначеності, спрямованого на досягнення цілей підприємства з урахуванням критеріїв ефективності та обмежень середовища.

На нашу думку, управлінське рішення доцільно розглядати не лише як акт вибору, а як інтегрований процес, що охоплює ідентифікацію проблеми, аналіз інформації, формування альтернатив, їх оцінювання та подальшу реалізацію. Такий підхід дозволяє більш повно відобразити його динамічний і циклічний характер.

Розкриття теоретико-методичних засад використання інформаційних технологій для оптимізації управлінських процесів підприємств вимагає також обґрунтування системного характеру взаємозв'язку управлінських рішень з функціями управління. Зокрема, в межах функції планування управлінські рішення визначають стратегічні та оперативні цілі розвитку підприємства; функція організації передбачає прийняття рішень щодо розподілу ресурсів, формування структури та регламентації процесів; у межах мотивації управлінські рішення спрямовані на вибір ефективних стимулів впливу на персонал; функція контролю реалізується через рішення щодо оцінювання результатів діяльності та коригування відхилень. На нашу думку, управлінські рішення є змістовним ядром усіх функцій управління, оскільки саме через них відбувається практична реалізація управлінського впливу.

З позицій системного підходу інформаційні технології формують основу управлінської інфраструктури, забезпечуючи цілісність інформаційних потоків та узгодженість управлінських рішень. На нашу думку, їх впровадження трансформує традиційну модель прийняття рішень, переводячи її у площину цифрово-орієнтованого управління, де ключову роль відіграють швидкість доступу до інформації та можливості її аналітичної обробки.

Процесний підхід акцентує увагу на необхідності оптимізації бізнес-процесів шляхом їх цифровізації та автоматизації [57]. При цьому управлінські рішення виступають як інструмент регулювання та вдосконалення процесів. Доцільно



зазначити, що ефективність таких рішень значною мірою залежить від якості інформаційного забезпечення, що підтверджує визначальну роль ІТ у сучасних умовах господарювання [58].

У цифрову епоху очікування споживачів швидко змінюються, і бізнесу стає критично важливим впроваджувати клієнтоорієнтовані методи управління. За допомогою даних про цифрові взаємодії компанії можуть краще розуміти потреби своїх споживачів та адаптувати свої продукти та послуги відповідно. Такий підхід покращує задоволеність споживачів та сприяє їх лояльності, що веде до довгострокового успіху компанії [57].

Системи управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM) відіграють ключову роль у клієнтоорієнтованих стратегіях. Ці платформи дозволяють підприємствам аналізувати дані про споживачів, відстежувати взаємодії та персоналізувати маркетингові зусилля, що призводить до збільшення залученості споживачів та покращення загальної ефективності бізнесу [57].

Концепція сталого економічного розвитку набуває все більшої значущості у світлі глобальних викликів, пов'язаних із необхідністю збалансувати економічне зростання, охорону навколишнього середовища та соціальну відповідальність. Стійкий економічний розвиток має на увазі таке зростання, яке задовольняє потреби нинішнього покоління, не ставлячи під загрозу можливості майбутніх поколінь [57]. Одним із найсерйозніших викликів сталого економічного розвитку є негативний вплив традиційних моделей зростання на довкілля. Індустріалізація, урбанізація та глобалізація призвели до збільшення споживання природних ресурсів та рівня забруднення, що сприяє зміні клімату, втраті біорізноманіття та виснаженню природних ресурсів. За даними Всесвітнього економічного форуму, такі галузі, як виробництво, енергетика та сільське господарство є основними джерелами викидів вуглецю. Для вирішення цих проблем бізнес та державні структури зосереджуються на впровадженні зелених технологій та стійких практик. Розвиток відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна, вітрова та гідроенергетика, дає можливість знизити залежність від викопного палива та скоротити викиди вуглецю. Однак перехід до відновлюваної енергії пов'язаний із

низкою викликів, таких як висока вартість інфраструктури та необхідність технологічних інновацій для підвищення ефективності [57].

У цьому контексті важливим є наукове обґрунтування поняття «оптимізація управлінських рішень». На нашу думку, під оптимізацією управлінських рішень слід розуміти системний процес підвищення їх якості шляхом вибору найкращої альтернативи з урахуванням визначених критеріїв ефективності, обмежень та умов функціонування підприємства. Такий процес передбачає використання економіко-математичних методів, аналітичних інструментів і сучасних інформаційних технологій для мінімізації витрат, максимізації результатів або досягнення збалансованості між різними цілями.

Впровадження інформаційних технологій суттєво розширює можливості оптимізації управлінських рішень. На нашу думку, саме завдяки використанню систем бізнес-аналітики, великих даних і технологій штучного інтелекту забезпечується перехід від інтуїтивного до обґрунтованого, формалізованого прийняття рішень. Це дозволяє враховувати значну кількість факторів, моделювати різні сценарії розвитку подій та обирати найбільш ефективні варіанти дій.

Водночас слід підкреслити, що оптимізація управлінських рішень не є виключно технічним процесом. На нашу думку, вона має комплексний характер і залежить від рівня організаційної культури, компетентності персоналу та готовності підприємства до використання інноваційних підходів [59]. У зв'язку з цим інформаційні технології слід розглядати не лише як інструмент, але і як фактор трансформації управлінської парадигми.

Світ, в якому ми живемо, наразі кардинально змінюється – йде зміна звичного нам ходу життя, суспільство постійно зіштовхується з новими випробуваннями, умовами, концептами, і кожен вирішує для себе сам: зміни - це реальні проблеми чи чудова можливість вивчити нове, адаптуватися, зробити крок вперед? Зміни відбуваються зараз абсолютно у всіх сферах діяльності, показуючи не зовсім зрозумілі тенденції майбутнього, але є точне бачення – ці зміни відбуваються навіть у нашій свідомості, даючи простір для самовдосконалення.

Сьогодення, яке характеризується нестабільністю, диктує менеджерам усіх галузей бізнесу нові задачі: як вивести управління на новий рівень таким чином, щоб зменшити на суспільство соціально-психологічний тиск перемін, адаптуватися до нових вимог часу, витримати турбулентність економіки.

У світовій історії є чимало прикладів зміни концепцій управління. Причиною виникнення менеджменту як науки, на початку XX ст., було зростання ролі людського фактору та раціональне використання набутого досвіду. Пройшов час, зараз менеджмент потребує відповідної реакції з акцентом на швидке реагування на виклики, які диктує сьогодення. Концепція новітнього управління, яке можна трактувати як «Менеджмент: 4.0», вже тепер залучає комплекс теоретичних знань, ідейних основ і практичних навичок для пришвидшення прийняття рішень із залученням ІТ технологій, цифровізації, інноваційного розвитку діяльності та підбору найефективніших і гнучких бізнес-моделей [59].

Ми стоїмо на порозі нової ери: немає часу на довгі роздуми – вже сьогодні можна констатувати як завершений факт зміни центрів прийняття ключових рішень у світовій економіці, нових принципів макроекономічної політики держав, нових методів керування й концептуально нових методів менеджменту. Разом з тим, держава повинна готувати висококваліфікованих спеціалістів як креативних особистостей, здатних у сучасних умовах прийняти виклики часу і забезпечити розвиток бізнесу із залученням ІТ технологій та розвиток цифрового суспільства.

Теоретичні знання, які надаються майбутнім спеціалістам, будуть використовуватися на рівні рефлексів та супереакцій, адже нинішнє цифрове покоління розвивається у супроводі цифрових технологій, цифрового світогляду, їх не можливо здивувати ні інтернет речами, ні криптовалютою, ні блокчейном. Отже і новітній менеджмент, представлений інтелектуально-розумовими ресурсами молоді, буде швидко прийнятий і адаптований суспільством, в якому на рівні відбудови держави буде розвиватися і штучний інтелект, автоматизація, комп'ютеризація, що є запорукою технологічного розвитку нашого суспільства.

На рівні вже давно апробованих видів менеджменту: виробничий, маркетинговий, кадровий, постачальницько-збутовий, фінансовий, кризовий, зараз

впроваджуються нові види управління – цифровий менеджмент інформації, нейромеджмент, менеджмент 4.0 (поєднання ІТ-сфери та проектного управління) [59]. Нові стилі управління представляють собою адаптивні системи без чітких структур, з командою, яка є самоорганізованою, без постійного контролю зі сторони керівництва, сам керівник – ідейний натхненник, а робочий процес акцентовано на вчасність і якість. Тому і майбутні спеціалісти - менеджери, які будуть заходити в таку систему, мають бути самодисциплінованими, активними, відповідальними, з лідерськими якостями.

Отже, теоретико-методологічні засади використання інформаційних технологій для оптимізації управлінських процесів підприємств передбачають інтеграцію підходів до розуміння сутності управлінських рішень, їх функціонального призначення та механізмів оптимізації. На нашу думку, саме така комплексна інтерпретація дозволяє забезпечити підвищення ефективності управління та конкурентоспроможності підприємства в умовах цифрової економіки. Концептуальна схема взаємозв'язку управлінських рішень, з функціями управління і процесами оптимізації наведена на рис. 1.3.

Як зазначалось вище, впровадження інформаційних технологій суттєво розширює можливості оптимізації управлінських рішень. В останній час зростає кількість підключень різних сервісів від комунікаційних компаній для віддаленої роботи: спільної роботи над проектами, електронного документообігу, перенесення дзвінків з фіксованого номера в офісі на мобільні співробітників. Саме ця особливість стрімкого пристосування до апокаліптичних сценаріїв допомогла організаціям України вижити під час повномасштабного вторгнення та адаптуватися в умовах війни [60].

Зважаючи на доступність інформаційного ресурсу та переходу на цифрову економіку, суспільство почало використовувати інформаційні технології також як інструмент оптимізації процесів управління та виробництва. Складні умови сьогодення для ведення бізнесу пришвидшують трансформаційні процеси в економіці, змушують швидко та гнучко реагувати організації на зміни у зовнішньому ринковому середовищі.

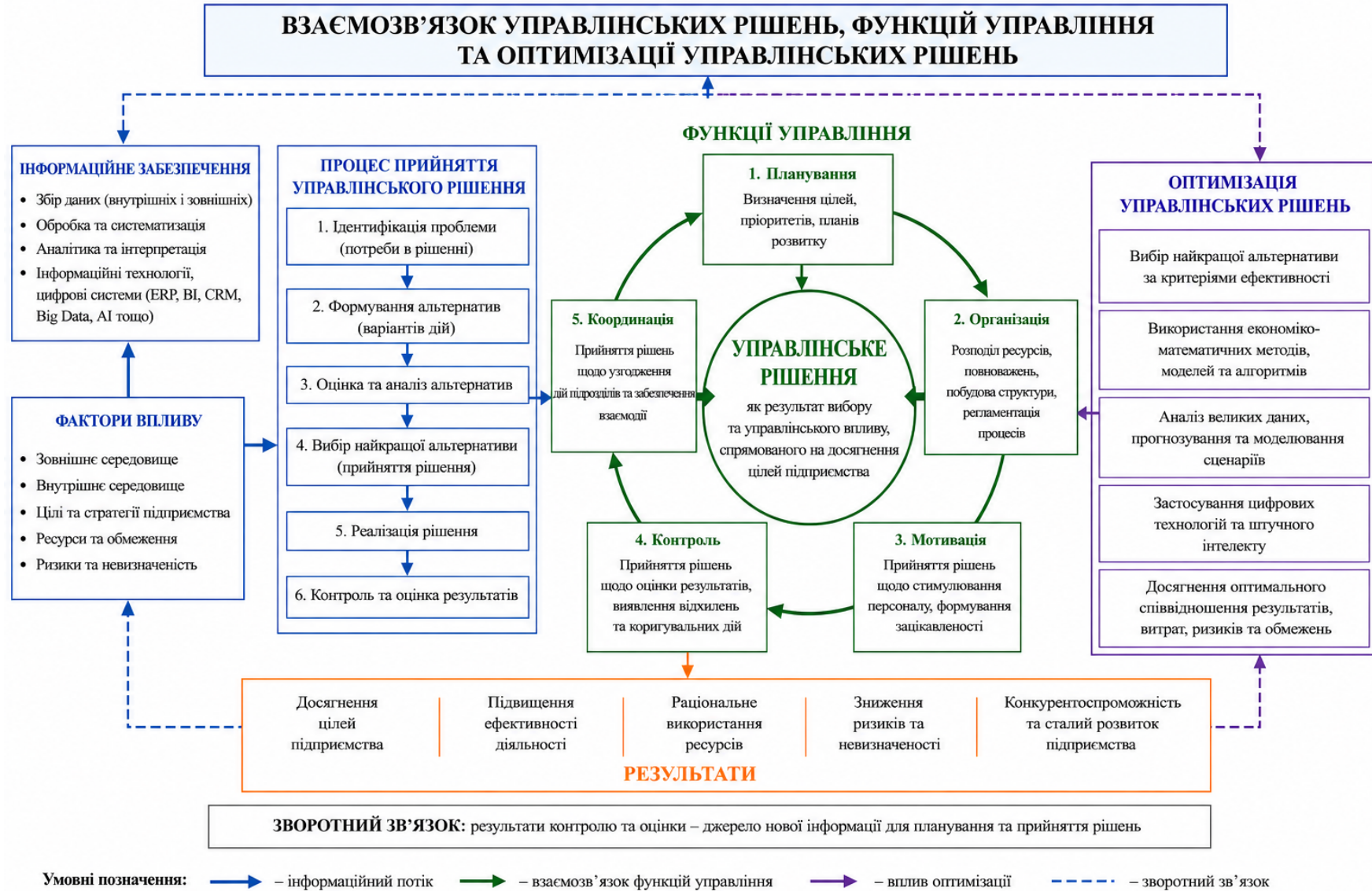


Рис. 1.3. Концептуальна схема взаємозв'язку функцій управління з управлінськими рішеннями і процесами їх оптимізації (запропоновано автором)

На сьогодні інформаційні технології та економіка – дві пов’язані області, які в сукупності дають позитивний економічний ефект та виробничий результат. Цифровізація економіки України - це процес впровадження сучасних цифрових технологій та інновацій в економіку країни з метою покращення її конкурентоспроможності та розвитку [61]. Сучасні інформаційні технології в економіці застосовуються з метою ефективної та оперативної комп’ютерної обробки інформаційних ресурсів за відпрацьованими алгоритмами, зберігання великих обсягів економічно важливої інформації і передачу її на будь-якій відстані в мінімальні терміни. Інформаційні технології в економіці - це комплекс дій над економічною інформацією за допомогою комп’ютерів та іншої техніки з метою отримання позитивного оптимального результату [62].

Інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ, від англ. Information and communications technology, ICT) — часто використовується як синонім до інформаційних технологій (ІТ), хоча ІКТ це загальніший термін, який підкреслює роль уніфікованих технологій та інтеграцію телекомунікацій (телефонних ліній та бездротових з’єднань), комп’ютерів, програмного забезпечення, накопичувальних та аудіовізуальних систем, які дозволяють користувачам створювати, одержувати доступ, зберігати, передавати та змінювати інформацію. Цей термін зазвичай використовується як синонім комп’ютерів і комп’ютерних мереж, але він також охоплює інші технології поширення інформації, такі як телебачення та телефон.

До 1984 року, згідно з National Westminster Bank Quarterly Review, термін «інформаційна технологія» був переосмислений так: «Зближення телекомунікаційних та обчислювальних технологій (...загалом відомих у Великобританії як інформаційні технології). Тоді цей термін з’явився в 1990 році в документах для Міжнародної організації зі стандартизації (ISO) [63]. У своїх працях, зокрема у книгах «Managing in the Next Society» (2002) і «Management Challenges for the 21st Century» (1999), Друкер зазначав, що інформаційні технології є не просто інструментом, а потужним рушієм змін, що змушує компанії переосмислювати бізнес-процеси та підходи до менеджменту [1].

У двадцять першому столітті інновації в технологіях вже зробили революцію у світі, оскільки люди отримали доступ до різних онлайн-сервісів. Це кардинально змінило робочу силу, оскільки разом з Інтернетом у всьому світі також впроваджувалися нові типи технологій, які підвищили ефективність і полегшили роботу в усьому світі. Технології змінювали суспільство, адже виконання мільйонів процесів стали можливими за секунди. Інновації в комунікації також були вирішальними, оскільки люди почали покладатися на комп'ютер для спілкування через телефонні лінії та кабель. Запровадження електронної пошти вважалося революційним, оскільки компанії, розташовані в одній частині світу, отримали можливість оперативно комунікувати електронною поштою з постачальниками й покупцями в інших країнах, координуючи поставки, платежі та сервіс у глобальному масштабі [13; 17–20, 63].

Інформаційні технології — це апаратне (пристрої: ноутбук, телевізор, телефон) та програмне (програми: мобільні додатки, вебсайти) забезпечення, яке використовується для створення, зберігання, передачі, обробки та відображення інформації та даних) [64].

Цифрові технології - це електронні інструменти, пристрої та ресурси , які обробляють генерують або зберігають дані [65]. Відомі приклади: соціальні мережі, ігри, мультимедіа, мобільні телефони, тощо. Цифрові технології спрямовані на опанування новими засобами пошуку, застосування та перероблювання навчальної або наукової інформації, а саме: засобами комп'ютерної техніки, інтернету, аудіо та відеотехніки.

Зважаючи на стрімкий розвиток технологій та їх всебічне використання у різних сферах та галузях, з'явилося чимало визначень поняття «інформаційні технології», які або вирізняють, або ототожнюють дані технології із цифровізацією, інформаційними ресурсами, комунікаційними системами.

Відповідно до державного стандарту ДСТУ 5034:2008, інформаційні технології — це «сукупність методів, процесів і програмно-технічних засобів, об'єднаних у технологічний процес, що забезпечує виконання технологічних операцій над інформацією» [66].

Вітчизняні науковці та управлінці приділяють значну увагу вивченню та впровадженню інформаційних технологій для забезпечення управлінського процесу в онлайн режимі, гнучкості бізнес-процесів і пристосування до складних реалій, та пропонують різні визначення поняття «інформаційні технології (ІТ)» у контексті управління, зокрема з урахуванням специфіки підприємств зв'язку. За визначенням Спіріна О.М «Інформаційні технології — це сукупність методів, засобів і прийомів, що забезпечують збирання, обробку, зберігання, передавання та використання інформації з метою підвищення ефективності діяльності людини в різних сферах суспільного життя» [67]. За думкою Бикова В.Ю. «Інформаційні технології — це сукупність взаємопов'язаних наукових, технологічних і інженерних дисциплін, що вивчають методи ефективного створення, зберігання, обробки та передавання інформації за допомогою комп'ютерних систем» [68]. Обидва визначення акцентують увагу на технічному та функціональному аспектах ІТ, підкреслюють їх інструментальну та операційну природу, однак не враховують специфіки високодинамічного телекомунікаційного середовища.

Пономаренко В.С. акцентував увагу на тому, що для керівників бізнесу становлять інтерес такі складові частини інформаційної системи: інформація, інформаційні технології (процедури обробки інформації), персонал, цілі управління [69]. Визначення Пономаренка варто розглядати як базове для управління, але потребує галузевого розширення для відображення реальних управлінських викликів галузі телекомунікацій, адже управлінські цілі та персонал у телекомунікаціях залежать не лише від інформації, а й від мережевої стійкості, енергорезервування, аварійного реагування, безперервності сервісу.

Савченко Н.М. у роботі «Інформаційні технології як фактор розвитку суб'єкта господарювання» зазначила, що «Інформація є ключовим ресурсом для будь-якого суб'єкта господарювання, адже являється основою прийняття управлінських рішень. ...Нині інформаційні технології та системи виступають складовою інтелектуального потенціалу підприємства, а у структурі зайнятості домінує частка тих видів діяльності, що потребують більш високої кваліфікації та відповідного рівня освіти різних категорій персоналу. У зв'язку з розширенням напрямів та сфер



використання інформаційних технологій в економіці, поширення набули управлінські інформаційні, інтелектуальні системи, системи підтримки прийняття рішень» [70]. Думка Савченко Н.М. підкреслює важливість інформації та ІТ як ресурсу підприємства, але не враховує, що в телекомунікаціях вона є також елементом операційної моделі бізнесу.

Важливість ІТ для підвищення ефективності діяльності підприємств підкреслюють у статті «Інформаційні технології та їх вплив на підвищення ефективності діяльності підприємств малого бізнесу» Пліско І.М., Волот О.І. [71]: «Важливим фактором підвищення ефективності господарської діяльності малих підприємств є підвищення рівня їх управління. Вдосконалення форм управління на малих підприємствах можливе за допомогою застосування сучасних інформаційних технологій, які допомагають найбільш ефективно аналізувати, прогнозувати та реалізовувати управлінські рішення [72].

Однак, ці автори не враховують проблем технічної підтримки, на що вказує у своїй роботі «Інформаційний ресурс – безпосередній продукт інтелектуальної діяльності» Асмолова І.М. [73]: «Інформаційні ресурси є одним із найважливіших елементів ресурсного потенціалу підприємства, що дає змогу забезпечити автоматизацію бізнес-процесів і на цій основі підвищити ефективність та гнучкість управління ним. Проте, обробка значного масиву даних, які формуються у процесі господарської діяльності підприємства, без якісної та своєчасної технологічної підтримки є доволі складним процесом» [74].

Гудзь О.Є., зазначила, що «..одним з найбільш перспективних інструментів для бізнесу вважаються хостингові та „хмарні” технології... Стабільно високий попит на українському ринку на ERP-системи. За оцінками SAP – сегмент (системні програми та продукти) великих компаній насичений цими технологіями тільки на 30%.» [75]. Це означає високий нереалізований потенціал цифровізації, що для телеком-ринку є ключовим фактором конкурентоспроможності.

З огляду на потребу підприємств у підвищенні ефективності управління та розширенні використання інформаційних технологій, ключовим стає усвідомлення ролі управління інформаційними потоками. Такий підхід знаходить відображення у

понятті інформаційного менеджменту, що інтегрує технологічні, організаційні та управлінські рішення щодо роботи з інформацією.

Інформаційний менеджмент — комплекс завдань управління на всіх етапах життєвого циклу підприємства, охоплюючи всі дії та операції, пов'язані як з інформацією в усіх її формах і станах, так і з підприємством у цілому на основі даної інформації [76]. В телекомунікаціях інформаційні процеси є високочастотними, критичними та такими, що потребують рішень у режимі реального часу.

Окремі українські дослідники поряд з терміном «інформаційний менеджмент» не рідко використовують поняття «інформаційні технології управління», підкреслюючи прикладне спрямування ІТ у сфері менеджменту. Зокрема, А. Серант та ін. (2017) пропонують визначення: «інформаційні технології управління – це організована сукупність методів і засобів пошуку, збору, обробки, зберігання, передачі та захисту інформації і знань для вирішення управлінських завдань на базі програмного забезпечення та технічних засобів». Кожна така технологія покликана реалізувати механізм підтримки ухвалення рішень для досягнення оптимальних результатів управління [77]. Таке визначення прямо пов'язує ІТ із процесами прийняття рішень і оптимізацією менеджменту.

У контексті телекомунікацій часто використовується суміжний термін «інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ)», що розширює поняття ІТ за рахунок інтеграції засобів зв'язку. Як зазначає О. Значенко, ІКТ можна визначити як «інформаційні технології на базі персональних комп'ютерів, комп'ютерних мереж і засобів зв'язку» [78]. Такий підхід, підтриманий і іншими науковцями, фактично ототожнює ІКТ із поєднанням обчислювальної техніки і телекомунікацій. Наприклад, Г. Захарова розуміє ІКТ як «сукупність знань про способи та засоби роботи з інформаційними ресурсами, і спосіб та засоби збору, обробки та передавання інформації для набуття нових відомостей про об'єкт» [79]. О. Лосенков визначає ІКТ як «сукупність сучасних електронних технічних засобів і програмного забезпечення, а також організації, форм і методів їх застосування в інформаційній роботі, спрямованій на ефективне використання інформаційних ресурсів у різних

сферах життєдіяльності людей» [80]. В цілому, вітчизняні науковці сходяться на тому, що сучасні ІТ/ІКТ – це комплекс апаратно-програмних засобів, методів і процесів, інтегрованих для роботи з даними та знаннями, необхідними в управлінні, але класичні визначення ІТ не відображають реальних потреб галузі, що вимагає подальшої конкретизації у контексті телекомунікацій.

Крім суто аналітики, впроваджується й штучний інтелект для покращення управління і обслуговування (віртуальні асистенти та чат-боти). Для прикладу — ПрАТ «Київстар» створив власного AI-бота “Зоряна”, який інтегрований в канали обслуговування клієнтів. Інтелектуальний чат-бот “Зоряна” — це віртуальний асистент, що допомагає у вирішенні питань послуг зв’язку, допомагає обрати чи підключити тариф або послугу. Завдяки цьому ІТ-рішенню значна частина типових запитів абонентів обробляється автоматично, без участі живого оператора, що знімає навантаження з кол-центру і прискорює обслуговування [81].

Щоб організація працювала якнайкраще та досягала своїх цілей, необхідно створити бізнес-процеси, які організовують, оптимізують і об’єднують завдання та робочі процеси між відділами та операційними підрозділами [82]. Це вимагає вкладення часу та ресурсів, щоб розробити процеси, які сприятимуть успішній співпраці та комунікації. Однак, коли процес створено, існує ще одна практика, необхідна для безперебійної роботи бізнес-процесів: оптимізація бізнес-процесів.

Оптимізація бізнес-процесів (BPO, Business process optimization) — це практика оптимізації існуючих процесів управління, щоб зробити їх більш ефективними, що, у свою чергу, призводить до більш продуктивних і економічно ефективних процесів. Іншими словами, BPO — це практика, яка покращує процеси, щоб краще використовувати існуючі ресурси [78, 82].

Аналіз наведених визначень показує, що українські дослідники приділяють увагу різним аспектам поняття “інформаційні технології” (рис. 1.4). Технологічний компонент є присутнім майже в кожному визначенні. Це проявляється через згадування про програмно-технічні засоби, обчислювальну техніку, електронні засоби, тощо [83].



Рис. 1.4. Хронологічні етапи формування визначень інформаційних технологій  
(побудовано автором за [61 - 83])

Виходячи з проведеного аналізу автором роботи пропонується власне бачення дефініції “Інформаційні технології”, а саме: *Інформаційні технології* – це комплекс взаємопов’язаних методів, технологій, систем та інструментів, що охоплюють збирання, обробку, зберігання, передачу, захист, аналіз та використання інформації та даних у цифровому середовищі з метою забезпечення ефективності процесів управління, підтримки ухвалення рішень та створення інноваційних напрямів у різних галузях діяльності: штучний інтелект (ШІ), хмарні технології, Інтернет речей (IoT), кібербезпека та блокчейн-технології.

Таким чином, інформаційні технології стали не просто важливим інструментом, а стратегічним ресурсом для забезпечення ефективності управління

підприємствами, особливо в умовах прискореної цифровізації. Аналіз довів, що в умовах цифровізації саме інформаційні технології стають ключовим фактором розвитку підприємств, забезпечуючи ефективність управлінських процесів, гнучкість бізнес-моделей та оперативність реакції на зовнішні виклики.

Утім, особливого значення інформаційні системи та технології набувають у сфері телекомунікацій, де безперервність роботи, оперативний контроль та миттєва обробка великих потоків даних є життєво важливими для ефективності діяльності компаній. Відповідно, виникає потреба детальніше розглянути механізм застосування інформаційних систем і технологій саме у функціонуванні телекомунікаційних підприємств, враховуючи специфіку їхніх операційних процесів, сучасні технологічні спрямування та приклади успішних практик як українських, так і міжнародних операторів зв'язку.

Відповідно, сучасні інформаційні технології є базовою інфраструктурою управлінських процесів, оскільки забезпечують повний цикл роботи з інформацією: її збір, обробку, зберігання та передачу. Це створює умови для прийняття рішень, що базуються на даних, а не на інтуїтивних оцінках. Водночас існуючі підходи до визначення ІТ залишаються надмірно узагальненими, що ускладнює їх прикладну інтерпретацію в управлінському контексті.

Наведені вище наукові підходи (зокрема Спіріна О.М., Пономаренка В.С., Савченко Н.М.) обґрунтовують, що ІТ підвищують ефективність управління через автоматизацію процесів та розширення доступу до інформації. Водночас ефективність управлінських рішень не є прямим наслідком впровадження технологій, оскільки залежить від якості даних, рівня цифрової компетентності персоналу та організаційної культури.

Сучасний розвиток ІТ сприяє переходу до інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень, що змінює роль менеджера від безпосереднього обробника інформації до інтерпретатора аналітичних результатів. Разом із тим недостатньо враховуються ризики надмірної автоматизації та залежності від алгоритмічних моделей. Проте, важливим аспектом є наявність технічних і організаційних обмежень, зокрема необхідність якісної технологічної підтримки та здатність

обробляти великі обсяги даних. За відсутності відповідної інфраструктури ІТ можуть призводити до інформаційного перевантаження та зниження якості управлінських рішень.

Додатково слід підкреслити, що інформаційні технології відіграють ключову роль в оптимізації управлінських рішень шляхом підвищення їхньої обґрунтованості, швидкості та точності. Використання аналітичних платформ, систем бізнес-аналітики (BI) та інструментів обробки великих даних (Big Data) дозволяє керівникам здійснювати багатокритеріальний аналіз альтернатив, моделювати можливі сценарії розвитку подій та оцінювати ризики в режимі реального часу.

Проведений аналіз свідчить, що сучасні інформаційні технології суттєво трансформують процес прийняття управлінських рішень, забезпечуючи його аналітичність, оперативність та технологічну підтримку.

Перейдемо до детального розгляду особливостей механізмів застосування інформаційних систем та технологій саме у функціонуванні телекомунікаційних компаній, аналізує основні операційні процеси і специфіку обробки великих потоків інформації в реальному часі, а також демонструє приклади найкращих практик як на українському, так і на міжнародному ринках.

### **1.3. Особливості застосування інформаційних систем і технологій 5G в оптимізації процесів управління телекомунікаційними підприємствами**

Українські телекомунікаційні підприємства працюють з великими обсягами даних і приділяють значну увагу оперативному контролю своїх мереж та послуг. Вітчизняна телеком-галузь повторює глобальні світові напрямки: від традиційного надання зв'язку як основної послуги вона переходить до нових сервісів, зокрема аналітики на основі Big Data та інших цифрових рішень [83]. В підрозділі проаналізовано ключові операційні процеси українських телекомунікаційних компаній, специфіку обробки великих потоків даних у реальному часі, технології

для оперативного моніторингу й управління, а також розглянуто приклади з досвіду провідних українських операторів у порівнянні з міжнародними практиками (особливо тенденції 2020–2025 років).

У діяльності телекомунікаційних підприємств вагоме місце посідають операційні процеси, які забезпечують стабільну роботу мереж та послуг. Одним із ключових напрямів є обслуговування та управління мережею, що охоплює моніторинг стану обладнання, управління мережевими ресурсами, налаштування нових підключень, а також оперативне виявлення й усунення несправностей. Вказані завдання виконуються за допомогою спеціалізованих операційних підтримуючих систем (Operational Support Systemс, OSS), які інтегруються з бізнес-процесами підприємства та забезпечують швидку реакцію на зміни в мережі [84]. Цей процес генерує великий масив технічних даних (логи обладнання, показники продуктивності тощо) і потребує систем реального часу для швидкого виявлення та вирішення проблем. Злагоджена інтеграція OSS із бізнес-системами дозволяє автоматично передавати важливі дані про мережу до інших підрозділів компанії [84].

Системи білінгу й підтримки бізнес-операцій (Business Support Systemс, BSS) опрацьовують дані про дзвінки, використання інтернет-трафіку, повідомлення та інші послуги для тарифікації абонентів. У великого оператора щодня генеруються мільйони записів про користування (CDR – Call Detail Records), які треба оперативно обробити для точних нарахувань. BSS-системи мають бути надзвичайно масштабованими та гнучкими, щоб впоратися зі стрімким зростанням обсягів даних і появою нових сервісів [84]. Наприклад, запровадження стандарту 4G/5G та вибухове зростання передачі даних вимагають від білінгових платформ високої продуктивності і надійності. Одночасно BSS повинні гарантувати безпеку чутливої інформації абонентів [84], адже обробляють персональні дані мільйонів клієнтів.

Робота з клієнтами (довідкові служби, контакт-центри, онлайн-сервіси) також генерує значні масиви даних – від записів звернень до історії користування послугами. CRM-системи (Customer Relationship Management) акумулюють ці дані,

щоб телеком-компанії могли краще розуміти потреби абонентів і підвищувати рівень обслуговування. Завдяки аналітиці великих даних українські оператори сегментують аудиторію за сотнями параметрів та прогнозують відтік клієнтів. Зокрема, ПрАТ «ВФ Україна» на основі 3000 унікальних показників з білінгу та інших джерел побудував моделі для точного таргетингу і зумів знизити відтік абонентів на 30% [85]. Подібні проекти дозволяють персоналізувати маркетингові кампанії та пропозиції: наприклад, аналіз поведінки клієнтів у реальному часі дає змогу вчасно запропонувати вигідний тариф або додаткову послугу конкретному сегменту споживачів.

Планування та модернізація мережевої інфраструктури (будівництво базових станцій, розширення транспортної мережі, впровадження нових технологій на зразок 4G і 5G) – невід’ємна частина операцій. Цей процес базується на аналізі великих обсягів статистичних даних: географія трафіку, щільність абонентів, навантаження на існуючі вузли тощо. Оператори використовують великі дані і прогностичні моделі, щоб оптимально розміщувати нові базові станції та мережеві ресурси там, де є найбільший попит на послуги. Наприклад, системи аналізу мережевих KPI дозволяють бачити, де падає швидкість чи зростає рівень відмов, і на основі цих даних приймаються рішення про апгрейд обладнання або збільшення пропускної здатності каналів. Також важливою задачею є прогнозування пікових навантажень – завдяки Big Data аналітиці можна спрогнозувати зростання трафіку і завчасно збільшити ємність мережі, уникнувши перевантажень [83, 84].

Сервісна підтримка охоплює контроль за якістю послуг (QoS), реагування на інциденти, технічну підтримку користувачів. Оператори відстежують ключові показники ефективності (KPI) мережі в режимі 24/7 – такі як доступність мережі, рівень успішних з’єднань, швидкість інтернету, затримки, відсоток обривів дзвінків тощо. Спеціалізовані системи збору телеметрії та моніторингу в реальному часі сигналізують про відхилення (наприклад, падіння кількості успішних викликів на певній базовій станції або аномальний сплеск трафіку). Завдяки автоматизованому аналізу поточних даних оператор може миттєво виявити проблему і розпочати її усунення – як-то перевести навантаження на резервне обладнання чи



переналаштувати мережеві параметри, часто ще до того, як це відчують користувачі [86, 87]. Таким чином забезпечується висока якість послуг і оперативне реагування на збої. Особливості механізму застосування, визначення зв'язку між основними процесами управління і технологічними рішеннями (інформаційними системами), які використовуються в телекомунікаційних компаніях, представлено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2

Операційні процеси телекомунікаційних підприємств та відповідні інформаційні системи (систематизовано автором за [83 - 87])

Операційні процеси	Основні завдання	Інформаційні системи та технології
Управління мережею та моніторинг стану обладнання	Виявлення та усунення несправностей, контроль стану обладнання	OSS (Operational Support Systemс), NMC (Network Management Systemс), AI-аналітика
Тарифікація та білінг	Обробка та тарифікація абонентських транзакцій (CDR)	BSS (Business Support Systemс), білінгові платформи
Управління взаємовідносинами з клієнтами	Сегментація, утримання клієнтів, персоналізація пропозицій	CRM-системи, платформи Customer Intelligence, CEM (Customer Experience Management)
Планування та модернізація мережевої інфраструктури	Аналіз навантажень, прогнозування потреб, оптимізація розміщення ресурсів	Big Data-аналітика, прогностичні моделі, системи аналізу KPI
Сервісна підтримка та контроль якості послуг (QoS)	Реагування на інциденти, моніторинг ключових показників ефективності	OSS/NOC-системи, платформи real-time моніторингу (IBM Tivoli, HP OpenView, Zabbix, GenieATM)
Управління потоками даних у реальному часі	Обробка поточкових даних від обладнання і абонентів	Apache Kafka, Apache Flink, Spark Streaming, stream-processing рішення
Кібербезпека та захист мереж	Захист від кіберзагроз (DDoS-атаки, вторгнення)	Інтелектуальні системи моніторингу трафіку (GenieATM), AI-driven рішення з безпеки

Всі ці процеси генерують та споживають великі обсяги даних, починаючи від технічних логів (технічні файли подій в хронологічному порядку) і показників мережі до детальної інформації про кожну транзакцію абонента. Важливо, що дані з різних операційних сфер об'єднуються для отримання цілісного бачення роботи підприємства. Аналіз Big Data охоплює і мережеву продуктивність, і досвід

клієнтів, і бізнес-ефективність. За оцінками, впровадження великих даних може підвищити загальну продуктивність телеком-компанії на ~6% та дати до 2–3% додаткового доходу [86, 87]. Тому українські оператори, як і світові, активно інвестують у Big Data рішення для всіх ключових напрямів – від мережевих операцій до маркетингу й підтримки клієнтів [83, 86].

У діяльності телекомунікаційних підприємств вагоме місце посідають операційні процеси, які забезпечують стабільну роботу мереж та послуг. Одним із ключових напрямів є обслуговування та управління мережею, що охоплює моніторинг стану обладнання, управління мережевими ресурсами, налаштування нових підключень, а також оперативне виявлення й усунення несправностей. Ці завдання реалізуються за допомогою спеціалізованих операційних підтримуючих систем (Operational Support System, OSS), які інтегруються з бізнес-процесами підприємства та забезпечують швидку реакцію на зміни в мережі. Враховуючи, що телекомунікаційні мережі функціонують безперервно, важливою особливістю галузі є здатність оперативно обробляти значні потоки інформації у реальному часі. Від якості та швидкості цієї обробки безпосередньо залежить стабільність зв'язку та рівень обслуговування клієнтів, а дані, що надходять, походять з різноманітних джерел, таких як мережеві логи, показники продуктивності обладнання, а також інформація щодо активності абонентів.

Кожна голосова розмова, SMC чи сесія передачі даних створюють записи про з'єднання. В мережах мобільних операторів щосекунди фіксуються події від тисяч базових станцій та комутаторів – від параметрів радіосигналу до маршрутизації пакетів. Наприклад, під час пікових навантажень обсяг трафіку зростає дуже різко: на початку карантину 2020 року загальний інтернет-трафік на Українській мережі обміну трафіком (UA-IX) збільшився на ~25% практично миттєво [88]. Оператори були змушені негайно задіяти додаткові мережеві потужності, щоб забезпечити підвищене споживання і не допустити погіршення якості зв'язку. Така ситуація демонструє, наскільки важливо в режимі реального часу відстежувати навантаження і динамічно реагувати на його зміни.

Сучасне телеком-обладнання (базові станції, маршрутизатори, комутатори тощо) постійно передає службові дані про свій стан: завантаженість процесора, використання пам'яті, температуру, кількість активних підключень, потужність сигналу, помилки і попередження. Ці machine data надходять у центри моніторингу оператора безперервно. Зібрані в сукупності, вони утворюють потік телеметрії, який потрібно оперативно фільтрувати та аналізувати. Спеціальні системи (NMC – Network Management System) та рішення на базі штучного інтелекту аналізують телеметрію в реальному часі, щоб виявляти аномалії. Приміром, якщо один з вузлів мережі раптом почав передавати незвично великий трафік, система виявить цей аномальний сплеск і сповістить інженерів або автоматично переключить трафік на резервні канали [84]. Виявлення відхилень у потоках даних дозволяє запобігати аваріям (наприклад, прогнозувати вихід з ладу обладнання заздалегідь) та ефективніше боротися з кіберзагрозами (DDoS-атаками, вторгненнями тощо).

Кожна дія клієнта – дзвінок, перевірка балансу, оплата рахунку, перемикання між стільниками при русі – теж генерує дані. Велика кількість таких подій потребує обробки майже миттєво, особливо коли йдеться про ключові сервіси. Наприклад, при безготівковій оплаті мобільним гаманцем запит на транзакцію проходить через білінгову систему в реальному часі, аби одразу зняти кошти і підтвердити платіж. Аналогічно, коли абонент перевищує ліміт трафіку, система має в ту ж секунду змінити його статус (знижити швидкість або нарахувати додаткову плату). Це потребує streaming-архітектури обробки даних, де події обробляються під час надходження, без затримок.

Оператори визначають десятки ключових показників ефективності, які розраховуються на основі поточних даних. До прикладу, коефіцієнт успішності дзвінків (CSSR), середня швидкість завантаження, затримка пакета (latency) – ці метрики оновлюються в режимі онлайн. Системи класу OSS збирають сирі дані (кількість викликів, число обривів, обсяг переданої інформації тощо) і обчислюють KPI щохвилини або навіть щосекунди. Якщо якийсь показник виходить за порогові значення (наприклад, різко зросла затримка в мережі передачі даних або збільшився відсоток недоставлених SMC), автоматично спрацьовують оповіщення. Це

дозволяє команді оператора негайно розпочати діагностику, не чекаючи масових скарг від користувачів [84]. Оперативний контроль KPI також допомагає виявляти тенденції (скажімо, поступове падіння якості у певному регіоні протягом дня) і реагувати проактивно.

Реальний час у телекомі – це визначальний фактор. На відміну від багатьох інших галузей, де дані можна накопичувати і обробляти пачками, телекомунікаційні підприємства не можуть дозволити собі значних затримок. Будь-яка затримка в аналізі даних може призвести до простоїв у мережі або невдоволення тисяч клієнтів. Тому українські телеком-компанії впроваджують сучасні stream processing технології (Apache Kafka, Apache Flink, Spark Streaming тощо) та високопродуктивні апаратно-програмні комплекси, які здатні обробляти мільйони подій за секунду. Як відзначають експерти, інвестиції у Big Data для реального часу окуповуються за рахунок покращення клієнтського досвіду та оптимізації ресурсів мережі [84]. Наприклад, використання інструментів реальної часу дає можливість аналізувати трафік мережі “на льоту”, одразу виявляючи проблеми і прогнозуючи пікові навантаження. Більше того, такі системи відкривають шлях до нових сервісів (як-от тарифи з динамічним ціноутворенням залежно від навантаження мережі або миттєві персональні пропозиції клієнтам за їхньою поточною активністю).

Для успішної роботи з великими даними та забезпечення оперативного управління процесами телекомунікаційні підприємства використовують широкий спектр сучасних технологій та інформаційні системи.

Як зазначено вище, OSS (Operational Support Systemс) та BSS (Business Support Systemс) є “нервовою системою” оператора. Сучасні спрямування – перехід до хмарних і конвергентних OSS/BSS. Хмарні рішення дають кращу масштабованість та гнучкість, дозволяють швидко впроваджувати оновлення [84, 85]. Важлива інтеграція OSS з BSS: тісний обмін даними між мережевими системами і білінгово-CRM платформами забезпечує єдине бачення ситуації в реальному часі по всій компанії [85]. Наприклад, якщо система OSS фіксує збій базової станції, BSS одразу може проінформувати клієнтів через SMC та автоматично перерахувати абонплату за період відсутності зв’язку – все це можливе

завдяки злиттю інформаційних потоків. Серед популярних комерційних рішень для OSS/BSS можна назвати Amdocs, Ericsson, Huawei, ZTE, які впроваджені і в українських операторах (з адаптацією під місцеві вимоги). Останніми роками також зростає ринок Cloud OSS/BSS – все більше операторів розгортають ці системи у хмарі або за моделлю SaaS [85].

В телекомі CRM тісно пов'язана з аналітикою великих даних, адже оператори мають детальну інформацію про поведінку кожного абонента. Сучасні CRM-платформи (наприклад, SAS Customer Intelligence, Terradata, Oracle Siebel CRM тощо) інтегруються з big data сховищами і інструментами машинного навчання. Це дозволяє в режимі реального часу сегментувати клієнтів, прогнозувати відтік, формувати персональні пропозиції. Маркетингова автоматизація на основі даних стала ключовим напрямком: у ПрАТ «ВФ Україна» завдяки впровадженню аналітичної CRM-платформи на базі SAS вдалося прискорити виконання маркетингових кампаній і 20-разово збільшити обсяг таргетованих комунікацій до клієнтів [86]. CRM також використовується для омніканальної підтримки – об'єднання звернень з кол-центру, чатів, соцмереж в єдину систему, де великі дані (наприклад, аналіз тональності звернень, частота скарг) допомагають пріоритезувати та швидко вирішувати проблеми. Новий напрямок – CEM (Customer Experience Management) системи, які в реальному часі моніторять індивідуальний досвід кожного абонента (наприклад, чи були нещодавно збої зв'язку у цього клієнта, чи задоволений він швидкістю інтернету за даними вимірювань) і підказують оператору про необхідність проактивно втрутитися (напр., виправити проблему або запропонувати бонус).

Для оперативного контролю за технічним станом мереж використовуються як традиційні NOC-рішення, так і новітні платформи з елементами AI. У Network Operations Center (NOC) операторів встановлено програмні комплекси, що відслідковують у режимі live тисячі параметрів. Приклади таких систем – IBM Tivoli, HP OpenView, Cisco Prime, а також відкриті платформи на кшталт Zabbix, Nagios. Останнім часом набувають популярності інтелектуальні системи виявлення аномалій. Прецедентом в Україні стало впровадження компанією ПрАТ «Київстар»

рішення GenieATM від Genie Networks: ця система з елементами штучного інтелекту аналізує трафік на магістральних каналах, автоматично розпізнає аномальний трафік (наприклад, ознаки DDoS-атаки) і миттєво реагує – генерує маршрутизуючі правила BGP, які перенаправляють підозрілий трафік на спеціальні «скрабери» чи в ізольований «blackhole» сегмент [88]. Тому відбувається автоматизоване відсічення шкідливого трафіку без втручання людини, що важливо для оперативного захисту мережі. Окрім захисту, системи моніторингу все частіше інтегруються зі службами оркестрації: наприклад, в програмно-конфігурованих мережах (SDN) або мережах 5G ядра, коли спостерігається перевантаження, система моніторингу може автоматично масштабувати ресурси – збільшити пропускну спроможність каналу або виділити додаткові обчислювальні ресурси для віртуалізованих мережевих функцій.

AI/ML все глибше впроваджується у телеком-менеджмент. Внутрішньо оператори використовують ML-моделі для прогнозування несправностей обладнання (predictive maintenance), оптимізації енергоспоживання, динамічного управління трафіком. Великі телеком-групи, як Verizon, запроваджують машинне навчання для автоматизованого аналізу потоків даних та підвищення якості даних, що надходять [84]. Перспективний напрямок – селф-оптимізуючі мережі (SON), де алгоритми AI постійно підлаштовують параметри мережі (мощність сигналу, конфігурацію сот, маршрути трафіку) під поточні умови без участі людини. Наприклад, у мережах 4G/5G AI може автоматично перевести частину частотного спектру від менш завантажених сот до більш завантажених в години пік. Окрема сфера – обробка натуральної мови (NLP) для роботи з клієнтами: українські оператори вже впроваджують чат-боти та голосових помічників на базі AI для первинної обробки звернень, що знижує навантаження на контакт-центри. Світовою тенденцією останніх років є створення AI-driven мереж. Наприклад, французький оператор Orange заявив у 2025 році про розробку «мережевого мозку» на базі AI, прагнучи перетворити мережу на “живий організм” з мінімальною участю людини [89]. Мета – зробити мережу максимально самокерованою, щоб вона динамічно адаптувалася до потреб (скажімо, автоматично конфігурувала slices 5G з потрібними параметрами під кожен запит користувача). Для українських

реалій такі розробки поки нові, але великі оператори стежать за ними і поступово впроваджують окремі елементи (наприклад, елементи AI для оптимізації транспортної мережі).

Економічні та операційні вигоди від впровадження інформаційних систем та технологій у телекомунікаційних підприємствах показано на рис. 1.5. Також з метою систематизації вибору інформаційних систем у роботі запропоновано діагностичну матрицю, яка узгоджує операційний, тактичний і стратегічний рівні управління з функціональними фокусами підприємства: аналітикою, внутрішніми процесами та взаємодією з клієнтами (Додаток А1).

Обробка настільки різнопланових і великих обсягів даних потребує спеціальної інфраструктури зберігання та аналізу (Big Data). Телеком-компанії в Україні протягом останніх ~5–7 років побудували власні data lake та data warehouse. Історично багато операторів (включно з глобальними, як ПрАТ «ВФ Україна» чи AT&T) використовували кластери Hadoop для зберігання неструктурованих даних (логів, CDR, даних від датчиків) та пакетної обробки. Проте з 2020-х років спостерігається міграція до хмарних data lakehouse-рішень, що поєднують переваги озера даних і традиційних СУБД. Наприклад, AT&T у 2020 році розпочала перенесення свого гігантського on-premise Hadoop-озера у хмару Microsoft Azure з використанням платформи Databricks, що дозволило уніфікувати дані і знизити витрати на інфраструктуру [90]. Deutsche Telekom співпрацює з Google Cloud для побудови нової аналітичної платформи: дані з мережі анонімізуються на локальних серверах, після чого комбінуються у Google BigQuery з історичними даними, даючи змогу робити глибоку аналітику та навіть продавати інсайти зовнішнім замовникам [91]. Українські оператори також інвестують у великі сховища: зокрема, ПрАТ «Київстар» (група VEON) ще до війни створив відкриту Big Data платформу для бізнес-клієнтів і паралельно використовує внутрішні data lake для власних задач [88]. ПрАТ «ВФ Україна» після входження в міжнародний холдинг NEQSOL акцентує розвиток хмарних сервісів, IoT та big data-аналітики, вклала рекордні суми в технологічне оновлення мережі за 2019–2024 рр., що заклало основу для впровадження рішень з аналізу великих даних, фінтех-сервісів, AI та хмарних послуг [89].



Рис. 1.5. Економічні та операційні вигоди від впровадження інформаційних систем та технологій у телекомунікаційних підприємствах  
(побудовано автором за [83 - 88])



Для обробки стрімких даних широко застосовується Apache Kafka – як “шина” реального часу, що збирає потоки подій з мережі та передає їх до сховищ чи аналітичних модулів. Зберігання структурованих даних (наприклад, інформації про абонентів, фінансових транзакцій) зазвичай здійснюється у високопродуктивних data warehouse (Oracle, Teradata, Microsoft SQL та ін.), але й вони інтегруються з data lake для спільного аналізу. Таким чином створюється єдина аналітична екосистема, де будь-які дані – від технічних до маркетингових – можуть бути зіставлені між собою для отримання повної картини та прийняття рішень на основі даних.

Відповідно, розглянуті вище аспекти демонструють важливість оперативного управління та обробки великих потоків інформації у реальному часі для ефективного функціонування телекомунікаційних підприємств. Важливість даних та їх швидкого аналізу підтверджується досвідом як українських, так і міжнародних телекомунікаційних операторів. Вони активно впроваджують сучасні інформаційні технології та аналітичні рішення, що дозволяє їм підтримувати високу якість обслуговування та ефективно реагувати на виклики динамічного ринку. Розглянемо детальніше приклади успішних практик українських операторів у порівнянні з міжнародним досвідом.

Українські телеком-компанії активно впроваджують Big Data та новітні системи управління, щоб підвищити ефективність роботи і запропонувати нові послуги. ПрАТ «Київстар», найбільший оператор України, вже кілька років розвиває напрями Big Data, IoT та фінтех. За словами директора з розвитку нових бізнес-напрямків ПрАТ «Київстар», компанія переймає досвід світових лідерів і трансформується з просто телеком-провайдера на постачальника комплексних цифрових сервісів для бізнесу [88]. Внутрішньо компанія використовує аналітику великих даних як для власних потреб, так і для клієнтських сервісів.

Перейдемо до прикладів механізму застосування інформаційних систем і технологій у українських телекомунікаційних підприємствах.

На основі Big Data аналізу поведінки абонентів ПрАТ «Київстар» виділив групу ~120 тисяч користувачів, які часто їздять громадським транспортом, та

націлив на них SMC-кампанію про нову послугу оплати проїзду з мобільного рахунку. За місяць кампанії вдалося охопити всіх цих людей – вони дізналися про можливість не стояти в черзі за квитком і отримати кешбек 20% при оплаті телефоном [88]. У результаті багато хто почав користуватися послугою регулярно, що підтвердило цінність персоналізованої комунікації на базі великих даних. Ще один напрям – монетизація даних: ПрАТ «Київстар» створив платформу Open API, через яку бізнес-клієнти (банки, ритейл тощо) можуть знеособлено використовувати аналітичні дані оператора для своїх продуктів [88]. Наприклад, можна інтегрувати API для перевірки місцеположення абонента (з його згоди) чи для скорингових моделей у фінансових організаціях. На технічному рівні компанія приділяє увагу кібербезпеці та надійності мереж: впроваджене в 2021 році рішення GenieATM, як згадувалося, забезпечує автоматичний моніторинг і миттєву протидію аномаліям трафіку у магістральній інфраструктурі [88]. Це особливо важливо в умовах зростання кібератак та воєнних ризиків – мережа оперативно реагує на нестандартні ситуації без простоїв для абонентів.

ПрАТ «ВФ Україна» (другий за величиною оператор) також зробив ставку на діджиталізацію та big data. Компанія ще у 2019 році відкрила Big Data Lab – освітньо-практичний центр, де навчають аналітиків даних і генерують ідеї використання big data у бізнесі. Попри виклики (в т.ч. воєнні дії), ПрАТ «ВФ Україна» у 2022–2023 випустив уже кілька поколінь спеціалістів Big Data Lab, готуючи кадри як для себе, так і для ринку [92]. Це підкреслює, наскільки стратегічно важливими оператор бачить великі дані. З точки зору впровадження технологій, ПрАТ «ВФ Україна» інтегрував рішення для автоматизації маркетингу на базі штучного інтелекту: використовуються моделі для предиктивної аналітики (хто може відмовитися від послуг, хто схильний до певного тарифу), а також для персоналізації досвіду. За даними компанії SAS, впровадження Customer Intelligence платформи у ПрАТ «ВФ Україна» призвело до значного поліпшення показників: на 30% зменшено відтік клієнтів і на 2% зросли додаткові доходи за рахунок точнішого таргетингу пропозицій [86]. Крім того, ПрАТ «ВФ Україна» одним із перших почав пропонувати бізнес-клієнтам власні Big Data рішення:

наприклад, сервіс Vodafone Analytics для аналізу анонімізованих даних про переміщення та інтереси аудиторій (корисно для рітейлу, девелоперів, маркетингу). У технологічному плані, після придбання компанією NEQSOL, ПрАТ «ВФ Україна» інвестує в хмарні технології: вже запущено декілька продуктів у партнерстві з Microsoft Azure, ведеться побудова хмарної інфраструктури для ІТ-систем оператора. Як зазначено в офіційній інформації, рекордні інвестиції у 2015–2024 роках забезпечили технологічне лідерство ПрАТ «ВФ Україна» у впровадженні 4G, IoT, big data analytics, AI-рішень та хмарних сервісів [92, 93]. Тобто компанія закладає основу, щоб ефективно працювати з великими даними й надалі, особливо напередодні запуску 5G.

ТОВ «Лайфсел» (третій мобільний оператор) хоч і менший за масштабом, проте теж запроваджує big data підходи. У ТОВ «Лайфсел» створено окремий напрям Big Data, який очолює керівник зі спеціальних проєктів, і формується культура data-driven. Оператор активно пропонує бізнес-замовникам сервіси на основі великих даних. Наприклад, ТОВ «Лайфсел» рекламує можливості Big Data аналітики для маркетингу: аналіз великих масивів анонімних даних про поведінку мобільних користувачів дозволяє бізнесу краще розуміти свою аудиторію, виявляти напрямки та вподобання клієнтів [94]. За допомогою цих інструментів можна, зокрема, визначити портрет потенційних клієнтів, таргетувати рекламу на людей з потрібними характеристиками, обирати оптимальні локації для нових торгових точок тощо. У статті за участі команди ТОВ «Лайфсел» наведено кейси, коли використання Big Data даних оператора дало бізнес-замовникам приріст конверсії та продажів [94]. В самому ТОВ «Лайфсел» великі дані застосовуються для підвищення якості мережі: як повідомляли у Turkcell, їхні українські колеги впровадили уніфіковану систему моніторингу радіомережі, яка в реальному часі збирає показники від усіх базових станцій і автоматично оптимізує параметри (алгоритми, запозичені з Turkcell). Також ТОВ «Лайфсел» одним із перших почав впроваджувати рішення self-care з елементами Big Data – мобільний додаток “Мій lifecell” аналізує споживання кожного абонента і персоналізовано підказує йому, який пакет послуг вигідніше підключити, тим самим покращуючи досвід користувача.

В цілому, всі три мобільні оператори України протягом останніх 3–5 років суттєво просунулися в застосуванні великих даних. Це проявляється у: створенні виділених команд та лабораторій Big Data; запуску комерційних data-продуктів для ринку; інтеграції AI/ML для внутрішніх потреб (маркетинг, мережі); модернізації IT-інфраструктури (перехід на хмарні рішення, розгортання data lake). Такий розвиток особливо актуальний з огляду на майбутнє розгортання 5G, яке ще більше збільшить обсяг даних і вимоги до оперативності. Уже зараз українські телеком-фірми демонструють, що можуть на рівні конкурувати за інноваціями з багатьма іноземними колегами, попри економічні та воєнні складнощі.

Глобальні телекомунікаційні компанії задають напрямок впровадження Big Data технологій, і українські оператори загалом рухаються в тому ж руслі. Ось кілька показових міжнародних практик останніх років:

Один з найбільших операторів у світі, AT&T (США) оперує колосальними даними, особливо після впровадження необмежених тарифів 5G. В останні роки AT&T зробила масштабну модернізацію своєї data-інфраструктури: компанія вирішила відмовитися від застарілого Hadoop-середовища і перенести дані в хмарний дата-лейк. У співпраці з Microsoft, AT&T мігрувала сотні сховищ до Azure Databricks, побудувавши lakehouse-платформу для аналітики [92]. Це дозволило уніфікувати дані з різних підрозділів і відкрити доступ до них ширшому колу співробітників, щоб прийняття рішень стало більш data-driven. Також AT&T відома активним використанням AI: за словами головного директора з даних AT&T, штучний інтелект інтегрується “в тканину” всіх бізнес-процесів компанії, від управління мережею до роботи з персоналом [95]. Наприклад, AT&T розробила внутрішню Feature Store – платформу повторного використання ознак для ML-моделей, що пришвидшує запуск AI-рішень на 70% [96]. У мережевій сфері AT&T однією з перших впровадила аналітику трафіку з використанням великих даних для керування маршрутизацією та оптимізації peering – ще у середині 2010-х їхні інженери створили систему ECOMP, яка пізніше перетворилась на відкриту платформу ONAP для автоматизації мереж на основі даних.

Європейський телеком-гігант Deutsche Telekom (Німеччина) демонструє цікавий кейс переходу до хмари заради big data. У 2023 році DT оголосив про співпрацю з Google Cloud, у межах якої будує єдину data-платформу ODE

(Operational Data Ecosystem). Вона включає озеро даних на базі Google Cloud Storage та BigQuery, де поєднуються потокові дані з мережі в реальному часі та історичні дані для глибокого аналізу [93]. Всі дані клієнтів при цьому псевдонімізуються на локальних серверах (через вимоги приватності), і вже знеособлені потоки надходять у хмару для аналізу ML-моделями. Ця платформа дає Deutsche Telekom змогу рухатися у напрямку генеративного AI: компанія заявила, що використовує новітні великі мовні моделі (Google Gemini) для допомоги розробникам і оптимізації кодової бази своїх аналітичних систем [93]. У результаті німецький оператор очікує 20-30-разового прискорення обробки даних порівняно з колишніми системами, що суттєво зекономить кошти і дозволить швидше впроваджувати нові сервіси. Цікавий факт: DT зазначає, що в них понад 30 тисяч активних користувачів даних всередині компанії – від аналітиків до інженерів, і нова екосистема має задовольнити потреби кожного, надаючи гнучкий доступ до різних зрізів даних із дотриманням усіх норм безпеки [93].

Orange (Франція) та Vodafone Group (Великобританія) - ці європейські групи також впроваджують big data на повну. Orange фокусується на автоматизації мереж 5G – розробляє концепцію “network as a brain”, де AI буде центральним елементом управління мережею. СТО Orange Бруно Зеріб заявив у 2025 році, що для масового ринку 5G потрібна динамічна самоналаштовна мережа, “живий організм”, який мінімізує ручне втручання [97]. Orange вже експериментує з системами на кшталт Reinforcement Learning та big data для автоматичного керування мережевими ресурсами в реальному часі: наприклад, їхній підрозділ Orange Silicon Valley розробив платформу «Djingo» – AI-асистент, який базується на аналізі величезних масивів запитань від абонентів і надає їм уніфіковані відповіді. Vodafone Group, що оперує мобільними мережами у понад 20 країнах, інвестує у власні Big Data платформи під назвою Neptune для об’єднання даних всіх операційних компаній. ПрАТ «ВФ Україна» застосовує AI для завдань від оптимізації мереж до антишахрайства. У співпраці з IBM, Vodafone створила хмарну систему для управління гібридними мережами, де аналітика в реальному часі допомагає гарантувати якість сервісів для корпоративних клієнтів (наприклад, у рамках SLA для IoT-рішень). Ще одна цікава практика – монетизація big data: багато міжнародних телеком-груп (Telefónica, Singtel, Verizon) продають знеособлені

аналітичні інсайти стороннім компаніям. Наприклад, американський Sprint свого часу заробив \$10 млн, продаючи агреговані дані про поведінку клієнтів маркетинговим фірмам [84]. Українські оператори також рухаються в цьому напрямку (ПрАТ «Київстар» і ТОВ «Лайфсел» вже пропонують бізнесу аналітику на основі мобільних даних), переймаючи світовий досвід монетизації великих даних.

Отже, управління телекомунікаційною компанією в епоху Big Data – це баланс між обробкою великих обсягів інформації та швидкістю ухвалення управлінських рішень. Сучасні операційні процеси в українських телекомунікаційних компаніях неможливо уявити без систем реального часу, що здійснюють моніторинг мереж та миттєво реагують на зміни, а також без потужних аналітичних платформ, які допомагають перетворювати накопичені дані на дієву інформацію для бізнесу. Активне впровадження Big Data рішень, інтеграція штучного інтелекту та модернізація операційних і бізнес-систем стали невід’ємною частиною стратегії розвитку операторів зв’язку. Українські телекомунікаційні підприємства, незважаючи на всі виклики, відповідають глобальним трендам цифровізації, активно застосовуючи передові інформаційні технології та нарощуючи компетенції персоналу у сфері роботи з даними. Цей стратегічний підхід дозволяє підтримувати високий рівень оперативного контролю над складною мережевою інфраструктурою та гнучко адаптуватися до постійно зростаючих вимог ринку [91].

Проаналізуємо важливі кроки трансформації впровадження мереж п’ятого покоління (5G) бізнес-процесів телекомунікаційних підприємств, які ставлять нові, більш складні завдання перед топ-менеджерами. Ці кроки потребують суттєвої оптимізації існуючих процесів, посилення ролі автоматизації та інтеграції новітніх інформаційних технологій.

Механізм застосування інформаційних систем і технологій в управлінні телекомунікаційними підприємствами — це інтегрована багаторівнева система взаємопов’язаних інформаційних платформ, цифрових технологій та управлінських процедур, що забезпечує безперервне збирання, обробку, аналіз і використання великих обсягів операційних, технічних і клієнтських даних у

режимі реального часу з метою підтримки прийняття управлінських рішень, оптимізації мережевої інфраструктури, підвищення якості послуг та ефективності бізнес-процесів телекомунікаційного підприємства. На нашу думку, ключовою особливістю даного механізму є його наскрізний характер, який охоплює як технічні, так і бізнес-процеси, формуючи єдине інформаційно-аналітичне середовище управління.

Мережі п'ятого покоління (5G) стали революційним кроком у розвитку телекомунікацій, забезпечуючи надвисоку швидкість передачі даних, мінімальні затримки та масове підключення пристроїв [98]. Водночас розгортання та експлуатація 5G-інфраструктури супроводжуються низкою серйозних викликів для операторів зв'язку. Зокрема, компанії мають упоратися із зростаючою складністю мережі (через нові технології, як-от мережева сегментація та Massive MIMO), експоненціальним збільшенням обсягів трафіку, а також підвищеними вимогами споживачів щодо якості послуг [99]. Для ефективного впровадження 5G телекомунікаційні підприємства змушені модернізувати свої інформаційні системи, впроваджувати масштабовані cloud-рішення та автоматизувати процеси управління мережею. Нижче розглянуто ключові аспекти функціонування операторів у цих умовах: робота з великими потоками даних, оперативний контроль мережі, застосування новітніх технологій (OSS/BSS, edge computing, тощо), зміна вимог до процесів, а також реальні приклади впровадження 5G.

У зв'язку з впровадженням мереж 5G різко зростають вимоги до масштабованості інфраструктури, надійності з'єднань та зменшення затримок (рис. 1.6), що визначає необхідність ефективної роботи телекомунікаційних підприємств із великими потоками даних у режимі реального часу. Однією з визначальних рис 5G є різке збільшення обсягів трафіку та кількості підключень. 5G-мережі здатні підтримувати одночасний зв'язок для величезної кількості пристроїв (від датчиків IoT до автономних автомобілів), генеруючи безпрецедентні масиви даних [99].

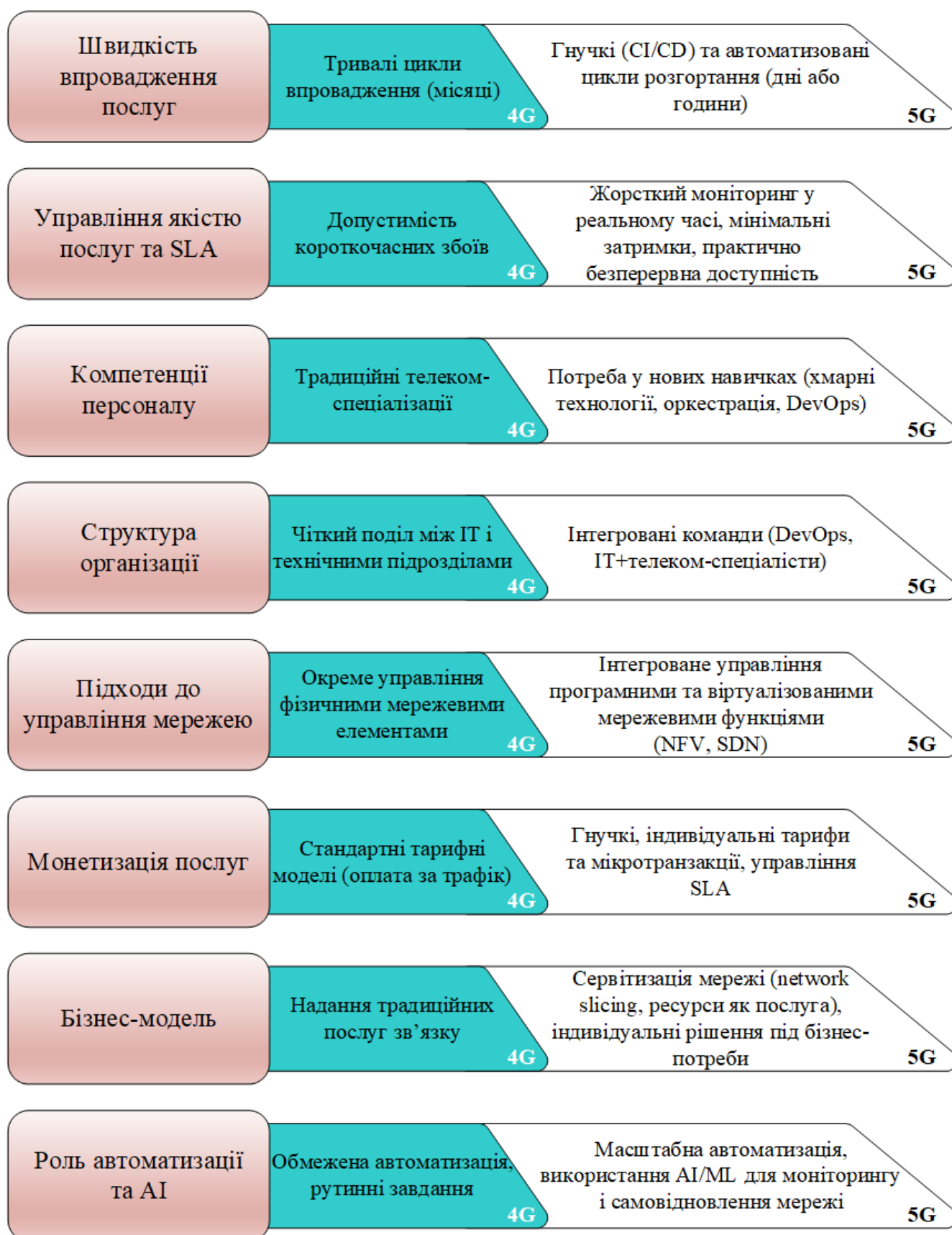


Рис. 1.6. Зміни у внутрішніх процесах телекомунікаційних компаній у зв'язку з переходом на технологію 5G в порівнянні з 4G (побудовано автором за [88 - 101])



Це вимагає від операторів забезпечити надвисоку масштабованість інфраструктури – мережеві ресурси повинні динамічно розширюватись під навантаженням без втрати продуктивності. Традиційні апаратні рішення замінюються віртуалізованими мережевими функціями (Virtualized Network Functions), розгорнутими у хмарі, що дозволяє гнучко нарощувати пропускну здатність і обчислювальні ресурси за потреби [100]. Водночас 5G значно підвищує вимоги до затримки сигналу та надійності з'єднань. На відміну від 4G (де типова затримка становила ~200 мс), у 5G цей показник зменшено до рівня близько 1 мс [99]. Такі ультранизькі затримки важливі для застосувань реального часу – наприклад, дистанційного керування транспортом чи хірургії, які потребують миттєвої реакції мережі. Стандарт 5G передбачає режим URLLC (Ultra-Reliable Low-Latency Communications), здатний забезпечити надійність понад 99,999% та затримки в межах 1 мс для передачі даних, необхідних для ключових сервісів [101].

Досягнення такої якості обслуговування стало можливим завдяки новим технологічним підходам: розподіленій обробці даних на периферії (мультидоступний edge computing), сегментації мережі під різні потреби та вдосконаленим протоколам передачі. Таким чином, з появою 5G телекомунікаційні компанії повинні обробляти значно більші потоки даних у режимі реального часу, забезпечуючи при цьому надмалий latency та практично безвідмовну роботу мережі.

Для забезпечення стабільності роботи 5G-мереж зростає роль оперативного контролю, зокрема постійного моніторингу ключових показників ефективності, динамічного управління навантаженням і суворого дотримання SLA в реальному часі. Інтенсивний трафік і різноманітність сервісів у мережах 5G вимагають від операторів нового рівня оперативного контролю за станом мережі. Якщо в мережах попередніх поколінь можна було обмежитися періодичним моніторингом, то в еру 5G потрібен безперервний нагляд у режимі реального часу. Інформаційні системи оператора (системи управління мережею) повинні відстежувати продуктивність тисяч елементів мережі та сервісних «зрізів» (network slices) одночасно, миттєво реагуючи на відхилення. Зокрема, впроваджується проактивний моніторинг

ключових показників якості (KPI) для кожного сегмента мережі та кожної послуги, аби гарантувати дотримання угод про рівень обслуговування (SLA) [99]. Управління навантаженням у мережі 5G також набуває провідного значення: системи мають динамічно балансувати трафік між сотнями стільників (базових станцій) і мережевими сегментами, запобігаючи перевантаженням. Для цього сучасні платформи управління використовують алгоритми штучного інтелекту, що прогнозують патерни трафіку та оптимально розподіляють ресурси мережі залежно від попиту [99]. Наприклад, якщо один network slice (виділений під відеострімінг) наближається до межі своєї пропускної здатності, система оркестрації може автоматично виділити йому більше ресурсів або перенаправити частину трафіку на інший вузол, щоб зберегти якість сервісу.

Управління збоями (fault management) та забезпечення безперервності послуг в умовах 5G також потребують нових підходів. Традиційні OSS-системи виконували функції реагування на аварії та відмови в мережі (наприклад, спрацьовували сигнали тривоги при виході з ладу обладнання) [101]. Натомість у сучасних 5G-мережах впроваджується концепція самовідновлюваних мереж, коли системи моніторингу не лише фіксують проблеми, а й автоматично вживають заходів для їх усунення. Так звані zero-touch операції означають, що багато процесів управління виконуються без участі людини [99]. Наприклад, при відмові віртуалізованої мережевої функції система оркестрації може автоматично перезапустити її на резервному сервері або переключити трафік на дублюючий модуль, мінімізуючи простої. Штучний інтелект допомагає виявляти аномалії у поведінці мережі та прогнозувати можливі збої – завдяки predictive analytics оператор може отримати попередження про ймовірну деградацію сегменту мережі та провести превентивні роботи [99]. Оперативний контроль 5G-мереж поєднує всебічний моніторинг, інтелектуальне управління навантаженням і автоматизоване усунення несправностей, що разом забезпечує високу надійність і продуктивність мережі згідно з жорсткими вимогами 5G.

Використання мереж 5G потребує від операторів активного впровадження сучасних інформаційних систем та технологій, зокрема OSS/BSS, edge computing,

сегментації мережі (network slicing), хмарних рішень та інструментів на основі штучного інтелекту і машинного навчання.

Для реалізації згаданих вище завдань телекомунікаційні підприємства активно впроваджують низку новітніх інформаційних систем та технологій. Кожна з цих технологій відіграє важливу роль у створенні ефективної інфраструктури 5G та визначає нові стандарти роботи телекомунікаційних підприємств.

Операційні системи підтримки (OSS) та системи підтримки бізнесу (BSS) – це комплекс програмних рішень, що забезпечують управління технічною і бізнес-складовою роботи оператора. OSS відповідають за мережеві процеси: конфігурацію обладнання, моніторинг продуктивності, управління збоями, облік ресурсів тощо [102]. BSS, своєю чергою, підтримують взаємодію з клієнтами і фінансові аспекти: управління тарифами та послугами, білінг, розрахунки з партнерами, CRM-системи [102]. У поколінні 5G роль OSS/BSS суттєво зросла – ці системи стали «мозковим центром» складної хмарної мережі. Сучасні OSS/BSS платформи мають забезпечувати автоматизоване налаштування мережевих слайсів, відстеження SLA кожного слайсу в реальному часі [99], оркестрацію тисяч віртуальних елементів та гнучку тарифікацію нових послуг (наприклад, мікротранзакції за IoT-сенсори або плата за гарантовану затримку) [99]. Вони проектуються за принципами cloud-native (хмарної архітектури) для кращої масштабованості і використовують AI/ML для ухвалення рішень. В результаті, правильно модернізовані OSS/BSS дають змогу операторам одночасно обслуговувати величезну кількість пристроїв та абонентів, зберігаючи ефективність і надійність роботи мережі [102].

Edge Computing (обчислення на периферії мережі) передбачають перенесення частини обчислень та обробки даних з центру мережі (хмарного ядра) ближче до користувача – на мережеву периферію, тобто до базових станцій або локальних вузлів. У контексті 5G edge computing є ключовим для досягнення мінімальних затримок: обробляючи дані «на місці» (наприклад, у межах міської edge-датацентру), оператор може скоротити шлях сигналу і час відгуку сервісу [100]. Це важливо для застосувань на кшталт доповненої реальності, автономного транспорту чи смарт-фабрик, де навіть зайві мілісекунди затримки неприпустимі.

Крім того, edge-вузли дозволяють розвантажити магістральну мережу та центр обробки, попередньо фільтруючи і агрегуючи величезні потоки даних, що генеруються пристроями. Інформаційні системи оператора інтегруються з MEC (Multi-access Edge Computing) платформами, щоб керувати розподіленими обчислювальними ресурсами. За допомогою OSS/BSS здійснюється єдиний контроль як центральних, так і периферійних компонентів: віддалене встановлення функцій на edge-вузли, моніторинг їхньої продуктивності та переміщення робочих навантажень між центром і периферією в залежності від ситуації [100]. Відповідно, edge computing підвищує швидкодію та надійність мереж 5G, дозволяючи ефективно працювати з великими потоками даних на місцях виникнення трафіку.

Network slicing (Сегментація мережі) – це технологія логічного поділу фізичної мережі на ізольовані віртуальні сегменти («слайси»), кожен з яких налаштовується під конкретні потреби або сервіс [101]. У мережах 5G сегментація відіграє вирішальну роль, оскільки дозволяє оператору одночасно обслуговувати дуже різні за вимогами застосування на спільній інфраструктурі. Наприклад, один слайс може бути виділений під massive IoT з великою кількістю пристроїв, але низькими вимогами до пропускну здатності, інший – під eMBB (мобільний широкосмуговий доступ) для забезпечення максимальних швидкостей мобільного інтернету, а третій – під URLLC для сервісів з надвисокою надійністю та мінімальною затримкою [101]. Кожен слайс ізольований і має власні налаштування QoS, безпеки та ресурси. Для телеком-компаній це означає необхідність впровадження складних систем оркестрації, що керують життєвим циклом слайсів: від автоматичного виділення нового слайсу для клієнта до масштабування або видалення слайсу після завершення потреби [99]. OSS-системи нового покоління надають інструменти для динамічної конфігурації слайсів та контролю їх продуктивності. Важливим є і забезпечення end-to-end моніторингу кожного слайсу – від радіомережі до ядра – аби виконувалися гарантовані SLA для цього сегмента [99]. Отже, мережева сегментація в 5G дозволяє операторам гнучко управляти різнорідними сервісами, але потребує розвинених систем управління для підтримання кожного «віртуального» шару мережі.

З огляду на безпрецедентну складність 5G-мереж, оператори дедалі більше покладаються на алгоритми штучного інтелекту та машинного навчання для підтримки операційної діяльності. AI/ML інтегрується в OSS/BSS-рішення, утворюючи так звані self-driving networks. Наприклад, технології ML аналізують великий обсяг телеметрії мережі (дані датчиків, логи, статистику трафіку) та виявляють приховані закономірності, що дозволяє передбачати навантаження або можливі несправності. Predictive maintenance – яскравий кейс: моделі AI можуть завчасно попередити про деградацію базової станції або каналу, спрогнозувавши ймовірність її відмови на основі відхилень показників [99]. Це дає змогу провести обслуговування до того, як станеться аварія, тим самим підвищуючи надійність. Інший напрям – динамічна оптимізація мережі: AI-агенти в режимі реального часу коригують параметри радіопокриття, потужності сигналу, маршрутів трафіку, щоб утримувати мережу в оптимальному стані навіть при різких змінах попиту [99]. Також штучний інтелект застосовується у взаємодії з абонентами – від інтелектуальних ботів служби підтримки до систем рекомендацій персоналізованих послуг на основі аналізу поведінки користувача [99]. У сукупності AI/ML стають невід’ємним компонентом екосистеми 5G, що дозволяє операторам управляти мережею більш автономно, швидко приймати рішення на основі даних і постійно оптимізувати якість сервісів.

Архітектура 5G створена як хмарно-орієнтована і програмно-конфігуровна. Практично всі елементи мережі – від ядра (5G Core) до радіочастотних контролерів – реалізовані у вигляді програмних модулів, що можуть працювати на стандартному серверному обладнанні в датацентрах. Такий підхід, відомий як NFV (Network Functions Virtualization) та SDN (Software-Defined Networking), дає змогу операторам гнучко оновлювати функціонал мережі та масштабувати її, не чекаючи постачання нового обладнання. Наприклад, додавання пропускну здатності або запуск нового сервісу в 5G-Core може бути виконано шляхом розгортання додаткових мікросервісів у хмарі за лічені хвилини [102]. Multicloud-стратегія дозволяє використовувати ресурси кількох хмарних платформ одночасно, гарантуючи відмовостійкість і географічну розподіленість сервісів [102]. Разом з

тим, перехід до хмарних мереж підвищує вимоги до систем управління – необхідно контролювати цілі кластери серверів і контейнерів, стежити за взаємодією мікросервісів та рівнем завантаження в різних cloud-середовищах. Для цього впроваджуються засоби спостереження (observability) за розподіленими системами, що дають повну картину стану мережевих функцій, а також інструменти DevOps для швидкого розгортання змін. В цілому, хмарні та SDN-технології стали фундаментом мереж 5G, забезпечивши потрібну гнучкість і швидкодію процесів, але одночасно зажадали від телеком-компаній опанування нових підходів до управління інфраструктурою.

Впровадження мереж п'ятого покоління суттєво підняло планку вимог до внутрішніх процесів телекомунікаційних компаній. По-перше, 5G змусило операторів прискорити цикли впровадження нових послуг та оновлень мережі – ринок вимагає швидкого запуску 5G-сервісів, і конкурентна перевага належить тим, хто може забезпечити коротший time-to-market. Це стимулювало перехід на гнучкі хмарні платформи та автоматизацію розгортання (CI/CD, zero-touch provisioning), що знижує операційні витрати та ризик людської помилки [99]. По-друге, зріс акцент на надійності та якості обслуговування: якщо раніше короткочасні збої могли бути прийнятними, то в епоху 5G навіть секунди простою неприпустимі для критичних застосувань. Це призвело до впровадження суворішого менеджменту SLA, багаторівневого резервування ресурсів і проактивного моніторингу з використанням AI, щоби підтримувати майже безперервну доступність сервісів [101]. По-третє, значно ускладнилося управління мережевою інфраструктурою – тепер оператори оперують не стільки фізичними об'єктами, скільки програмними контейнерами та віртуальними мережами. Це вимагає нових компетенцій персоналу (хмарні технології, програмування оркестраційних сценаріїв) та перебудови організаційної структури під більш тісну взаємодію IT-фахівців із інженерами зв'язку. Відбувається конвергенція IT і телеком-середовищ: наприклад, в операторах зв'язку з'являються DevOps-команди, що займаються розвитком як мережевих функцій, так і підтримуючих інформаційних систем.

Крім того, 5G розширило межі бізнес-моделі телеком-компаній. З'явилися нові продукти і процеси, пов'язані з сервітизацією мережі – надання мережевих ресурсів «як послуги». Через механізм *network slicing* оператори можуть пропонувати корпоративним клієнтам виділені слайси з гарантованими характеристиками (наприклад, для потреб “розумного” заводу або для провайдера відеострімінгу) і управляти цими слайсами згідно з вимогами клієнта [99]. Це потребує інтеграції процесів взаємодії з замовниками (BSS) із технічним управлінням слайсами (OSS) і чіткого дотримання узгоджених показників. Межа між технічними і бізнес-процесами стає все більш розмитою – технології 5G диктують необхідність цілісного підходу до управління бізнесом оператора, де гнучкість, масштабованість і автоматизація лежать в основі всіх рівнів діяльності. Як зазначається в галузевих оглядах, рух до 5G є складним, але неминучим шляхом трансформації: інвестування в сучасні OSS/BSS-рішення та суміжні технології перетворюється на стратегічну необхідність, щоб задовольнити запити клієнтів і забезпечити сталий розвиток у нову еру зв'язку [99].

Наразі у світі накопичується практичний досвід розгортання 5G і використання його можливостей у різних галузях. Так, у США стартап Holo використовує мережі 5G для дистанційного керування безпілотними автомобілями: оператор фактично “водить” електромобіль, перебуваючи за сотні кілометрів, аби доставити його клієнту [98]. Цей кейс демонструє, як наднизька затримка та висока надійність 5G дозволяють реалізувати сервіс, що раніше був неможливим – реальний транспорт під дистанційним контролем у режимі реального часу. В Японії та Південній Кореї телекомунікаційні підприємства активно впроваджують приватні 5G-мережі на фабриках і в портах: на таких об'єктах роботи та сенсори під'єднані через локальні 5G-слайси, що забезпечують миттєву передачу даних і координовану роботу обладнання безпроводових з'єднань [101]. У результаті вдалося досягти підвищення ефективності виробництва і зменшення простоїв за рахунок оперативного контролю кожної машини в цеху. В сфері Smart City відомий приклад, коли оператор зв'язку розгорнув платформу на базі 5G та сучасного OSS/BSS для керування міськими сервісами (транспорт, електромережі, безпека),

що дозволило знизити операційні витрати на 25% завдяки оптимізації процесів [99]. Інший кейс – впровадження 5G для промислового IoT: одна з компаній, підключивши тисячі датчиків на виробництві до інтелектуальної 5G-мережі, домоглася збільшення продуктивності на 30% та скорочення простоїв обладнання. Ці приклади ілюструють, як поєднання можливостей 5G (висока швидкість, надійність, гнучкість) з сучасними системами управління дозволяє отримати відчутний економічний ефект і створити нові послуги.

Щодо України, впровадження 5G поки перебуває на початковому етапі, але телекомунікаційні підприємства активно готуються до нього. Зокрема, найбільші гравці – Київстар, ПрАТ «ВФ Україна» та ТОВ «Лайфсел» – у 2023–2024 рр. отримали дозвіл на тестування обладнання 5G і проводять перші лабораторні випробування технології [103]. Компанія «Київстар» повідомляла, що до кінця 2024 – початку 2025 року планує розгорнути діючий фрагмент 5G-мережі в тестовому режимі [104]. Для підготовки до масового запуску ПрАТ «Київстар» залучає партнерів з передовим досвідом: так, міжнародний холдинг VEON (власник ПрАТ «Київстар») оголосив про співпрацю з японською компанією Rakuten у сфері віртуалізованих мереж, що має прискорити розбудову технологій 5G в Україні [104]. Це свідчить про намір використати найсучасніші рішення (зокрема, хмарні open RAN-архітектури, розроблені Rakuten) при розгортанні української 5G-мережі. Повномасштабний комерційний запуск 5G в Україні очікується у найближчі роки, після завершення необхідних регуляторних процедур та тендерів на частоти, тому українські телекомунікаційні підприємства вже зараз модернізують свої мережеві та інформаційні системи, щоб бути готовими до нової ери – ери 5G, яка принесе і нові можливості для бізнесу, і нові вимоги до ефективності та інновацій.

Впровадження мереж 5G докорінно змінює управлінські процеси телекомунікаційних підприємств. Ключовими напрямками оптимізації є автоматизація процесів, широке впровадження AI та інтеграція всіх систем управління в єдині рішення реального часу. Українські оператори поступово впроваджують міжнародні практики, що дозволяє їм підвищувати ефективність та зберігати конкурентоспроможність у глобальному масштабі.



Впровадження мереж 5G вносить суттєві корективи у традиційні підходи до менеджменту телекомунікаційних підприємств, визначаючи нові пріоритети та вимоги до оперативності, адаптивності й гнучкості в управлінні.

Оперативність прийняття рішень стає однією з найважливіших характеристик управлінських процесів у зв'язку з тим, що 5G забезпечує швидкість передачі інформації, яка дозволяє реагувати на ситуацію практично в режимі реального часу, та впливає на управлінські сфери (технічний моніторинг, управління якістю послуг, клієнтська підтримка).

Адаптивність до змін набуває особливої ваги через динамічність середовища, яке створює 5G. Підприємства змушені швидко адаптувати свої процеси до нових технологій, сервісів і вимог клієнтів, що передбачає глибоку інтеграцію автоматизації та штучного інтелекту.

Впровадження технологій 5G трансформує управлінські процеси телекомунікаційних підприємств, формуючи нову модель операційного та стратегічного менеджменту, яка базується на високій швидкості обробки даних, глибокій автоматизації та інтеграції інтелектуальних систем. На нашу думку, ключовою особливістю цієї трансформації є перехід від реактивного управління до проактивного та прогностного, що суттєво змінює логіку прийняття рішень. Основними напрямками оптимізації управлінських процесів на основі технологій 5G є автоматизація, управління в реальному часі, інтелектуалізація рішень, децентралізація обчислень та інтеграція управлінських систем.

На нашу думку, 5G не лише підвищує ефективність управління, а й формує принципово нову управлінську парадигму, у якій ключову роль відіграють дані, алгоритми та хмарні платформи. Водночас важливим викликом залишається баланс між технологічною автоматизацією та збереженням управлінського контролю, оскільки надмірна залежність від інтелектуальних систем може знижувати якість стратегічних рішень і гнучкість реагування на нестандартні ситуації.

## Висновки до розділу 1

1. Розкриття сутності та значення інформаційних систем і технологій 5G в управлінні підприємством дозволило виокремити роль технологій 5G і інформаційних систем, і на цій основі сформувавши семантичну схему ідентифікації їх ролі в управлінні підприємством. Встановлено, що синергія 5G та інформаційних систем в управлінні підприємством має трактуватися не як покрокова «інтеграція технологій», а як їх взаємне підсилення, яке змінює архітектуру управління, швидкість прийняття рішень і глибину цифровізації бізнес-процесів.

2. У роботі дістало подальшого розвитку наукове обґрунтування теоретико-методологічних засад використання інформаційних технологій для оптимізації управлінських процесів підприємств. Встановлено, що управлінське рішення доцільно розглядати не лише як акт вибору, а як інтегрований процес, що охоплює ідентифікацію проблеми, аналіз інформації, формування альтернатив, їх оцінювання та подальшу реалізацію. Запропоновано концептуальну схему взаємозв'язку функцій управління з управлінськими рішеннями і процесами їх оптимізації. Обґрунтовано, що оптимізація управлінських рішень має комплексний характер і залежить від рівня організаційної культури, компетенцій персоналу та готовності підприємства до використання інноваційних підходів. У зв'язку з цим інформаційні технології розглянуто не лише як інструмент, а як фактор трансформації управлінської парадигми, що забезпечує підвищення ефективності управління та конкурентоспроможності підприємства в умовах цифрової економіки.

Дістало подальшого розвитку теоретичне обґрунтування рекомендованих інформаційних систем на основі структуризації операційних процесів телекомунікаційних підприємств. Уточнено декомпозицію ключових процесів, до яких віднесено управління мережею та моніторинг обладнання, тарифікацію і білінг, управління взаємовідносинами з клієнтами, планування та модернізацію інфраструктури, сервісну підтримку і контроль якості послуг, управління потоками даних у реальному часі, кібербезпеку та захист мереж.

3. Розвинуто науково-методичний підхід до вибору інформаційних систем на основі діагностичної матриці в залежності від функціонального фокусу (до якого відноситься бізнес-аналітика і планування, внутрішні бізнес-процеси, процеси взаємодії з клієнтами) і рівня управління підприємством (операційний, тактичний стратегічний). Зокрема, встановлено, що найбільш широкі функціональні можливості для інтеграції притаманні ERP-системам і спільним ERP+CRM-системам.

На основі проведених теоретико-методичних досліджень проведено узагальнення змін у внутрішніх бізнес-процесах телекомунікаційних підприємств у зв'язку з переходом на технологію 5G і систематизовано підходи до оптимізації процесів управління телекомунікаційними підприємствами в контексті впровадження мереж п'ятого покоління.

## **РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ АДАПТИВНИХ УПРАВЛІНСЬКИХ ПРОЦЕСІВ ТА ТАРИФІКАЦІЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ПЕРЕХОДУ ДО 5G**

### **2.1. Чинники впливу на процеси управління телекомунікаційними підприємствами в умовах воєнного стану**

Повномасштабна війна, розв'язана РФ проти України в лютому 2022 року, створила безпрецедентні умови для роботи телекомунікаційної галузі України [105]. Телекомунікаційні мережі та інфраструктура стали одними з перших мішеней, адже їх знищення порушує зв'язок, підриває економіку й ускладнює роботу служб надзвичайних ситуацій. За оцінками, з початку вторгнення було зруйновано понад 4000 базових станцій мобільного зв'язку та 60 000 км волоконно-оптичних ліній [106]. Значні втрати спіткали фіксовані мережі: пошкоджено близько 1,7 млн ліній фіксованого зв'язку (в 10 із 24 областей) [107]. Повна оцінка збитків ускладнена триваючими бойовими діями, проте їх орієнтовний обсяг сягає \$2–2,6 млрд [106]. У відповідь держава запровадила воєнний стан і визначила відновлення телеком-інфраструктури одним з пріоритетів, адже зв'язок має ключове значення для економіки та суспільства [107]. Водночас вплив воєнних дій на телекомунікаційну галузь доцільно розглядати не лише через фізичні руйнування інфраструктури, а й через ширший геоекономічний контекст, оскільки глобальні зміни, дефіцит критичних ресурсів, залежність від мікроелектроніки та потреба у регуляторних механізмах безпосередньо впливають на розвиток цифрових технологій і стійкість інформаційно-комунікаційної інфраструктури [108]. Цей аналіз показує чинники впливу, антикризові рішення, трансформацію бізнес-моделей, технологічні та організаційні виклики, а також адаптаційні стратегії українських телекомунікаційних компаній у 2022–2025 роках в умовах воєнного стану.

В умовах повномасштабної війни телекомунікаційна галузь України була змушена переглянути пріоритети свого розвитку, змістивши акценти з активного

впровадження новітніх технологій, таких як 5G, на підтримку життєздатності та відновлення мереж. Ця зміна зумовила ряд ключових векторів розвитку, серед яких значне прискорення цифрової трансформації, суттєві зміни у структурі та динаміці трафіку через масову внутрішню та зовнішню міграцію населення, а також активізацію міжнародної співпраці для забезпечення безперервності зв'язку та підтримки національної телекомунікаційної інфраструктури.

До війни Україна демонструвала високі темпи розвитку телеком-мереж – наприклад, мала найбільше в Європі покриття оптичного інтернету станом на початок 2022 року [107, 109]. Однак повномасштабна агресія суттєво змінила ситуацію: замість впровадження нових технологій галузь зосередилася на збереженні та відновленні існуючих мереж [107, 109]. Розгортання 5G, що планувалося у 2022 році, було відкладено. За словами операторів, війна загальмувала запуск 5G-мереж, і лише у 2024 році розпочнуться пілотні проєкти (у співпраці з військовими), а повноцінний запуск очікується приблизно через 8 місяців після перемоги [106]. Тим не менше, телеком-сектор продовжує модернізацію там, де це можливо: у 2023 році найбільший оператор ПрАТ «Київстар» відновив зв'язок у 190 деокупованих населених пунктах і збудував 1000 нових базових станцій 4G, модернізувавши ще 4000 для підвищення швидкості Інтернету [110]. Загалом покриття 4G досягло 95% населення, що свідчить про стійкість розвитку навіть під час війни [110].

Масова внутрішня та зовнішня міграція українців стала ще одним фактором, що вплинув на телеком-мережі. У перші дні вторгнення навантаження на мережі зросло на 30–50%, місцями досягнувши піків [107, 111]. Мільйони людей переїхали з прифронтових міст до сільської місцевості та західних областей, що змінило географію споживання інтернету. Операторам довелося терміново перепланувати архітектуру мереж: встановлювати додаткове обладнання, розгортати нові базові станції і прокладати оптичні магістралі за новими маршрутами для забезпечення належної пропускної здатності [107, 111]. Одночасно міжнародний роумінг для українців став соціально важливим сервісом: понад 7 млн громадян виїхали за кордон, і європейські оператори спільно з українськими запровадили волонтерську

угоду про доступний або безкоштовний роумінг. Цю ініціативу неодноразово продовжували; станом на липень 2024 року вже п'яте продовження домовленостей гарантує українським біженцям можливість залишатися на зв'язку в ЄС без додаткових тарифів [112]. «У часи війни телефонний зв'язок – це рятівна лінія життя», – наголосила голова Єврокомісії, коментуючи важливість таких заходів [112].

З огляду на наведені вище виклики, пов'язані з руйнуваннями мережевої інфраструктури, масовою міграцією населення та значними витратами на забезпечення автономності роботи обладнання, важливим аспектом оцінки стійкості телекомунікаційної галузі України стає фінансово-економічний аналіз її діяльності. Відповідно, на рис. 2.1 представлено порівняльну динаміку доходів і витрат основних телекомунікаційних компаній за 2021–2024 роки, що дозволяє чітко побачити, як оператори адаптувалися до нових умов, які додаткові витрати були спричинені війною, а також визначити ступінь ефективності управлінських заходів в умовах воєнного стану.

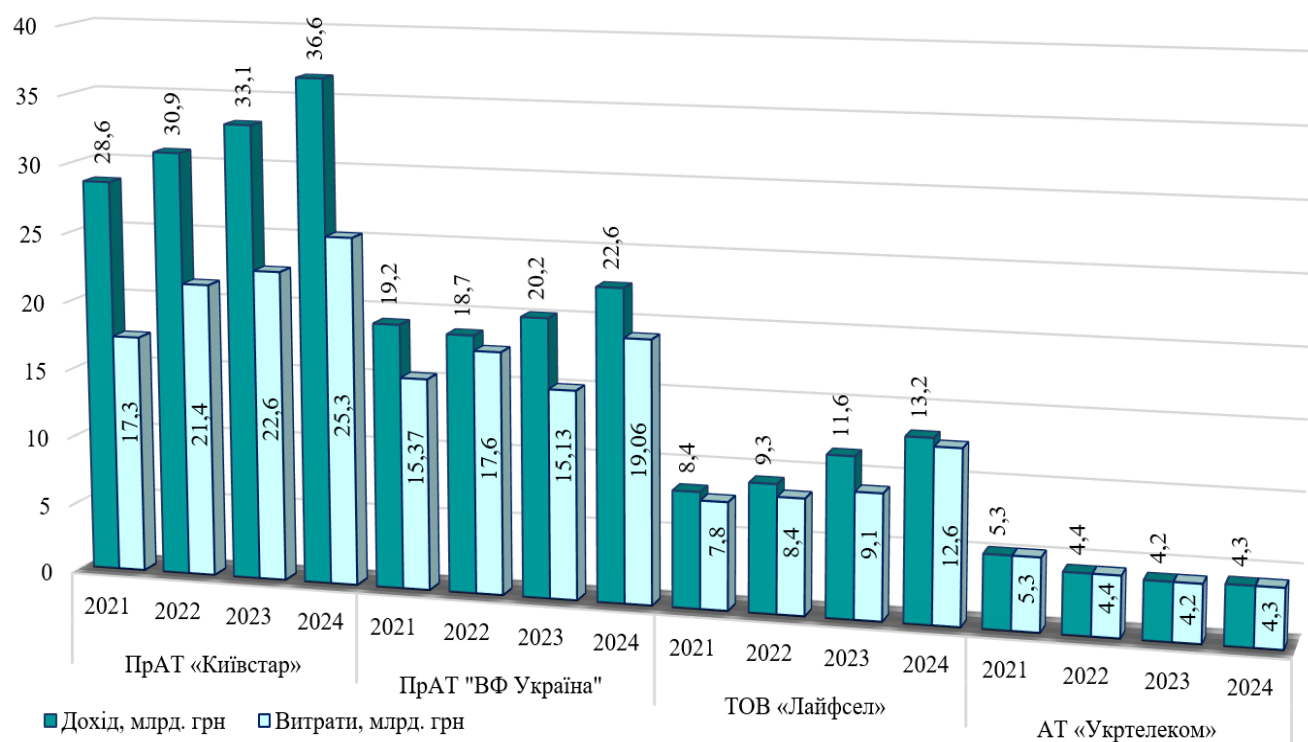


Рис. 2.1. Порівняльна динаміка доходів та витрат основних телекомунікаційних компаній України за 2021–2024 рр. (побудовано автором за [105 - 112])

За даними дослідження телеком-регулятора НКЕК [113] ключовими гравцями телекомунікаційної галузі залишаються ПрАТ «Київстар», ПрАТ «ВФ Україна», ТОВ «Лайфсел» та АТ «Укртелеком». Загальні доходи телеком-індустрії 2024 року становили 109,5 млрд. грн, за цей рік вони збільшилися на 12,3% проти 2023 року. У 2023-му зростання було помітнішим: на 17% порівняно з 2022 роком. У структурі доходів лідирує ринок мобільного зв'язку - 62,6% (68,5 млрд. грн), який зріс на 11,1% 2024 року. 2023 року цей ринок піднявся на 9,8%, 2022 року – тільки на 5,1%. Так індустрія поступово наздоганяє передвоєнну динаміку: тоді вона зростала в середньому на 14% в рік. Витрати у 2022 році суттєво зросли (в середньому більше, ніж на 12% по галузі – до 51,8 млрд. грн в порівнянні з 45,8 млрд. грн попереднього року), що обумовлено воєнними діями, відсутністю стабільного електроживлення у зв'язку з руйнуванням об'єктів енергетичної інфраструктури внаслідок ракетних обстрілів, кібератаками на системи зв'язку. І якщо в 2023 році телеком-оператори змогли зменшити витрати, 2024 рік показав, що нестабільна воєнно-економічна ситуація вимагає подальших управлінських рішень в важких умовах. Телеком-оператори інвестують в технічні модернізації інфраструктури, продовжують впровадження систем для стабільного зв'язку - встановлення генераторів та батарей для автономної роботи обладнання в умовах підвищених навантажень, працюють над викликами кібербезпеки. Ці та інші рішення забезпечують стабільним та надійним зв'язком цивільне населення та військових.

Під загрозою фізичного знищення центрів обробки даних багато організацій і державні установи прискорили перехід до хмарних технологій. Урядовий план відновлення передбачає переведення щонайменше 30% державних ІТ-ресурсів у хмару до 2025 року, щоб забезпечити резервування даних на випадок руйнування локальних серверів [107]. Кінетичні атаки на дата-центри під час війни вже каталізували міграцію даних та застосунків у хмару, причому воєнний досвід довів на практиці надійність хмарних рішень для безперервної роботи критичних систем навіть тоді, коли локальні ЦОДи знищені [114]. Одночасно війна підсвітила значення супутникового зв'язку: Україна оперативно розгорнула мережі на базі терміналів Starlink як резервні канали, щоб підтримувати інтернет-зв'язок у зонах

з пошкодженими наземними мережами [114]. Залежність телекомунікацій від супутникових систем та мобільних джерел живлення стала новим феноменом; попит на високоємні акумулятори та генератори зріс у всьому світі, оскільки їх масово залучають для живлення мереж під час відключень електроенергії [111, 114]. Крім того, телеком-оператори почали ширше використовувати гібридні та мультихмарні рішення, що дозволяють резервувати дані у різних провайдерів і забезпечувати гнучкість мережевої інфраструктури [107]. Відзначається також активний розвиток засобів захисту від DDoS-атак та кіберзагроз, а також впровадження інноваційних технологій (автоматизації, AI/ML) для оптимізації мереж в нових умовах [107].

Війна спричинила безпрецедентну міжнародну солідарність у сфері цифрового розвитку України. Багато країн – членів Міжнародного союзу електрозв'язку (ITU) передали обладнання та допомагають відновлювати українську телеком-інфраструктуру [107]. Неформальна ініціатива Keer Ukraine Connected забезпечила поставки семи партій телеком-обладнання з Європи на суму ~€1,5 млн для оперативного ремонту пошкоджених мереж [107]. Паралельно Україна прискорила регуляторну інтеграцію з ЄС: за підтримки проєкту EU4Digital та Світового банку впроваджуються європейські норми, зокрема наближення до Кодексу електронних комунікацій ЄС [115]. У 2023 році було підписано Меморандум про скасування плати за роумінг з ЄС, а в жовтні 2023-го проведено аукціон нових частот (2100–2600 МГц), який приніс 2,9 млрд грн на підтримку бюджету в воєнний час [115]. Ці кроки не лише демонструють прагнення України до єдиного цифрового ринку з Європою, але й слугують антикризовими заходами – наприклад, швидкий продаж ліцензій дав надходження для фінансування оборони [115].

Відповідаючи на виклики воєнного часу, телекомунікаційні підприємства були змушені швидко адаптувати свої управлінські підходи, реалізуючи комплексні антикризові заходи, спрямовані на забезпечення безперервності зв'язку, оперативне відновлення пошкодженої інфраструктури та ефективну координацію з органами державної влади і між собою. Особлива увага була приділена розвитку гнучких



тарифних моделей, створенню національного роумінгу та іншим ініціативам, що дозволили оперативно стабілізувати ситуацію і зберегти довіру абонентів у найскладніші періоди військового стану.

З перших тижнів війни українські оператори впровадили екстраординарні заходи для підтримки зв'язку. Вже у березні 2022 року три найбільші мобільні провайдери (Київстар, ВФ Україна, Лайфсел) реалізували національний роумінг, що дозволило абонентам автоматично перемикатися на мережу іншого оператора за відсутності сигналу свого – відповідно люди залишалися на зв'язку навіть при відмові окремих фрагментів мережі [115, 116]. Це рішення стало можливим завдяки безпрецедентній співпраці між конкурентами: відомий випадок, коли інженер одного з операторів 10 днів під обстрілами заправляв дизелем базові станції в оточеному Маріуполі і ділився паливом з “колегами-конкурентами” – подібний героїзм надихнув ринок на об'єднання зусиль заради спільної мережевої стійкості [115].

Уряд і бізнес налагодили тісну взаємодію для ремонтів мереж одразу після боїв. Вже в грудні 2022 року Кабмін затвердив План відновлення зв'язку, за яким аварійні бригади операторів виїжджають на щойно деокуповані території одразу слідом за рятувальниками ДСНС [107]. Завдяки цьому протягом 2022–2023 рр. зв'язок відновлено в сотнях звільнених населених пунктів. Оператори зазначають, що подекуди обладнання доводилося відбудовувати вдруге і втретє – через повторні атаки після ремонту [115, 116]. Антикризове управління включало і гнучке тарифне регулювання: на початку вторгнення багато провайдерів скасовували плату за послуги на тимчасово окупованих або прифронтових територіях, надавали безкоштовний трафік для життєво важливих потреб. Наприклад, після потужної кібератаки на мережу ПрАТ «Київстар» у грудні 2023 року компанія звільнила всіх абонентів від абонплати на місяць як компенсацію за збій – цей крок підтримки клієнтів обійшовся приблизно у ₴3,6 млрд (близько \$95 млн) втраченого доходу. Такі заходи лояльності стали частиною кризового менеджменту, спрямованого на збереження довіри споживачів у важкі часи [117, 118].

Управлінські команди телеком-компаній були змушені оперативно перебудувати внутрішні процеси. В умовах постійної загрози було запроваджено цілодобові центри реагування на інциденти, резервні канали комунікації для критичних служб, пріоритетне обслуговування військових та урядових органів зв'язку. Наприклад, кожна четверта кібератака з понад 2000, зафіксованих у 2022 році, була спрямована на органи державної влади [107, 119], тому оператори спільно з Держслужбою спецзв'язку посилили захист урядового сегменту мереж. Антикризове управління включало і адаптацію персоналу: компанії евакуювали офіси з небезпечних зон, налагодили дистанційну роботу частини співробітників, а технічні бригади забезпечили засобами індивідуального захисту та мобільними генераторами для виїздів у поле. Важливу роль відіграла й координація з владою – регулярні наради операторів з Міністерством цифрової трансформації та профільним регулятором [113] дозволяли швидко вирішувати регуляторні проблеми, відхиляти бюрократичні перепони і залучати допомогу міжнародних партнерів.

З огляду на складні економічні умови та посилення технологічних і операційних викликів, викликаних війною, українські телекомунікаційні компанії були змушені переглянути свої бізнес-моделі. Це проявилось у поступовій трансформації стратегічних пріоритетів, консолідації ринку задля зміцнення позицій та диверсифікації портфеля послуг. Зокрема, активізувалося впровадження нових цифрових сервісів, орієнтованих на корпоративних клієнтів і населення, та соціально орієнтованих ініціатив, які підвищили стійкість підприємств в умовах кризи та сформували основу для їхнього подальшого розвитку в повоєнний період.

Війна змусила телекомунікаційні компанії переглянути довгострокові стратегії та шукати нові моделі роботи. Однією з помітних спрямувань стала консолідація та укрупнення бізнесу задля синергії та стійкості. Так, у 2023 році було оголошено масштабне об'єднання мобільного оператора ТОВ «Лайфсел» з провідним оператором фіксованого зв'язку DataGroup-Volia. Угода, підтримана інвестиціями ЄБРР та IFC на \$435 млн, стала найбільшим прямим вкладенням у країну в період війни [112]. Об'єднаний оператор (очолюваний Михайлом Шелембою, экс-СЕО Датагруп) створює конвергентну телеком-платформу, що

обслуговує понад 10 млн клієнтів і є другою за розмірами на ринку [112]. Очікується, що ця інтеграція дасть змогу забезпечити вищу швидкість і якість послуг, ширше покриття, менше енергоспоживання мереж і більшу їхню резервованість – надважливі фактори для роботи в кризових умовах [112]. Конвергенція мобільного і фіксованого бізнесу також дозволяє оптимізувати витрати та об'єднати інфраструктурні ресурси (вежі, транспортні мережі, дата-центри), що підвищує живучість мереж у разі нових ударів [120].

Ще одним напрямом трансформації стало розширення спектру послуг і орієнтація на цифрові рішення. Великі провайдери активніше заходять у суміжні сегменти: хмарні сервіси, центри обробки даних, кібербезпека, інтернет речей. Наприклад, «Укртелеком» (історичний фіксований оператор) у 2023 р. повідомив про зростання доходів на 4,6% завдяки розвитку інтернет-послуг і сервісів передачі даних [121, 122]. Мобільні оператори впроваджують нові тарифні моделі, зокрема гнучкі пакети для вимушених мігрантів і бізнесу, який релокується. Ряд компаній запустили продукти для корпоративних клієнтів з акцентом на резервування зв'язку та безперервність діяльності бізнесу – від захищених VPN і мультихмарних підключень до сервісів супутникового інтернету «під ключ». Такі адаптації допомагають підприємствам залишатися на зв'язку й продовжувати роботу навіть за умов відключень чи втрати наземних мереж.

Варто відзначити і соціальну переорієнтацію бізнес-моделей: на хвилі війни телеком-компанії взяли на себе роль «цифрових волонтерів». Оператори спільно з урядом облаштовували «Пункти Незламності» – спеціальні хаби з безкоштовним Wi-Fi (часто Starlink) та заряджанням, щоб населення могло зв'язатися рідними під час блекаутів [123]. Крім того, за підтримки європейських колег створено тисячі точок Wi-Fi для біженців уздовж транспортних коридорів і у прихистках [124]. Такі ініціативи, хоч і не приносять прямого прибутку, підвищують лояльність клієнтів і зміцнюють бренд, що є інвестицією у майбутнє відновлення ринку. Відповідно, бізнес-моделі українських телеком-підприємств зазнали змін, стаючи більш гнучкими, диверсифікованими та соціально орієнтованими – щоб вижити сьогодні і закласти фундамент розвитку після війни.

Перегляд бізнес-моделей та впровадження нових цифрових сервісів у період війни супроводжувались низкою технологічних та організаційних складнощів. Значні фізичні пошкодження мережевої інфраструктури, перебої з енергопостачанням, масштабні кібератаки, а також регуляторні обмеження та дефіцит кваліфікованих кадрів суттєво ускладнювали діяльність телекомунікаційних компаній [118, 125]. Ці виклики вимагали від керівництва підприємств невідкладних дій щодо адаптації технологічних процесів, забезпечення автономності роботи мереж та підвищення організаційної стійкості в умовах безперервних загроз.

Для більш чіткого розуміння комплексного впливу війни на управлінські процеси телекомунікаційних підприємств України, узагальнено основні чинники, які визначають специфіку функціонування галузі у період воєнного стану. Ці чинники систематизовано у таблиці 2.1, яка дозволяє наочно оцінити масштаби впливу кожного з них на операційну діяльність компаній, їх стратегічні пріоритети, а також необхідність застосування відповідних адаптаційних та антикризових заходів.

Безпрецедентні масштаби руйнувань телеком-інфраструктури стали головним технологічним викликом. На додачу до згаданих тисяч пошкоджених базових станцій та кабельних магістралей, окупанти цілеспрямовано знищували комутаційні вузли, електропідстанції живлення мереж і викрадали обладнання. За свідченнями операторів, в захоплених містах ворог навмисно вимикав антени та нищив електроживлення, щоб позбавити людей зв'язку [106, 114, 126]. Така тактика «цифрового бліцкригу» покликана сіяти паніку і ізоляцію. Телеком-компанії фактично опинилися на передовій і вимушені відновлювати мережі майже військовими методами – мобільними бригадами інженерів, під прикриттям або одразу після зачистки територій. Це потребує значних ресурсів і злагодженості дій, а головне – завчасного резервування першочергових елементів. Як зазначають експерти, для підвищення стійкості необхідно дублювати вузлові магістралі,

забезпечувати альтернативні зовнішні інтернет-канали за кордон, створювати запаси обладнання та каналів живлення на випадок ударів [107]. Війна змусила операторів впровадити ці практики прискорено, аби мінімізувати час простою зв'язку після атак.

Таблиця 2.1

Чинники впливу на процеси управління телекомунікаційних підприємств  
в умовах воєнного стану

(систематизовано автором за [106, 107 – 117, 119, 121, 124, 126, 127])

Чинники впливу	Характеристика та особливості впливу
Фізичні руйнування мережевої інфраструктури	Пошкодження понад 4000 базових станцій і 60 000 км кабельних ліній, що призвело до суттєвих перебоїв зв'язку та значних фінансових витрат на відновлення.
Енергетичні обмеження та блекаут	Необхідність масового використання резервних джерел живлення (акумулятори, генератори) для підтримки роботи мереж в умовах відключень електроенергії.
Масштабні кібератаки	Значне зростання кількості і складності атак, спрямованих на порушення роботи мереж, що потребує високих витрат на кібербезпеку та адаптації до нових загроз.
Внутрішня та зовнішня міграція населення	Зміна структури та географії трафіку через переміщення мільйонів людей, що викликало необхідність швидкої адаптації мережевої архітектури.
Регуляторні та адміністративні обмеження	Високий регуляторний тиск та бюрократичні процедури, що перешкоджають оперативному реагуванню на виклики воєнного часу.
Фінансові та економічні виклики	Втрати доходів через скорочення абонентської бази, зростання витрат на екстрене відновлення та підтримку функціонування мереж.
Соціально-політичні фактори	Необхідність забезпечення безперервності зв'язку для соціальної стабільності та підтримки міжнародних угод щодо роумінгу для біженців.
Консолідація та трансформація бізнес-моделей	Вимушена адаптація бізнес-моделей шляхом укрупнення підприємств та диверсифікації послуг для забезпечення стійкості та розвитку в кризових умовах.
Міжнародна підтримка і співпраця	Активне залучення міжнародних ресурсів, обладнання, фінансування та впровадження спільних регуляторних стандартів з ЄС для підтримки та відновлення галузі.
Гнучкість тарифної політики та клієнтоорієнтованість	Швидке впровадження нових тарифних моделей та гнучких сервісних рішень, що дозволяють підтримувати лояльність клієнтів навіть за умов міграції та війни.

Прицільні удари РФ по енергосистемі восени-взимку 2022–2023 рр. спричинили масштабні блекаут, що стали другим фронтом викликів для телеком-

галузі. Без електрики базові станції та інше обладнання тримаються на батареях лічені години. У відповідь оператори розгорнули безпрецедентні програми з забезпечення резервним живленням. Лайфсел-Datagroup-Volia встановив понад 2000 генераторів та 120 000 літієвих батарей (і планує додатково ще 32 000) на своїх об'єктах, а також вдався до інновацій – використовував електромобілі як мобільні «павербанки» для базових станцій [115]. Середній електрокар має акумулятор ~85 кВт·год, чого достатньо, щоб під'їхати до вимкненої БС і жити її кілька годин [115]. ПрАТ «ВФ Україна» до кінця 2023 року обладнав резервним живленням 100% базових станцій – акумуляторні блоки забезпечують 4–5 годин роботи кожної станції без електрики [127]. ПрАТ «Київстар» заявляє про мету оснастити 70% вузлів фіксованого інтернету джерелами безперебійного живлення [127]. Водночас постала логістична проблема – доставка пального в знеструмлені регіони. На деокупованих територіях важко знайти пальне і людей, що регулярно заправлятимуть генератори [106]. Під час масованих відключень витрати операторів на дизель зросли в рази [106]. Таким чином, енергетичний терор змусив телеком-компанії інвестувати колосальні кошти в автономність мереж – резервне живлення стало питанням виживання бізнесу.

Паралельно з фізичними атаками ведеться і агресія в кіберпросторі. Кібервійська РФ разом із пов'язаними хакерськими групами (наприклад, Sandworm) здійснюють постійні спроби порушити роботу мереж, викрасти дані чи посіяти дезінформацію. За 2022 рік в Україні зафіксовано 2194 кібератаки на державні й приватні ІТ-системи [107], а у 2023-му атаки стали ще масштабнішими та хитрішими. Найбільший приватний телеком-оператор, ПрАТ «Київстар», у грудні 2023 зазнав безпрецедентного кібервторгнення, коли зловмисники одночасно вивели з ладу тисячі віртуальних серверів та робочих станцій, спричинивши дводенний збій для 24 млн користувачів [117]. Ця атака, за оцінками СБУ, мала на меті «катастрофічне знищення» мережевого управління і була спричинена групою Sandworm, пов'язаною з РФ [117]. В цілому, попри шквал атак, українська кібероборона виявилася досить ефективною – багато ударів вдалося нейтралізувати завдяки завчасно побудованій системі кіберзахисту та підтримці західних партнерів

[114]. Проте телеком-компаніям доводиться постійно підвищувати рівень захисту: впроваджувати нові системи моніторингу трафіку, DDoS-фільтрації, резервного копіювання і шифрування даних. Кадрово організаційний аспект теж критичний – потрібні висококваліфіковані фахівці з кібербезпеки, яких в умовах війни бракує. Тому контексті воєнного стану управління телекомунікаційними підприємствами слід розглядати не лише через призму технічної стійкості мереж, а й з урахуванням інформаційної безпеки, суспільної довіри та впливу інформаційної політики на поведінку споживачів і стейкхолдерів. В умовах інформаційної війни та європейської інтеграції України психологічні фактори інформаційної політики безпосередньо пов'язані з національною безпекою, формуванням суспільної довіри та ефективністю управлінських рішень [128]. Кіберзагрози стали постійним тлом діяльності галузі, змушуючи керівників телеком-підприємств приділяти цьому напрямку пріоритетну увагу нарівні з фізичною безпекою мереж.

Війна спричинила і низку організаційних труднощів. З одного боку, держава йде назустріч бізнесу – спрощує дозвільні процедури. Час отримання дозволу на будівництво базової станції скорочено з двох років до шести місяців, а планується зменшити до 1–3 місяців [115]. Це надзвичайно важливо для швидкого розгортання мереж у нових умовах. З іншого боку, оператори відчують надмірний регуляторний тиск: представники галузі скаржаться, що з початком війни телеком став «однією з найбільш зарегульованих індустрій» в Україні [115]. Наприклад, регулятор зобов'язує операторів забезпечувати автономну роботу мереж протягом 72 годин без електрики, що практично неможливо виконати на 100% (адже жодна батарея не тримає так довго) [115]. Подібні вимоги створюють ризик штрафів навіть за об'єктивних форс-мажорів. Також мобілізація і воєнний стан ускладнюють залучення інвестицій та кредитування – компаніям доводиться спиратися на власні ресурси чи міжнародну допомогу. Економічний спад і міграція призвели до скорочення абонентської бази та доходів: у IV кварталі 2023-го ПрАТ «Київстар» відзначив падіння виручки на 3,3% та зменшення кількості абонентів на 3,4% рік до року, що прямо пов'язано з «факторами війни» – виїздом мільйонів користувачів за кордон та окупацією частини територій [111]. У такого роду умовах операторам

доводиться оптимізувати витрати, переносити маркетингові й довгострокові проєкти на майбутнє, фокусуючись на життєзабезпеченні мереж тут і зараз.

Рис. 2.2 чітко ілюструє зміни завантаженості телекомунікаційних мереж у різних регіонах України до війни (2021 рік) і в період активних бойових дій (2022–2023 роки) [129 - 132]. Особливо виразно показано зростання навантаження у західних областях через масову внутрішню міграцію, а також суттєве зниження навантаження у східних і південних регіонах, де відбувалися найінтенсивніші бойові дії. Цей рисунок дає змогу швидко оцінити регіональні зміни у використанні телекомунікаційної інфраструктури в умовах війни.

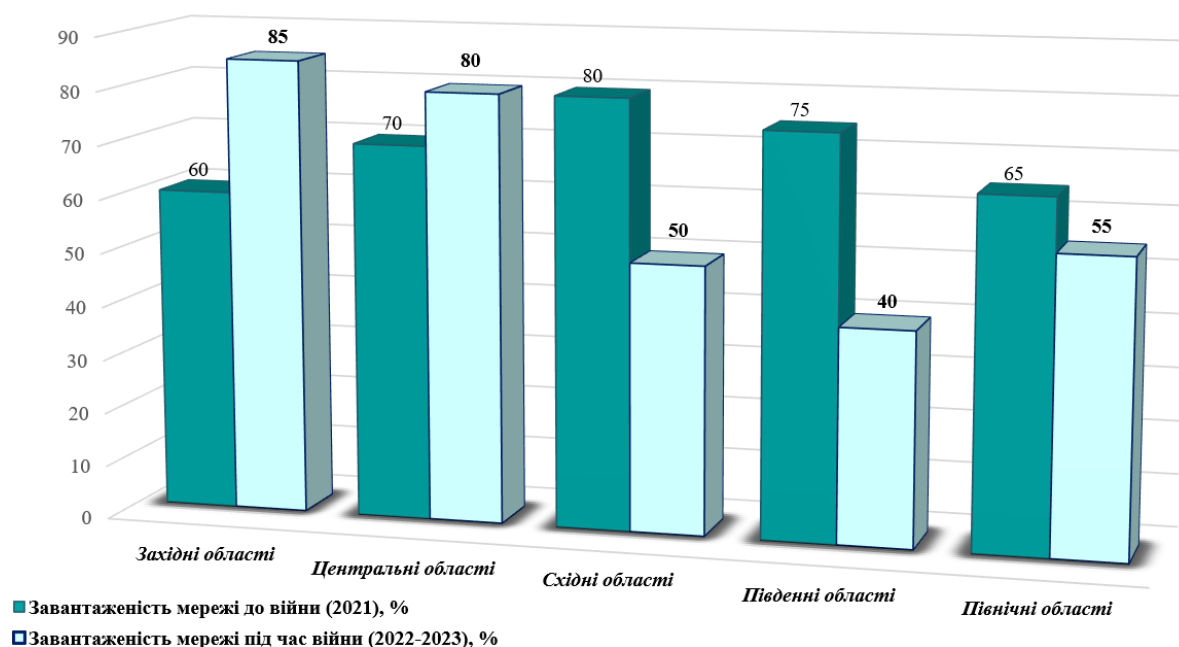


Рис. 2.2. Вплив міграції населення на завантаженість телеком-мереж у різних регіонах України (побудовано автором за [111, 113, 115, 129 - 132])

З огляду на складність технологічних та організаційних викликів, з якими стикнулись телекомунікаційні підприємства України в період воєнного стану, виникла гостра потреба у впровадженні ефективних адаптаційних стратегій. У відповідь на нові реалії компанії розробили та реалізували комплекс заходів, спрямованих на зміцнення інфраструктурної резильєнтності, підвищення енергетичної автономності мереж, посилення кібербезпеки та впровадження



гнучких підходів до управління. Завдяки цим стратегіям підприємства змогли зберегти операційну стійкість, забезпечити надійний зв'язок для користувачів і підготувати фундамент для післявоєнного розвитку. Незважаючи на колосальні виклики, українські телеком-підприємства продемонстрували високу адаптивність, впровадивши низку стратегій для забезпечення стійкості та розвитку в умовах війни.

Ключові адаптаційні заходи включають:

– Інфраструктурна резильєнтність і резервування. Оператори масово реалізували принцип N+1 в інфраструктурі: створення дублюючих каналів зв'язку (альтернативні магістралі передачі даних через сусідні країни, супутникові канали), встановлення резервних вузлів комутації поза межами зон ризику, закупівля запасних партій обладнання. Так, вже згадана інтеграція ТОВ «Лайфсел» та DataGroup дозволяє об'єднати мережі, додавши одна одній резерву і пропускну спроможності [133]. Держава підтримала ці зусилля, знявши деякі бюрократичні бар'єри для будівництва нових ліній і щогл (наприклад, спрощено відведення земельних ділянок під вежі). У стратегічному вимірі, уряд і бізнес закладають підвалини для повоєнної реконструкції на принципах “build back better” – відбудова мереж відбувається з використанням сучасніших технологій, ніж були зруйновані (наприклад, замість мідних ліній одразу тягнуть оптику, готуючи ґрунт для майбутнього 5G) [133].

– Енергетична автономність мереж. Як відповідь на загрозу блекаутів сформовано цілу екосистему рішень: від придбання десятків тисяч акумуляторів підвищеної ємності (Li-Ion батареї, які краще переносять глибокий розряд) до розгортання власних або орендованих паливних електрогенераторів на вузлових об'єктах. Оператори обмінюються досвідом оптимізації: споруджують міні-газові когенераційні установки для живлення дата-центрів, переобладнують частину дизель-генераторів на зріджений газ, щоб зменшити залежність від дефіцитного дизпалива. Вражаючим кейсом є використання електромобілів як мобільних джерел живлення, що дозволяє гнучко закривати “прогалини” під час локальних відключень [115]. Крім того, компанії проаналізували вразливість енергомереж і

тісно співпрацюють з обленерго щодо пріоритетності живлення об'єктів зв'язку, а також впроваджують системи віддаленого моніторингу енергоспоживання, щоби вчасно реагувати на аварії.

– Посилення кіберстійкості. На тлі зростання кіберзагроз телекомунікаційні підприємства України переймають підходи «кібергігієни» та Zero Trust: сегментують свої мережі, ізолюють критичні системи, впроваджують багаторівневу автентифікацію для адміністраторів. Інвестиції у Security Operation Center (SOC) окуповуються здатністю швидко виявляти аномалії трафіку та реагувати до того, як атаки завдадуть непоправної шкоди. Важливою стратегією стало і міжнародне партнерство у кібербезпеці – обмін інформацією про загрози з глобальними технологічними компаніями. Як показує досвід, союзники (як-от Microsoft, ESET, Cisco) допомогли нейтралізувати багато атак ще на підльоті, а глобальні IT-гіганти зайняли безпрецедентну позицію: цифрова блокада проти рф (відключення російських користувачів від хмарних сервісів, оновлень тощо) і водночас цифрова підтримка України, що формує новий ландшафт цифрового суверенітету [114]. Уроки війни вже лягли в основу оновлених стратегій кіберзахисту телеком-компаній, де пріоритетом є побудова розподілених і захищених хмарних інфраструктур замість уразливих єдиних дата-центрів.

– Гнучкість тарифів і клієнтоорієнтованість. В умовах війни телеком-бізнеси впровадили нові підходи до роботи з клієнтами. З'явилися «воєнні» тарифні плани – з паузою оплат для абонентів на окупованих територіях, з бонусними гігабайтами для користувачів у зоні активних бойових дій, зі спеціальними умовами для військовослужбовців (наприклад, безкоштовні SIM для фронту, тариф з необмеженим месенджингом). Оператори також спростили процедури: ввели дистанційне підключення eSIM, онлайн-підтвердження особи замість фізичної присутності, щоб абоненти могли отримати послуги навіть перебуваючи далеко від офісів [127]. Для бізнес-клієнтів з'явилися пропозиції «зв'язок як сервіс» – комплексні пакети, що включають мобільний зв'язок, інтернет, хмарні сховища і захищений корпоративний VPN, які легко масштабувати або тимчасово призупиняти залежно від ситуації. Така клієнтоорієнтована гнучкість підвищує

лояльність і дозволяє утримати абонентську базу, попри міграцію та економічні труднощі.

– Координація з державою та міжнародні проєкти. Стратегії адаптації включають активну участь телеком-бізнесу в національних ініціативах. Представники галузі входять до робочих груп з цифрового відновлення України, співпрацюють з профільними міністерствами у проєктах типу «Інтернет-субвенція» (державна допомога провайдерам для відновлення мереж у селах). Як вже згадувалося, оператори спільно з ЄС реалізують програми «роумінг як вдома» та розвитку широкосмугового доступу у віддалених районах [115]. Міжнародні фінансові організації (ЄБРР, Світовий банк) підтримують галузь кредитуванням і інвестиціями, визнаючи її ключову роль. Наприклад, інвестиція \$435 млн у консолідовану компанію Лайфсел - Datagroup у 2024 р. була спрямована не лише на комерційний розвиток, а й на підвищення стійкості національної цифрової інфраструктури [112]. Галузеві об'єднання (як-от Інтернет Асоціація України) координують обмін досвідом між операторами щодо роботи в умовах війни, проводять тренінги з кризового менеджменту. Завдяки цьому виробляється «колективний імунітет» телеком-ринку – спільне розуміння оптимальних практик, що допомагає всім гравцям проходити через випробування з меншими втратами.

Наукові та аналітичні джерела 2022–2025 років одностайно свідчать, що телекомунікаційний сектор України, зіткнувшись із реаліями воєнного стану, виявив надзвичайну стійкість та інноваційність в управлінні. Ключові напрями включають вимушену переорієнтацію з експансії на забезпечення стійкості, прискорення цифрової трансформації (міграція в хмару, використання супутникових технологій), тіснішу інтеграцію з міжнародним цифровим простором та підвищену увагу до кібербезпеки. Антикризове управління в галузі характеризується швидкими узгодженими рішеннями – від національного роумінгу та екстреного відновлення мереж до гнучкої тарифної політики і партнерства між конкурентами заради спільної мети. Бізнес-моделі трансформуються в бік консолідації та диверсифікації послуг, закладаючи фундамент для повоєнного відродження телеком-ринку на нових засадах.

Війна поставила перед телеком-підприємствами безпрецедентні технологічні та організаційні виклики – фізичне руйнування інфраструктури, перебої з енергопостачанням, масові кібератаки, регуляторні та фінансові обмеження. Проте досвід 2022–2025 рр. показав, що завдяки проактивним адаптаційним стратегіям галузь не лише вистояла, а й продовжує розвиватись. Впровадження резервних рішень, автономних джерел живлення, нових кіберзахисних технологій, клієнтоорієнтованих продуктів і тісної співпраці з державою та міжнародними партнерами – все це допомогло зберегти функціонування телеком-мереж навіть у найважчі моменти. Як підкреслюють аналітики, український телеком-сектор став «цифровим фронтом», який витримав удари і тепер відіграє важливу роль у наближенні перемоги та забезпеченні національної стійкості. Отримані уроки кризового управління у цій галузі стануть безцінними для післявоєнної відбудови та розвитку критичної інфраструктури не лише в Україні, а й у світі, що шукає шляхи захисту зв'язку в умовах новітніх загроз.

Разом з тим, цей досвід сформував основу для подальшого розвитку галузі, зокрема у контексті активізації переходу до нових стандартів зв'язку. В наступному підрозділі буде проведено детальний аналіз організаційно-технологічних аспектів управління телекомунікаційними підприємствами України в умовах впровадження технології 5G, яка є ключовою для відновлення та довгострокової конкурентоспроможності галузі.

## **2.2. Аналіз організаційно-технологічних аспектів управління телекомунікаційними підприємствами України в умовах переходу до 5G**

У сучасних умовах діяльності телекомунікаційних підприємств, особливо в період кризових ситуацій, війни чи масштабних технологічних змін (наприклад, перехід до мереж нового покоління 5G), питання оптимізації систем управління набуває особливої актуальності.

Аналіз і системна оптимізація управлінських процесів дозволяють телекомунікаційним підприємствам ефективніше функціонувати в складних умовах сучасного економічного та технологічного середовища, в тому числі забезпечувати безперервність зв'язку та стабільність роботи інфраструктури, швидко реагувати на зміни зовнішнього середовища, підвищувати ефективність використання ресурсів підприємств, скорочувати витрати при одночасному підвищенні якості послуг.

Узагальнення зазначених аспектів дає підстави стверджувати, що результативність функціонування телекомунікаційних підприємств у сучасних умовах визначається комплексною взаємодією організаційних, технологічних та управлінських чинників. Відтак, для забезпечення стійкості й адаптивності підприємств особливого значення набуває формування ефективної системи управління, здатної інтегрувати механізми оперативного реагування, стратегічного планування та технологічних інновацій. З огляду на це, подальший аналіз зосереджується на розкритті структурно-функціональних характеристик організаційних моделей телекомунікаційних підприємств, визначенні їх ключових елементів та дослідженні специфіки їх взаємодії, що створює підґрунтя для формування наступних тверджень і аналітичних узагальнень.

Організаційні структури управління телекомунікаційних підприємств України характеризуються високим ступенем централізації та ієрархічності, що зумовлено специфікою діяльності галузі, необхідністю оперативного прийняття рішень і жорстким контролем якості послуг. Типовими для телекомунікаційних компаній є лінійно-функціональні структури, які дозволяють чітко визначити зони відповідальності та повноважень, забезпечуючи ефективний контроль за технологічними процесами [134].

На верхньому рівні таких структур, як правило, розташовується правління або рада директорів, які визначають стратегічні напрями розвитку та ухвалюють ключові управлінські рішення. Виконавчі функції, включаючи поточне управління, покладаються на генерального директора (CEO), якому безпосередньо підпорядковані керівники функціональних та структурних підрозділів:

комерційний директор, технічний директор, фінансовий директор, директор з інформаційних технологій тощо [135].

Ключовою особливістю є наявність чітко виражених функціональних підрозділів, серед яких виділяють [135, 136]:

- Технічний департамент, відповідальний за підтримку та розвиток мережевої інфраструктури, експлуатацію обладнання та оперативне реагування на аварійні ситуації.

- Комерційний департамент, який займається маркетингом, продажами, клієнтським сервісом, розробкою тарифних планів та стратегією залучення і утримання клієнтів.

- Фінансовий департамент, що здійснює бюджетування, планування фінансових потоків, управління витратами, інвестиціями та ризиками.

- IT-департамент, який забезпечує інформаційну підтримку бізнес-процесів, автоматизацію управлінських функцій та впровадження сучасних технологічних рішень.

У великих телекомунікаційних підприємствах (наприклад, «Київстар», «ВФ Україна», ТОВ «Лайфсел», «Укртелеком») часто застосовується дивізійна структура управління, яка передбачає поділ підприємства на регіональні філії або дивізіони. Це дає можливість адаптувати управлінські рішення до особливостей локальних ринків, оперативно реагувати на зміни попиту та специфіку регіональної інфраструктури [137]. При цьому центральний офіс зберігає стратегічний контроль, визначаючи загальну політику, стандарти якості послуг та єдині технологічні вимоги.

В умовах швидкої цифровізації та необхідності постійних інновацій у галузі починають використовуватися більш гнучкі моделі управління, такі як матрична та проектна структури. Матричні структури дозволяють одночасно реалізовувати декілька проектів, залучаючи ресурси різних підрозділів, що сприяє більшій гнучкості та швидкості впровадження нових продуктів і технологій. Проектна структура переважно застосовується для реалізації інноваційних проектів, зокрема

пов'язаних з переходом на технології наступних поколінь зв'язку (наприклад, 5G, IoT-рішення тощо) [138].

Організаційні структури управління телекомунікаційних підприємств України мають гібридний характер, поєднуючи традиційні ієрархічні моделі з елементами гнучких структур, що дозволяє ефективно відповідати як на довгострокові виклики галузі, так і на короткострокові кризові ситуації, зокрема в умовах воєнного стану чи технологічних змін.

Сучасні телекомунікаційні підприємства України активно використовують інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ), що є ключовим елементом забезпечення ефективності управлінських процесів та підтримки діяльності складних організаційних структур, описаних вище. Застосування ІКТ охоплює як технічну підтримку роботи мереж, так і автоматизацію внутрішніх бізнес-процесів, ухвалення рішень, взаємодію із клієнтами та партнерами.

Основними категоріями ІКТ, які застосовуються в управлінні українськими телекомунікаційними підприємствами, є:

1. Корпоративні інформаційні системи (ERP, CRM, Billing-системи). Системи класу ERP (Enterprise Resource Planning) використовуються для інтеграції й автоматизації основних бізнес-процесів: планування, бюджетування, управління запасами та персоналом [26]. CRM (Customer Relationship Management) системи підтримують управління відносинами з клієнтами, автоматизуючи процеси продажів, маркетингу та підтримки клієнтів [37]. Особливої важливості набувають білінгові системи, що відповідають за точність і прозорість тарифікації, розрахунки за послуги, особливо в умовах складних умов експлуатації мереж (наприклад, через воєнний стан).

2. Інтегровані системи моніторингу та управління мережами. Для підтримки стабільної роботи телекомунікаційних мереж компанії використовують спеціалізовані системи мережевого моніторингу та контролю (наприклад, OSS – Operations Support Systems) [84]. Ці рішення дозволяють у реальному часі відслідковувати стан мережі, швидко реагувати на інциденти та ефективно розподіляти ресурси. Такі системи життєво важливі у випадку кризових ситуацій,

зокрема під час воєнного стану, коли мережа зазнає значних пошкоджень і потребує негайного відновлення.

3. Хмарні технології та дата-центри. Значна частина українських операторів активно впроваджує хмарні технології (cloud computing) для зберігання й обробки даних, а також підтримки інформаційних систем. Використання хмарних рішень забезпечує додаткову гнучкість та відмовостійкість бізнес-процесів, що особливо актуально в умовах нестабільного середовища [13, 100]. Крім того, оператори активно розгортають власні дата-центри, які дозволяють централізовано зберігати й обробляти великі обсяги інформації та забезпечують високий рівень кібербезпеки.

4. Інструменти для дистанційного управління та роботи в умовах кризи. У контексті воєнних дій та інших кризових ситуацій українські телекомунікаційні підприємства активно використовують рішення для дистанційного управління та комунікації (наприклад, MS Teams, Google Meet, Zoom), що забезпечують оперативну взаємодію між структурними підрозділами та співробітниками незалежно від їх фізичного місцезнаходження [139]. В умовах динамічного зовнішнього середовища такі технології є необхідним елементом підтримки безперервності бізнесу та координації антикризових заходів.

5. Технології аналітики великих даних (Big Data) та штучного інтелекту (AI). Для підвищення ефективності управлінських процесів телекомунікаційні підприємства України активно впроваджують технології Big Data [83], що дозволяють аналізувати величезні обсяги даних клієнтів і трафіку з метою прогнозування попиту, оптимізації мережевих ресурсів, а також персоналізації сервісів. Штучний інтелект (AI) та машинне навчання застосовуються для автоматизації процесів ухвалення управлінських рішень, оперативного реагування на інциденти, прогнозування аварій та запобігання технічним проблемам [140].

Інформаційно-комунікаційні технології відіграють ключову роль у підтримці й оптимізації управлінських процесів українських телекомунікаційних підприємств. Їх використання дозволяє компаніям швидко адаптуватися до змін зовнішнього середовища, ефективно координувати діяльність різних структурних



підрозділів та забезпечувати стабільність роботи в умовах кризи чи воєнного стану, що узгоджується з особливостями та завданнями організаційних структур управління, описаними у попередньому підрозділі дисертації [6, 12, 134, 136].

Процеси ухвалення управлінських рішень у телекомунікаційних підприємствах України характеризуються високою системністю, використанням сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, а також чіткою регламентацією повноважень та відповідальності. В умовах динамічних змін, пов'язаних з кризами, технологічними трансформаціями або воєнним станом, такі підприємства покладаються на структуровані та водночас гнучкі підходи до прийняття рішень [29, 30, 118, 136, 139].

Типовий процес ухвалення управлінських рішень включає такі ключові етапи:

Ідентифікація проблеми або завдання. На цьому етапі визначаються поточні проблеми, проблемні ситуації чи стратегічні завдання. Це може здійснюватися через моніторинг показників діяльності, аналіз даних мережевої інфраструктури та вивчення інформації, отриманої від клієнтів. Інформаційно-комунікаційні технології, такі як Big Data-аналітика та моніторингові системи, забезпечують оперативність і точність виявлення актуальних завдань і проблемних ситуацій [42, 43, 86].

Збір та аналіз інформації. Після ідентифікації проблеми відповідні функціональні підрозділи (технічні, фінансові, комерційні) проводять детальний аналіз ситуації з використанням корпоративних інформаційних систем (ERP, CRM, білінгових систем), а також інструментів машинного навчання та прогнозної аналітики. Цей етап передбачає оцінювання ресурсних можливостей, ризиків і альтернативних варіантів рішень [26, 37, 40, 140].

Формування альтернативних варіантів рішень. Далі робочі групи, часто сформовані в рамках матричних або проєктних структур, розробляють кілька альтернативних варіантів вирішення проблеми або досягнення стратегічної цілі. На цьому етапі активно застосовуються інструменти моделювання бізнес-процесів, що дозволяють візуалізувати та порівняти різні сценарії ухвалення рішення [52, 57, 58, 137].

Оцінювання та вибір оптимального рішення. Оцінювання альтернатив здійснюється шляхом кількісного та якісного аналізу, з використанням таких методик як SWOT-аналіз, методи багатокритеріальної оцінки, зокрема метод аналізу ієрархій (АНР), а також із застосуванням спеціалізованих інформаційних систем підтримки прийняття рішень (Decision Support Systemс, DSS). У випадку стратегічно важливих рішень остаточний вибір здійснює вище керівництво підприємства, а операційні рішення можуть ухвалюватися на рівні функціональних керівників чи керівників проєктних команд [29, 30, 55].

Реалізація та контроль виконання рішення. Після ухвалення рішення розробляється чіткий план реалізації, визначаються відповідальні особи та терміни виконання. У процесі реалізації особлива увага приділяється контролю та моніторингу за допомогою інтегрованих систем управління підприємством (OSS, ERP-системи), що дозволяють оперативно відстежувати стан впровадження, ефективність виконання та своєчасно реагувати на будь-які відхилення чи труднощі [26, 84, 99, 102].

Оцінювання результатів та зворотний зв'язок. Після завершення реалізації рішення проводиться оцінка його ефективності через порівняння досягнутих результатів із запланованими показниками. Результати такого оцінювання використовуються для коригування подальших управлінських дій та вдосконалення процесів ухвалення рішень у майбутньому [30, 52, 53].

Особливістю процесів ухвалення управлінських рішень у телекомунікаційних компаніях України є їхня глибока інтеграція із сучасними інформаційно-комунікаційними технологіями, що дозволяє значно підвищити оперативність та якість прийнятих рішень. Така інтеграція забезпечує можливість швидко адаптувати управлінські процеси до змін у зовнішньому середовищі, що особливо важливо в умовах кризових ситуацій, наприклад, під час війни або технологічних зрушень у галузі. Це відповідає загальній логіці та принципам організаційних структур управління телекомунікаційних підприємств, що було описано у попередніх розділах дисертації [6, 118, 134, 136, 139].

Процеси моніторингу та оперативного контролю є невід'ємною складовою управлінської діяльності телекомунікаційних підприємств України. Вони

забезпечують стабільність функціонування складних організаційних структур, сприяють своєчасному виявленню та усуненню проблем, підвищують оперативність реагування на кризові ситуації й оптимізують процес ухвалення управлінських рішень [30, 102, 118, 139].

На сучасних телекомунікаційних підприємствах України моніторинг та оперативний контроль здійснюються за такими основними напрямками:

Моніторинг стану мережевої інфраструктури. Цей процес забезпечується спеціалізованими операційними системами підтримки (Operations Support System, OSS), що дозволяють відстежувати у режимі реального часу стан мережевого обладнання, виявляти аварії, технічні збої або перевантаження. Зокрема, телекомунікаційні підприємства використовують програмні рішення, що автоматично сигналізують про будь-які відхилення від нормального функціонування мережі, дозволяючи технічним службам оперативно реагувати на інциденти та уникати масштабних збоїв у наданні послуг [84, 99, 102].

Оперативний контроль якості обслуговування клієнтів. Для контролю якості обслуговування клієнтів підприємства використовують CRM-системи, білінгові системи та аналітичні платформи, які дозволяють відстежувати ключові показники ефективності (KPI), такі як середній час обробки звернень клієнтів, частота виникнення скарг та рівень задоволеності абонентів. Завдяки постійному моніторингу цих показників підприємства здатні швидко виявляти та усувати потенційні проблеми у взаємодії з клієнтами [37, 40, 85].

Контроль за фінансовими та ресурсними потоками. Використовуючи корпоративні інформаційні системи класу ERP, телекомунікаційні підприємства України проводять моніторинг та контроль фінансових і матеріальних ресурсів, бюджету, витрат та виконання планів. Оперативна звітність дозволяє керівництву в режимі реального часу отримувати інформацію щодо фінансового стану підприємства, виявляти перевитрати або дефіцит ресурсів, своєчасно приймати коригувальні рішення [26, 28, 140].

Кібербезпека та контроль інформаційної безпеки. В умовах підвищених кіберзагроз телекомунікаційні компанії приділяють особливу увагу моніторингу та контролю безпеки інформаційних систем. Використовуються інтегровані рішення,

такі як системи управління подіями інформаційної безпеки (SIEM – Security Information and Event Management), що дозволяють автоматично виявляти підозрілу активність у мережах та інформаційних ресурсах. Завдяки оперативному контролю інформаційних загроз компанії здатні швидко реагувати на кіберінциденти та мінімізувати ризики порушення роботи мереж або витоку даних [8, 114, 117].

Моніторинг реалізації управлінських рішень. Важливим напрямом оперативного контролю є відстеження процесів реалізації ухвалених управлінських рішень. Це здійснюється за допомогою систем підтримки прийняття рішень (DSS), інструментів проєктного управління та інтегрованих інформаційних систем, що забезпечують зворотний зв'язок та дозволяють оперативно вносити корективи у виконання прийнятих рішень [18, 29, 30].

Загалом процеси моніторингу та оперативного контролю на українських телекомунікаційних підприємствах характеризуються високим ступенем автоматизації, завдяки чому суттєво зростає швидкість і точність реагування на зміни та проблеми. Це також є важливим фактором забезпечення стійкості компаній у кризових умовах, зокрема в умовах воєнного стану, коли швидкість реакції на критичні події та оперативність прийняття рішень визначають виживання і конкурентоспроможність підприємства. Описані процеси органічно доповнюють і розвивають попередні розділи дисертації, присвячені особливостям організаційних структур та інформаційно-комунікаційним технологіям в управлінні телекомунікаційними підприємствами України.

Водночас організаційно-технологічна трансформація телекомунікаційних підприємств не обмежується лише модернізацією мережевої інфраструктури, автоматизацією моніторингу та підвищенням оперативності управлінських рішень. Її результативність доцільно оцінювати також через фінансово-економічні показники діяльності провідних операторів, оскільки саме динаміка доходів, прибутковості, рентабельності та ефективності використання ресурсів відображає практичний вплив цифровізації, інвестицій у мережеву інфраструктуру та підготовки до переходу до 5G на стійкість і конкурентоспроможність телекомунікаційних підприємств України.

Аналіз організаційно-технологічних аспектів управління телекомунікаційними підприємствами України в умовах переходу до 5G засвідчив стійку висхідну тенденцію у мобільному сегменті, де лідери — ПрАТ «Київстар», ПрАТ «ВФ Україна» та ТОВ «Лайфсел» — демонструють системне зростання виручки протягом 2020–2025 рр. Беззаперечним лідером ринку залишається ПрАТ «Київстар», який стабільно утримує найбільші обсяги доходів і прибутків. Оцінка основних показників ПрАТ «Київстар» свідчить про значне масштабування бізнесу, зміцнення фінансової стійкості, але водночас про поступове зниження маржинальності та ефективності використання активів (Додаток Б1) [141 - 144]. Динаміка ключових фінансово-економічних показників ПрАТ «ВФ Україна» свідчить про загальне підвищення ефективності діяльності підприємства, що проявляється у зростанні доходів, прибутковості та продуктивності праці, попри окремі коливання рентабельності та зниження рівня фінансової незалежності (Додаток Б2) [145 - 147]. При цьому, найвищі темпи приросту економічної ефективності спостерігаються у ТОВ «Лайфселл», що вказує на активну ринкову експансію та ефективну конкурентну стратегію (додаток Б3) [148 - 150].

Водночас Укртелеком характеризується низхідною або стагнаційною динамікою доходів, що підтверджує структурне скорочення сегменту фіксованого зв'язку. Загалом ринок демонструє перерозподіл доходності на користь мобільних операторів, що корелює з процесами цифрової трансформації економіки та впровадженням сучасних телекомунікаційних технологій 5G (табл. 2.1 і 2.2).

Таблиця 2.1

Динаміка чистого доходу від реалізації послуг провідних телекомунікаційних підприємств, тис. грн. (сформовано автором на основі [141 – 150])

Підприємство	2020	2021	2022	2023	2024	2025
ПрАТ «Київстар»	25 001 245	28 559 150	30 900 973	33 165 048	36 639 345	43 805 245
ПрАТ «ВФ Україна»	17 292 036	19 358 958	18 802 655	20 265 622	22 674 394	25 794 193
ТОВ «Лайфселл»	6 835 816	8 482 687	9 411 748	11 712 123	13 352 771	15 874 053
АТ «Укртелеком»	5 449 056	5 279 884	4 394 064	4 164 529	4 343 457	4 160 377

Україна наближається до впровадження зв'язку п'ятого покоління, що обіцяє якісно нові можливості для бізнесу й користувачів. Запуск 5G був запланований на початок 2020-х, але повномасштабна війна відтермінувала аукціони частот і комерційний старт мереж. Попри це, оператори спільно з урядом проводять тестування 5G (пілотні зони у містах Львів, Київ, Одеса) і готуються до майбутніх тендерів на частоти [98, 103, 104]. Перехід до 5G – це не лише технічне розгортання нових базових станцій, а й глибока трансформація систем функціонування, в тому числі управління телекомунікаційними підприємствами (рис. 2.3).

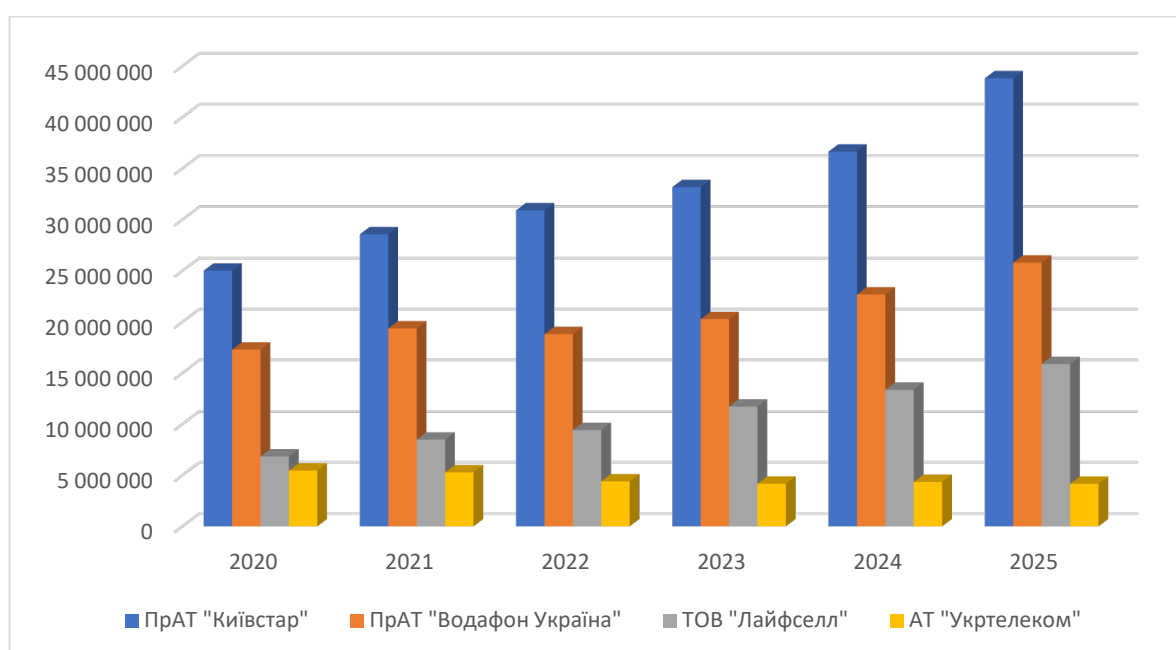


Рис. 2.3. Порівняння чистого доходу від реалізації послуг провідних телекомунікаційних підприємств, тис. грн.

(сформовано автором на основі [141 – 150])

Щоб реалізувати переваги 5G (ультрашвидкість, низьку затримку, масове підключення IoT тощо) і залишатися конкурентними, українські оператори мають переглянути свої управлінські процеси, структури та інструменти. Нижче проведено аналітичний огляд основних обмежень та недоліків чинних систем управління, можливостей підвищення ефективності, доцільності впровадження сучасних технологій управління та рекомендацій щодо оптимізації організаційної структури телеком-підприємств України в контексті 5G-трансформації [141 – 150].

Таблиця 2.2

Динаміка чистого прибутку від реалізації послуг провідних телекомунікаційних підприємств, тис. грн. (сформовано автором на основі [141 – 150])

Підприємство	2020	2021	2022	2023	2024	2025
ПрАТ «Київстар»	10 369 859	11 266 926	9 516 514	10 542 590	11 331 462	12 307 536
ПрАТ «ВФ Україна»	1 314 543	3 936 033	1 065 383	5 084 340	3 838 247	4 766 186
ТОВ «Лайфселл»	2 588 662	610 855	972 269	2 567 707	2 402 114	3 221 345
АТ «Укртелеком»	803026	1637165	2992741	156376	389467	1194856

Попри воєнні виклики та значні пошкодження інфраструктури, галузь демонструє здатність до адаптації та зростання доходів (рис. 2.4).

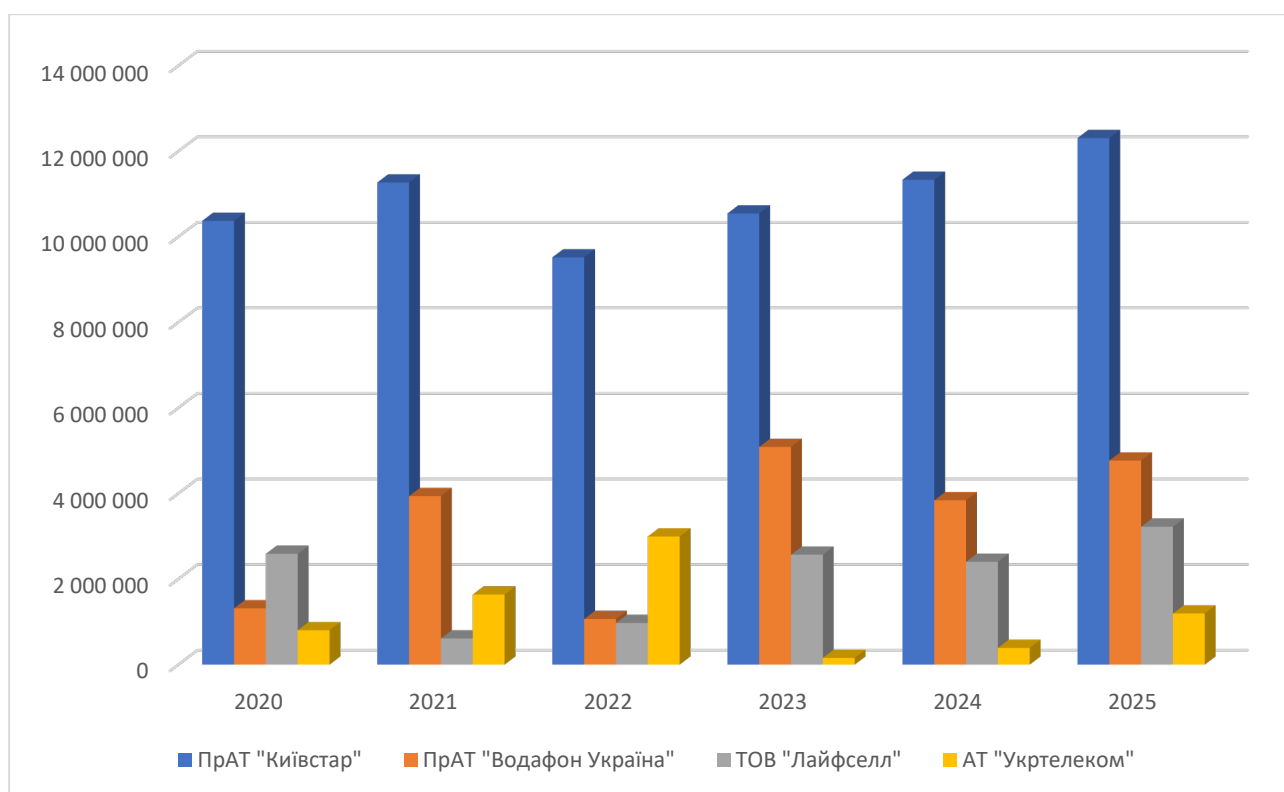


Рис. 2.4. Порівняння чистого доходу від реалізації послуг провідних телекомунікаційних підприємств, тис. грн.  
(сформовано автором на основі [141 – 150])

Хоча ПрАТ «Київстар» залишається найбільшим гравцем за кількістю користувачів, ТОВ «Лайфсел» показує найвищу динаміку залучення нових клієнтів, а ПрАТ «ВФ Україна» суттєво наростив прибутки завдяки стабілізації валютного курсу. Водночас АТ «Укртелеком» зафіксував чистий збиток через переоцінку заборгованості, попри активне розширення оптичної мережі інтернет-зв'язку [151, 152]. Оператори змушені коригувати тарифи, щоб фінансувати модернізацію обладнання та підготовку до впровадження технології 5G. Усі гравці ринку продовжують інвестувати у відновлення зв'язку в прифронтових зонах та інтеграцію до європейського телекомунікаційного простору.

Для діагностики ефективності управлінських рішень було розраховано інтегральні показники у розрізі ефективності управління активами, персоналом і цифровими трансформаціями бізнес-процесів підприємства (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Динаміка інтегральних показників ефективності управлінських рішень ПрАТ «Київстар» за 2021-2025 рр. (сформовано автором на основі [141 – 144])

Найменування показника	2021	2022	2023	2024	2025
1. Інтегральний коефіцієнт ефективності управління необоротними активами ( $I_{на}$ )	1,1008	0,9929	1,0272	0,999	1,0004
2. Інтегральний коефіцієнт ефективності управління оборотними активами ( $I_{oa}$ )	0,9755	0,6451	0,7905	0,8938	1,1865
3. Інтегральний коефіцієнт ефективності управління персоналом ( $I_{перс}$ )	1,1216	1,1051	1,1369	0,9974	1,2829
4. Інтегральний коефіцієнт ефективності управління цифровими трансформаціями ( $I_{цт}$ )	1,1203	1,0957	1,0491	0,9802	1,1441

Динаміка інтегральних показників підтверджує, що ПрАТ «Київстар» пройшло етап інтенсивного накопичення активів у 2022–2024 роках та у 2025 році вийшло на рівень високої ресурсної ефективності, де зростання доходів супроводжується якісним підвищенням ефективності управління капіталом та персоналом підприємства. Оцінка ефективності управління цифровими трансформаціями проводилась на основі інтегрального коефіцієнта, що базується



на віддачі нематеріальних активів (ліцензії, ПЗ, цифрові платформи), підтверджує стратегічний успіх диджиталізації. Показник залишався вищим за одиницю майже весь період, що свідчить про те, що цифрові інвестиції стають реальним драйвером доходу. Зростання індексу до 1,1441 у 2025 році (після невеликого просідання у 2024-му через капіталізацію нових ІТ-рішень) вказує на успішну монетизацію цифрових послуг та сервісів компанії.

Модель менеджменту ПрАТ «ВФ Україна» за останні п'ять років еволюціонувала від кризового реагування до стратегії сталого інтенсивного зростання, де ключовим фактором ефективності виступає синергія високої кваліфікації персоналу та глибокої цифровізації активів (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Динаміка інтегральних показників ефективності управлінських рішень ПрАТ «ВФ Україна» за 2021-2025 рр. (сформовано автором на основі [145 – 147])

Найменування показника	2021	2022	2023	2024	2025
1. Інтегральний коефіцієнт ефективності управління необоротними активами ( <i>I<sub>на</sub></i> )	0,429	0,231	0,464	0,326	0,313
2. Інтегральний коефіцієнт ефективності управління оборотними активами ( <i>I<sub>оа</sub></i> )	0,559	0,216	0,933	0,602	0,959
3. Інтегральний коефіцієнт ефективності управління персоналом ( <i>I<sub>перс</sub></i> )	1	0,469	0,982	0,855	1,019
4. Інтегральний коефіцієнт ефективності управління цифровими трансформаціями ( <i>I<sub>цт</sub></i> )	1,154	0,66	1,443	1,044	1,282

Аналіз інтегральних показників ефективності використання ресурсів ПрАТ «ВФ Україна» за період 2021–2025 рр. дозволяє сформулювати наступні науково висновки.

1. Оцінка адаптивної резильєнтності ресурсного потенціалу. Динаміка всіх інтегральних показників у 2022 році свідчить про глибокий шоківий вплив екзогенних факторів (військова агресія), що призвів до суттєвого падіння ефективності: віддача персоналу скоротилася на 53,1%, а оборотних активів — на 61,4% порівняно з базовим 2021 роком. Проте швидке відновлення показників у

2023–2025 рр. підтверджує високу адаптивну стійкість системи управління, яка змогла переорієнтувати операційні процеси на генерацію прибутку в умовах підвищеного ризику.

2. Інтенсифікація використання людського капіталу. Розрахований індекс інтегральної ефективності персоналу, який у 2025 році досяг позначки 1,019, демонструє якісну трансформацію системи менеджменту. Це свідчить про те, що компанія вийшла на довійськовий рівень ефективності використання трудових ресурсів, попри збільшення штату. З позиції менеджменту це підтверджує перехід від екстенсивного до інтенсивного типу розвитку, де темпи приросту чистого фінансового результату випереджають темпи залучення нових працівників.

3. Посилюється стратегічна роль цифрових трансформацій як фактора зростання прибутковості. Інтегральний показник ефективності цифрових трансформацій (через використання НМА) протягом всього періоду (окрім кризового 2022 року) залишається стабільно високим і перевищує одиницю (1,443 у 2023 р. та 1,282 у 2025 р.). Це дозволяє стверджувати, що в телекомунікаційній галузі інвестиції в цифрові активи мають найвищий мультиплікативний ефект на підсумкову ефективність бізнесу порівняно з іншими видами ресурсів.

Динаміка інтегральних показників ефективності управління ресурсами ТОВ «Лайфсел» в цілому відображає підвищення рівня управлінської ефективності підприємства за умов наявності короткострокових флуктуацій (табл. 2.5).

Розрахований на основі індексів інтегральний показник ефективності персоналу демонструє суттєве зростання у 2025 році (7143,8 тис. грн на особу), що свідчить про значне підвищення продуктивності та фінансової віддачі від кожного працівника компанії порівняно з попередніми періодами. Найнижча ефективність персоналу спостерігалася у 2021 році через падіння чистого прибутку, але з 2022 року спостерігається стійка позитивна динаміка.

Аналіз інтегрального показника ефективності управління цифровими трансформацій ТОВ «Лайфселл» за 2020–2025 роки дозволяє зробити наступні висновки. Показник зріс із 0,611 у 2020 році до 1,285 у 2025 році. Перевищення позначки «1,0» у 2023–2025 роках свідчить про перехід до високоефективної моделі

використання цифрових активів, де віддача від ліцензій та програмного забезпечення випереджає витрати на їх формування. Зростання показника підтверджує успішну трансформацію компанії з традиційного оператора зв'язку на провайдера цифрових сервісів.

Таблиця 2.5

Динаміка інтегральних показників ефективності управлінських рішень ТОВ «Лайфсел» за 2021-2025 рр. (сформовано автором на основі [148 – 150])

Найменування показника	2021	2022	2023	2024	2025
1. Інтегральний коефіцієнт ефективності управління необоротними активами ( <i>I<sub>на</sub></i> )	0,270	0,144	0,202	0,366	0,311
2. Інтегральний коефіцієнт ефективності управління оборотними активами ( <i>I<sub>оа</sub></i> )	3,872	1,338	0,763	0,816	3,225
3. Інтегральний коефіцієнт ефективності управління персоналом ( <i>I<sub>перс</sub></i> )	0,545	0,275	0,371	0,591	0,553
4. Інтегральний коефіцієнт ефективності управління цифровими трансформаціями ( <i>I<sub>цт</sub></i> )	0,611	0,361	0,523	1,042	1,018

Зростання інтегрального показника у 2023–2025 роках вказує на те, що ці капіталомісткі активи почали генерувати максимальний прибуток навіть в умовах воєнного стану. При цьому у 2021 році спостерігалось падіння показника до 0,361, що було зумовлено суттєвим зниженням чистого прибутку порівняно з аномально високим показником 2020 року. У 2022–2023 роках, попри повномасштабне вторгнення, ефективність цифрових трансформацій різко зросла. Це пояснюється прискореною діджиталізацією послуг: запуск eSIM через monobank, онлайн-реєстрація через Дію, впровадження технологій VoLTE та VoWiFi [153]. Висока ефективність цифрових активів дозволила компанії нарощувати виручку та прибуток навіть при скороченні абонентської бази у 2022 році. Це відбулося завдяки збільшенню обсягу використання послуг передачі даних та зростанню ARPU (середнього доходу на абонента).

Водночас позитивна динаміка інтегрального показника та зростання ефективності цифрових активів не означають повної готовності

телекомунікаційних підприємств до масштабного переходу на технології 5G. Досягнуті результати засвідчують здатність операторів ефективно використовувати наявну цифрову інфраструктуру, однак подальша 5G-трансформація потребує значно вищого рівня технологічної гнучкості, інвестиційної спроможності, автоматизації управління мережею, адаптивності тарифної політики та точнішого розподілу ресурсів між різними сервісами. Саме тому після оцінки позитивних фінансово-економічних результатів доцільно перейти до аналізу тих обмежень, які можуть стримувати подальший розвиток українських телекомунікаційних компаній у напрямі 5G.

Перехід до 5G виявляє низку обмежень та недоліків у чинних системах управління та тарифікації українських телеком-компаній, що можуть гальмувати успішну 5G-трансформацію, серед яких: застаріла інфраструктура, бюрократичність, дефіцит вільного частотного ресурсу, нестача кваліфікованих кадрів, потреба в динамічних тарифах, розподіл та облік ресурсів між сервісами тощо [120, 138, 140, 154 - 157].

Розглянемо більш докладно ці обмеження та недоліки.

1. Обмеження застарілої інфраструктури та процесів. Багато операторів досі використовують традиційні мережеві архітектури та операційно-підтримуючі системи (OSS/BSS), розраховані на 3G/4G. Вони не забезпечують достатньої гнучкості та автоматизації для динамічного середовища 5G [99, 102]. Сьогодні мережі мають ставати «програмованими», тобто керованими програмно, з можливістю гнучко змінювати функції і швидко запускати нові послуги під потреби клієнтів [102]. Якщо компанія залишається на старих, фрагментованих системах, це уповільнює впровадження нових сервісів 5G і ускладнює управління складними функціями, зокрема *network slicing*, тобто поділом мережі на ізольовані «слайси» для різних клієнтів [99, 154].

2. Бюрократичність підрозділів і повільність організаційних процесів. Історично телеком-компанії мають розділені підрозділи, зокрема мережеву інфраструктуру, IT, маркетинг, обслуговування, з багаторівневою ієрархією. Така структура може бути недостатньо гнучкою для ери 5G, де успіх залежить від

швидкої міжфункціональної взаємодії [138]. В умовах 5G співпраця стає ключовим питанням цифрової трансформації телеком-компаній. Відсутність тісної співпраці і обміну даними між командами уповільнює прийняття рішень і впровадження інновацій [138, 154]. Сучасні напрямки, зокрема Open RAN та партнерські екосистеми, вимагають працювати єдиною командою, інакше традиційна фрагментація перетворюється на проблему для розвитку нових телекомунікаційних сервісів [120, 138].

3. Дефіцит вільного частотного ресурсу та регуляторні перепони. Для повноцінного запуску 5G операторам потрібні нові діапазони радіочастот, однак їх надання пов'язане з технічними, регуляторними та організаційними труднощами [138]. Частоти 700 МГц і 3,4–3,8 ГГц в Україні потребують додаткової координації, оскільки діапазон 700 МГц пов'язаний із процесом вивільнення від телевізійного мовлення, а використання смуг 3,4–3,8 ГГц потребує врахування умов електромагнітної сумісності та особливостей використання радіочастотного спектра [158]. Бюрократичні затримки з тендерами на ліцензії, відсутність остаточно узгодженого плану практичного розподілу спектра і вплив воєнного стану стримують управлінців від оперативного розгортання 5G [136]. Менеджмент телеком-компаній змушений планувати розвиток мереж у стані невизначеності, що є суттєвим бар'єром для інвестиційного та технологічного планування [130, 136].

4. Кадрові та експертні обмеження. Впровадження 5G потребує нових знань і навичок у сферах хмарних технологій, кібербезпеки, аналізу даних, роботи з віртуалізованими мережевими функціями та програмно-керованими мережами [102, 140]. Існуючі команди можуть не мати достатнього досвіду у цих сферах, що ускладнює перехід до віртуалізованої, хмарної та програмно-керованої архітектури мережі [102]. Окрім того, війна призвела до відтоку частини спеціалістів за кордон та мобілізації окремих працівників. Компанії намагаються бронювати ключових інженерів від призову або активно залучати і навчати молодих спеціалістів, і це є проблемою всієї індустрії [130, 136]. Відповідно, «людський фактор» виступає суттєвим обмеженням: якщо телеком-оператори не зможуть залучити і підготувати достатню кількість ІТ- та телеком-фахівців, перехід на 5G сповільниться [136, 154].

Щодо складності тарифікації в динамічних моделях у мультисервісному середовищі, ця проблематика пов'язана з управлінням тарифами: через наявність великої кількості різнорідних послуг, зокрема IoT, ultra-reliable low-latency communications та масового мобільного широкосмугового доступу, виникає необхідність у впровадженні багатовимірних моделей тарифікації [120, 154]. Потреба в динамічних тарифах зумовлює необхідність врахування змінних параметрів у реальному часі, зокрема затримки, швидкості, стабільності сигналу, рівня навантаження та показників якості обслуговування, що значно ускладнює побудову тарифних планів [120, 154, 159]. Технологічні обмеження на обробку даних проявляються в тому, що швидке і точне обчислення тарифів у режимі реального часу потребує значних витрат на інформаційні технології, автоматизовані системи тарифікації та аналітичні платформи [99, 102, 140].

Проблема розподілу витрат і доходів між сервісами охарактеризована нечіткістю меж між сервісами. Через взаємозалежність різних сервісів і послуг, а також використання спільної інфраструктури, складно чітко визначити, які саме витрати чи доходи належать до конкретного сервісу [120, 154]. До цього обмеження також належить непрозорість перехресного субсидування. У такому випадку виникає ризик неправильної оцінки прибутковості окремих послуг, що може призвести до ухвалення некоректних управлінських рішень [120, 154].

Необхідність складних аналітичних систем свідчить про те, що компанії повинні впроваджувати програмні рішення, які дозволяють прозоро й точно розподіляти витрати та доходи між різними сервісами, а також контролювати якість обслуговування, виконання SLA та параметри використання мережевих ресурсів [99, 102, 140].

Щодо обліку ресурсів між сервісами, акцентуємо увагу на складності контролю та моніторингу. У мультисервісному середовищі ресурсна база є спільною, тому складно точно враховувати використання мережевих ресурсів окремими сервісами [154, 160]. Через значну кількість підключень і високий ступінь віртуалізації виникають проблеми масштабованості, точності та своєчасності обліку ресурсів [102]. Необхідність автоматичного управління

ресурсами з використанням технологій машинного навчання та інтелектуальних методів підвищує вимоги до автоматизації, аналітичних систем і кваліфікації персоналу, а також може збільшувати операційні витрати телеком-компаній [140, 154, 160].

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. 2.5) [155, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 167].

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. Після цього стандартизовані записи потрапляють до системи тарифікації, яка здійснює обрахунок вартості послуг згідно заданих тарифів [155].



Рис. 2.5. Схема взаємодії елементів білінгової системи для мереж 4G  
(побудовано автором за [155, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 167])

Інформація про абонентів та їх тарифні плани зберігається в системі управління абонентами, яка інтегрується з CRM та іншими компонентами BSS/OSS-інфраструктури оператора [164, 167]. На основі цих розрахунків система виставлення рахунків формує фінансові документи, які надсилаються клієнтам, а платіжна система забезпечує облік отримання платежів і взаємодію з фінансовими сервісами [164, 167]. Система контролю кредитів та лімітів забезпечує фінансову безпеку оператора за рахунок перевірки доступного балансу, контролю споживання послуг і підтримки механізмів online charging [161, 165]. Водночас система звітності й аналітики здійснює аналіз отриманих даних для ухвалення управлінських рішень та оптимізації тарифних пропозицій [164, 166, 167]. Такий взаємозв'язок забезпечує ефективне і прозоре функціонування операцій з обліку та тарифікації послуг [161, 164, 167]. 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 [164, 166]. 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 [161, 163, 166].

Крім того, існуюча система не забезпечує належної підтримки новітніх технологій мережевого нарізання (Network Slicing), які є важливими в контексті мереж 5G [161, 166]. 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 [164, 165, 166]. Окрім цього, наявні системи не передбачають повноцінної інтеграції сучасних аналітичних методів, таких як регресійний аналіз, кластеризація чи технології машинного навчання, що суттєво ускладнює персоналізацію тарифних пропозицій [164, 166, 167]. 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 [161, 164, 166]. Ці проблеми



потребують комплексного підходу, що включає як організаційні, так і технологічні рішення для забезпечення ефективного управління в умовах мультисервісного середовища [164, 166].

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. Крім цього – для вирішення проблем з обліком послуг – удосконалення системи тарифікації телекомунікаційних підприємств, тобто удосконалення системи білінгу.

Перехід від ручного, реактивного управління мережею до проактивного та автоматизованого є ключовою вимогою ери 5G, яка веде до автоматизації операцій і використання ШІ [168]. Штучний інтелект вже перетворився з новинки на невід’ємну складову управління телеком-інфраструктурою, демонструючи значне підвищення надійності та ефективності роботи мережі. Наприклад, замість реагувати на аварії постфактум, оператори можуть впроваджувати «predictive maintenance» – системи, що на основі AI аналізують телеметрію і попереджають несправності до їх виникнення [168]. Під час масових подій, як-от фінал футбольного матчу чи концерт, мережа 5G генерує величезні обсяги даних, і ручне регулювання ресурсів неможливе. У таких умовах AI може забезпечувати динамічне управління ємністю мережі, прогнозувати коливання попиту та змінювати розподіл мережевих ресурсів у реальному часі [169]. Автоматизація стала новим стандартом: за даними Gartner, до кінця 2026 року 30% підприємств автоматизують понад половину мережевих активностей, тоді як у середині 2023 року цей показник становив менше 10% [170]. Це прискорює операції, зокрема налаштування нового мережевого сегмента скорочується з тижнів до годин або хвилин, і зменшує кількість помилок конфігурації, які раніше були причиною значної частки збоїв [168]. Відповідно, впровадження AI/ML та AIOps (AI for IT Operations) в управлінські процеси мережі підвищує продуктивність, швидкість реагування, ефективність, якість та стабільність роботи мережі [168, 170].

Телеком-оператори можуть суттєво покращити гнучкість управління, мігрувавши від апаратних рішень до програмно-визначених, хмарних платформ та хмарно-орієнтованих (cloud-native) операцій [100, 102, 125]. У межах розвитку 5G дедалі більшого значення набуває модернізація OSS/BSS, перехід до хмарної інфраструктури та використання програмно-визначених підходів до управління мережевими функціями [99, 102, 156]. Перенесення мережових функцій на стандартне серверне обладнання та в хмару дає змогу масштабувати ресурси за потребою і швидко розгортати нові послуги [100, 102]. Прикладом такого підходу є модернізація інфраструктури даних AT&T, пов'язана з переходом до хмарно-орієнтованої архітектури обробки великих масивів інформації, що підвищує гнучкість аналітичних процесів і операційну ефективність [90]. Для українських операторів, які стикаються з піковими навантаженнями в окремих регіонах, зокрема внаслідок масового переміщення населення та пошкодження телекомунікаційної інфраструктури, така хмарна архітектура дозволить балансувати мережеві ресурси в режимі реального часу [129, 130]. 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 [157, 161]. 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 апаратного забезпечення [100, 102, 120].

Аналітика даних і керування досвідом клієнтів. У 5G-епоху операційна діяльність телекомів виходить за рамки підтримки мережі і охоплює управління цифровим досвідом користувачів [120, 138]. Широке впровадження Big Data-аналітики та інструментів моніторингу допомагає покращити обслуговування і тим самим опосередковано підвищує ефективність бізнесу [83, 86, 94]. Згідно з дослідженням J.D. Power, системне вимірювання якості клієнтського обслуговування, аналіз проблем користувачів і використання KPI дають змогу операторам визначати слабкі місця сервісу, оцінювати вплив управлінських

ініціатив на задоволеність клієнтів і підвищувати рівень їх утримання [171]. Це означає, що менеджмент повинен інтегрувати аналітичні показники в процес ухвалення рішень: від оптимізації мережевих налаштувань до персоналізованих тарифних пропозицій [83, 85, 86]. Наприклад, ПрАТ «Київстар» вже використовував аналіз даних для розвитку Big Data-напрямів і цифрових сервісів для бізнесу [83, 94, 172]. Крім того, компанія перенесла свою платформу управління даними в AWS, що сприяло посиленню можливостей обробки й аналізу даних та розвитку хмарних сервісів для бізнес-клієнтів [172]. Аналіз великих масивів даних, зокрема трафіку та 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 [86, 88, 171]. Відповідно, data-driven management підвищує продуктивність, оскільки прискорює вирішення питань, та ефективність, оскільки покращує якість сервісу і зменшує відтік абонентів [85, 86, 171].

Інтеграція систем та оптимізація процесів забезпечує підвищення ефективності управління шляхом усунення дублювання та розривів між різними ІТ-системами підприємства [57, 58, 82]. Впровадження API-орієнтованих рішень сприяє безшовній взаємодії між підсистемами, зокрема мережевими елементами, CRM, білінгом та іншими компонентами операційної інфраструктури телеком-оператора [84, 99, 102, 160]. 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 [99, 102]. Отже, телеком-компанії України можуть переглянути свої бізнес-процеси за принципами LEAN, орієнтованими на усунення втрат часу і ресурсів, та максимально автоматизувати workflow, зокрема через електронний документообіг замість паперового або чат-боти для підтримки замість ручного опрацювання типових запитів [81, 82]. Залучення технологій Robotic Process Automation (RPA) для бек-офісних задач, зокрема білінгу, звітності та моніторингу показників, теж здатне зняти навантаження з персоналу і знизити людський фактор у рутинних операціях [34, 36, 167, 170]. 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 [42, 57, 72, 74].

Взаємодія мережі, CRM (Customer Relationship Management) та білінгу є важливою складовою ефективної роботи телекомунікаційних компаній. Основні аспекти цієї взаємодії наступні (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

Сценарії взаємодії мережі, CRM (Customer Relationship Management) та білінгу  
(систематизовано автором за [37, 38, 84, 155, 160, 161, 163, 164, 167])

Складові взаємодії	Аспекти взаємодії	Сценарій взаємодії
Мережа	Відповідає за технічне надання послуг зв'язку (голос, дані, IoT); -Передає інформацію щодо використання послуг до білінгової системи у вигляді технічних записів (CDR – Call Detail Records); -Забезпечує оперативний моніторинг якості та доступності послуг.	Клієнт користується послугою зв'язку (мережа реєструє послугу).
CRM	-Зберігає інформацію про клієнтів: персональні дані, тарифні плани, історію взаємодії, особливості послуг; -Забезпечує взаємодію з клієнтами (сервісні запити, технічна підтримка, консультації); -Передає інформацію в білінг для актуалізації тарифів, знижок і акційних пропозицій.	1. Інформація про споживання послуг (CDR) автоматично передається до білінгу. 2. CRM отримує з білінгу інформацію про виставлений рахунок та використовує її для управління взаємовідносинами (нагадування, консультації, пропозиції змін тарифу).
Білінг	-Отримує і обробляє дані від мережі (CDR), визначаючи вартість наданих послуг; -Інтегрує інформацію з CRM для застосування відповідних тарифів, знижок, спеціальних пропозицій та обмежень; -Генерує рахунки та забезпечує фінансовий облік, передаючи результати до CRM для аналізу поведінки клієнтів.	Білінг здійснює тарифікацію та формує рахунок відповідно до умов, зазначених у CRM.

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

Удосконалення системи тарифікації телекомунікаційних підприємств, тобто 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 [140, 155, 166]. 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 [164, 167]. Використання автоматизованих систем управління ресурсами з інтегрованим моніторингом та AI-алгоритмами дає змогу забезпечити точний і своєчасний розподіл ресурсів між сервісами [140, 157, 166].

Варто зазначити, що на сьогодні в Україні відсутні розроблені та впроваджені спеціалізовані системи обліку і тарифікації для мереж 5G, як, власне, й самі повнофункціональні мережі 5G [103, 104, 155, 158]. Чинні білінгові системи, що використовуються у наявних мережах, побудовані переважно на технологіях попередніх поколінь, тому вони не повною мірою відповідають вимогам нових завдань 5G, зокрема потребам у динамічних тарифах, масштабованості, підтримці network slicing, IoT та Smart City [154, 157, 161, 166]. Причина цього полягає у тому, що 5G-мережі перебувають ще у процесі становлення, а питання тарифікації мультисервісного середовища та Інтернету речей у цих мережах залишаються на етапі активної розробки й впровадження [155, 157, 166].

Логіка роботи білінгової системи 5G побудована на зборі, аналізі й тарифікації інформації про використання послуг (рис. 2.6) [154, 155, 157, 161, 163, 164, 166, 167, 173]. 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.

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. 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.

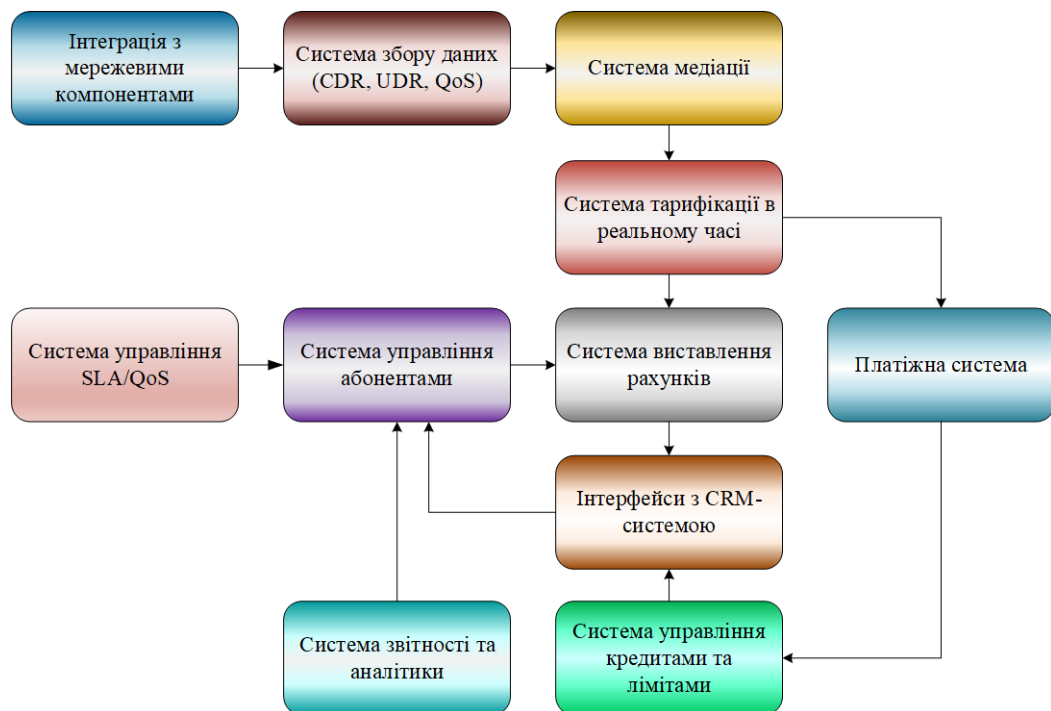


Рис. 2.6. Перехідна система: елементи та взаємодія білінгової системи для мереж 5G (побудовано автором за [154, 155, 157, 161, 163, 164, 166, 167, 173])

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 підрозділ 2.3, в якому запропоновано та обґрунтовано принципово нову модель тарифікації мультисервісного середовища та Інтернету речей для 5G-мереж.

### **2.3. Модель тарифікації мультисервісного середовища та Інтернету речей в 5G мережах**

Поява та активне впровадження мереж п'ятого покоління (5G) принципово змінюють підхід до побудови та управління білінговими системами, які застосовуються в телекомунікаційних підприємствах. Традиційні моделі тарифікації, які добре зарекомендували себе в умовах попередніх поколінь зв'язку (3G та 4G), стають недостатніми для повноцінного задоволення вимог, що висуваються новим технологічним середовищем. 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 [154, 161, 162]. Ця складність ще більше посилюється через значне поширення технологій Інтернету речей (IoT), які генерують великий обсяг невеликих за розміром, але частих запитів [163, 164]. Таке явище суттєво впливає на структуру трафіку, що робить неприйнятним використання простих тарифікаційних схем, оснований лише на загальному обсязі трафіку чи часі користування послугами. Водночас корпоративні клієнти вимагають дедалі більшої прозорості й точності тарифікації, яка повинна враховувати тонкі аспекти якості й надійності послуг [165, 166].

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 [161, 162, 167]. Кожен із таких зрізів характеризується власними параметрами QoS та специфічними умовами SLA, які мають бути точно відображені в моделі тарифікації [154, 165].

У мережах попередніх поколінь, зокрема 3G та 4G, домінували моделі тарифікації, що базувалися переважно на кількісних параметрах — обсязі переданих даних, тривалості сесій зв'язку або фіксованих пакетних пропозиціях із встановленими лімітами [155, 156]. Такі моделі були достатньо простими та ефективними в умовах порівняно однорідних послуг і стабільних характеристик трафіку. У 3G тарифікація ґрунтувалася переважно на оплаті за час використання або обсяг спожитого трафіку, тоді як у 4G активно впроваджувались пакетні рішення із заздалегідь визначеними лімітами, що значно спростило адміністрування білінгових процесів [155, 157].

Наведемо формулу тарифікації для мереж 4G:

$$T_{ij}^{4G} = a \cdot V_{ij} + b \cdot D_{ij} + c, \quad (2.1)$$

$T_{ij}^{4G}$  - підсумковий тариф користувача  $i$  за послугу  $j$ ;

$V_{ij}$  - обсяг спожитого трафіку;

$D_{ij}$  - тривалість сесії або період використання послуги (години, хвилини);

$a, b$  - тарифні коефіцієнти, які визначають ціну за одиницю обсягу трафіку та часу відповідно;

$c$  - фіксована базова ставка тарифу (якщо застосовується).

Принципові відмінності моделі тарифікації для мереж 4G порівняно із 5G полягають насамперед у тому, що 4G-модель є переважно простою та лінійною, орієнтованою на кількісні параметри, такі як обсяг трафіку і час використання послуг [155, 156]. Водночас у цій моделі 4G відсутнє детальне врахування характеристик якості обслуговування (QoS), гарантій рівня послуг (SLA) та



специфіки Інтернету речей (IoT), що є важливими факторами для сучасних умов функціонування мереж 5G. Крім того, модель тарифікації 4G характеризується нижчим рівнем гнучкості й адаптивності до змінних умов експлуатації мережі, що робить її менш придатною для мультисервісного і динамічного середовища, притаманного мережам 5G [154, 161, 163, 164].

Втім, з розвитком мультисервісності, появою критичних до затримок послуг та масовим розгортанням пристроїв Інтернету речей такі підходи виявилися недостатніми, оскільки не забезпечували необхідної гнучкості, динамічності та персоналізації тарифікації, що є невід'ємними рисами мереж 5G.

Відповідно, наявні моделі тарифікації, орієнтовані переважно на статичні та кількісні показники, виявляються недостатніми в умовах високої динамічності, мультисервісності та персоналізації, притаманних мережам 5G. Виникає потреба у створенні нової комплексної моделі тарифікації, яка була б здатна ефективно й адаптивно враховувати всі ключові фактори, забезпечуючи при цьому належну точність, прозорість та гнучкість білінгових систем. Саме така модель, яка об'єднує різноманітні методи аналізу й прогнозування, стане важливим кроком до ефективного впровадження мереж 5G, повною мірою відповідаючи технологічним викликам сучасних телекомунікаційних підприємств.

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) (табл. 2.7).

Особливості факторів тарифікації в мережах 4G та розробленої моделі для 5G  
(сформовано автором)

Фактор тарифікації	4G (сучасний підхід)	Розроблена модель для мереж 5G
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
IoT-трафік	Враховується як стандартний трафік даних	Спеціалізоване інтегральне врахування IoT-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

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. 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 справедливую тарифікаційну систему, яка відповідає сучасним технологічним і ринковим умовам (рис. 2.1). 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.

На основі узагальнення вимог до якості обслуговування, SLA, параметрів трафіку, специфіки IoT-навантаження та методичних підходів до побудови інтегральних показників запропоновано авторську систему формалізації показників QoS, SLA, TR та IoT для моделі тарифікації 5G [154, 155, 157, 161, 163, 166, 174–180].

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) [154, 174]. 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  $j$  [154, 174, 175, 179–180]. 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 сумачі цих параметрів.

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

Інтегральний показник QoS можна представити як нормалізовану вагову суму:

$$QoS_{ij} = \omega_1 \cdot \frac{Th_{ij}}{Th_{\max}} - \omega_2 \cdot \frac{L_{ij}}{L_{\max}} - \omega_3 \cdot \frac{J_{ij}}{J_{\max}} - \omega_4 \cdot \frac{PL_{ij}}{PL_{\max}}, \quad (2.2)$$

$Th_{ij}$  - фактична швидкість передачі даних користувачу  $i$  (Мбіт/с) за послугу  $j$ ;

$Th_{\max}$  - максимальна можлива швидкість у мережі (Мбіт/с);

$L_{ij}$  - фактична затримка передачі даних для користувача  $i$  (мс);

$L_{\max}$  - максимально допустима затримка для цієї послуги (визначається SLA);

$J_{ij}$  - фактичний джитер для користувача  $i$  (мс);

$J_{\max}$  - максимально допустимий джитер для даної послуги;

$PL_{ij}$  - фактичні втрати пакетів для користувача  $i$  (%);

$PL_{\max}$  - максимально допустимий рівень втрат пакетів для даної послуги.

Вагові коефіцієнти  $\omega_1 - \omega_4$  визначають значущість кожного з параметрів у загальному показнику якості обслуговування. Для послуг, критичних до затримок (наприклад, автономний транспорт), коефіцієнт затримки  $\omega_2$  може бути значно більшим, ніж коефіцієнт швидкості  $\omega_1$ . Ці коефіцієнти визначаються експертно або статистично.

Максимальні значення визначаються оператором на основі технічних характеристик мережі та SLA-контрактів для різних типів послуг.

Гарантії рівня послуг (SLA) визначаються як контрактні домовленості між оператором і клієнтом, що регламентують конкретні умови надання послуг, включаючи гарантії доступності, швидкості реакції, часу усунення неполадок тощо [154, 157, 176, 177, 179–180]. У мережах 5G показник SLA набуває особливого значення через критичність багатьох послуг. Це стосується насамперед додатків, пов'язаних з промисловістю, медициною, транспортом, де будь-яке порушення гарантій має високі фінансові та репутаційні ризики. В умовах 5G висувуються значно жорсткіші вимоги до доступності сервісів (99,999% – п'ять дев'яток), скорочення часу реакції та усунення несправностей до хвилин або навіть секунд. Тому саме інтегральний підхід до оцінки SLA є особливо важливим для справедливої і точної тарифікації послуг.

Інтегральний показник SLA можна визначити так:

$$SLA_{ij} = k_1 \cdot \frac{A_{ij}}{A_{\max}} - k_2 \cdot \frac{RT_{ij}}{RT_{\max}} - k_3 \cdot \frac{ResT_{ij}}{ResT_{\max}}, \quad (2.3)$$

$A_{ij}$  – гарантована доступність сервісу (%);

$A_{\max}$  – максимальний теоретичний рівень доступності сервісу (як правило, 100%);

$RT_{ij}$  – гарантований час реакції на виникнення проблем (хвилини);

$RT_{\max}$  – максимально допустимий час реакції (визначений оператором для цієї категорії послуг);

$ResT_{ij}$  – гарантований час на усунення неполадок (хвилини);

$ResT_{\max}$  – максимально допустимий час усунення неполадок (залежить від типу послуги).

Вагові коефіцієнти  $k_1, k_2, k_3$  визначають значущість кожного SLA у загальному інтегральному показнику. Для особливо важливих сервісів коефіцієнти реакції ( $k_2$ ) та часу усунення ( $k_3$ ) можуть бути збільшені для відображення важливості оперативності дій оператора.

Максимальні значення задаються в контрактах SLA оператором, виходячи з технологічних можливостей і вимог до конкретних сервісів.

У мережах 5G тип і обсяг трафіку характеризуються значною неоднорідністю. Типи трафіку варіюються від потокового відео високої якості, що потребує стабільної і високошвидкісної передачі даних, до невеликих пакетів даних IoT-пристроїв, які генерують постійні, але малорозмірні інформаційні запити. Традиційна модель тарифікації за обсягом трафіку не дозволяє адекватно враховувати реальні витрати ресурсів, особливо у випадку IoT-сервісів. Особливістю формування показника трафіку у мережах 5G є значне розширення різноманітності сервісів і, відповідно, типів трафіку, що мають принципово різні характеристики щодо використання ресурсів мережі [161, 162, 163, 166, 174, 179–180]. Наприклад, потокове відео надвисокої якості, голосові сервіси та передача малих пакетів IoT-пристроїв суттєво відрізняються за вимогами до мережевих ресурсів. Відповідно, модель тарифікації повинна враховувати ці особливості, забезпечуючи більш справедливе і точне ціноутворення.

Інтегральний показник трафіку можна визначити наступною формулою:

$$TR_{ij} = p_1 \cdot \frac{V_{ij}}{V_{\max}} - p_2 \cdot \frac{F_{ij}}{F_{\max}} - p_3 \cdot K_{ij}, \quad (2.4)$$

$V_{ij}$  - загальний обсяг трафіку, спожитого користувачем  $i$  (в ГБ) послуги  $j$ .

$V_{\max}$  - максимальний або базовий обсяг трафіку, що використовується для нормалізації (визначається оператором).

$F_{ij}$  - частота передачі пакетів (кількість пакетів за одиницю часу).

$F_{\max}$  - максимальна очікувана частота передачі пакетів для послуги.

$K_{ij}$  - коефіцієнт типу трафіку, що відображає якісні особливості трафіку (наприклад, відео=1.5, голос=1.2, текст=1.0 тощо), визначається експертно.

Вагові коефіцієнти  $p_1, p_2, p_3$  задають значущість кожного параметра (обсягу, частоти передачі, типу) у загальному інтегральному показнику. Ці коефіцієнти визначаються залежно від конкретної політики оператора або особливостей використання мережевих ресурсів.

Параметри  $V_{\max}$ ,  $F_{\max}$  встановлюються оператором на основі аналізу статистичних даних трафіку для типових послуг, що дозволяє нормалізувати показники.

Коефіцієнт типу трафіку  $K_{ij}$  визначається експертно, виходячи із навантаження, яке створює певний тип трафіку для мережі. Наприклад, відеотрафік має вищий коефіцієнт через більші ресурси, які він вимагає для підтримки стабільної якості передачі.

Специфіка IoT-трафіку полягає у великій кількості підключених пристроїв, які регулярно генерують малий за обсягом, але високочастотний трафік. Це призводить до того, що традиційна тарифікація, заснована виключно на обсязі даних або тривалості з'єднань, стає неефективною та економічно необґрунтованою. Відповідно, модель тарифікації для IoT повинна враховувати такі специфічні характеристики, як частота передачі даних, кількість активних сесій, час затримки сигналів та надійність передачі.

Особливість IoT-трафіку в мережах 5G полягає у надзвичайно великій кількості пристроїв, які одночасно генерують великий сумарний обсяг запитів, хоча кожен з них окремо має малий обсяг передачі даних [154, 174, 178, 179–180]. Крім того, IoT-пристрої часто мають жорсткі вимоги до низьких затримок і стабільності зв'язку (наприклад, розумні датчики, сенсори безпеки), що потребує спеціалізованого підходу до тарифікації, окремого від традиційних сервісів. Відповідно, саме в умовах 5G важливим є глибоке розуміння і точне врахування цих специфічних особливостей.

Інтегральний показник IoT-трафіку показано у формулі:

$$IoT_{ij} = r_1 \cdot \frac{N_{ij}}{N_{\max}} - r_2 \cdot \frac{CF_{ij}}{CF_{\max}} - r_3 \cdot \frac{DP_{ij}}{DP_{\max}}, \quad (2.5)$$

$N_{ij}$  - кількість IoT-пристроїв, підключених до мережі користувачем  $i$ ;

$N_{\max}$  - максимальна або типова кількість пристроїв, що використовується для нормалізації;

$CF_{ij}$  - середня частота звернень пристроїв користувача  $i$  до мережі за одиницю часу;

$CF_{\max}$  - максимально очікувана частота звернень для нормалізації;

$DP_{ij}$  - середній обсяг даних за одне звернення IoT-пристрою (у кБ);

$DP_{\max}$  - максимальний або типовий розмір пакету даних, який використовується для нормалізації.

Вагові коефіцієнти  $r_1, r_2, r_3$ , які визначають значущість кожного з параметрів у формулі. Вони можуть бути експертно визначені з урахуванням специфіки і технологічних особливостей IoT-рішень.

Параметри нормалізації визначаються на основі аналізу реальних чи прогнозованих даних трафіку IoT-пристроїв у мережі.

У дисертаційному дослідженні використання нормалізації зумовлене необхідністю забезпечити коректність та порівнюваність інтегральних показників, що формуються з різних параметрів. Через те, що параметри мають різні масштаби і одиниці вимірювання, без нормалізації окремі показники могли б непропорційно впливати на кінцеві результати тарифікаційної моделі. Впровадження нормалізації дозволяє враховувати значення параметрів у єдиній логічній шкалі, що значно підвищує 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:

$$T_{ij}^{5G} = (QoS_{ij} + SLA_{ij} + TR_{ij} + IoT_{ij}) \cdot \frac{1}{n} \sum_{n=1}^N \alpha, \quad (2.6)$$



$QoS_{ij}$  - 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 (2.6), 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. 2.7, 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.

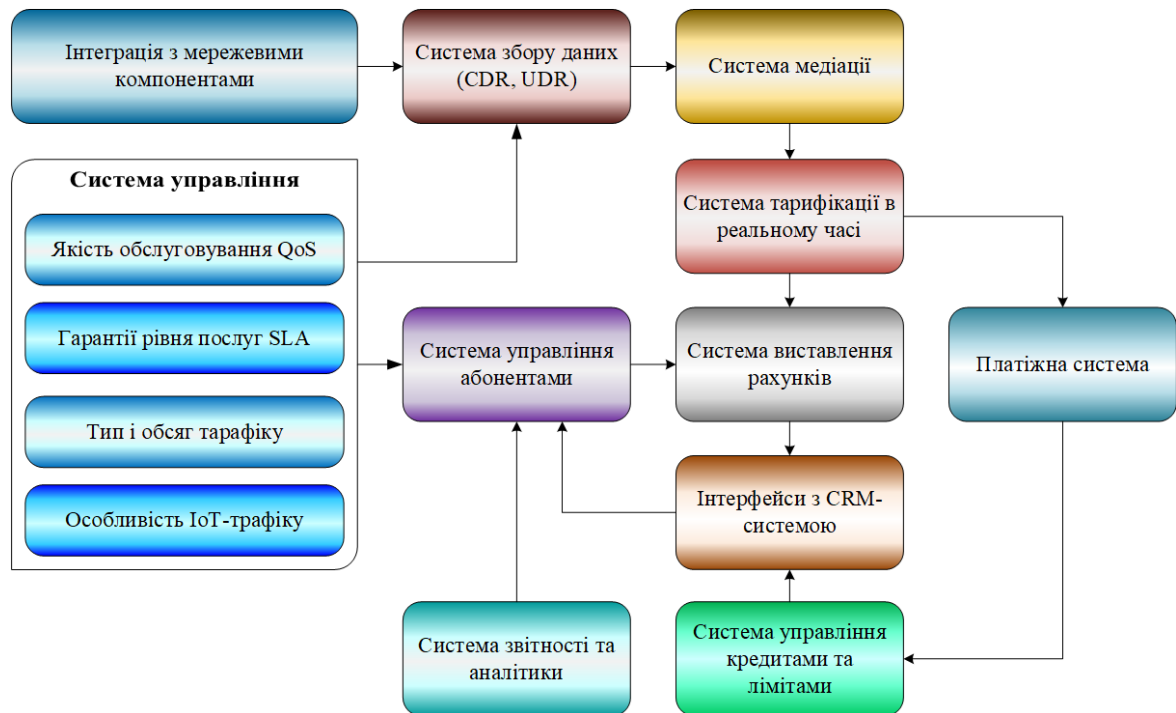


Рис. 2.7. Модель тарифікації мультисервісного середовища та Інтернету речей в 5G мережах (розроблено автором)

Отримані дані стандартизуються системою медіації і передаються до системи тарифікації в реальному часі, яка реалізує підхід, описаний у формулі (2.6), - 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.

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. 2.7 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 [181, 182].

У контексті реалізації запропонованої моделі тарифікації важливим є використання регресійного аналізу, який дозволяє формалізувати кількісні залежності між тарифом і визначеними факторами. Регресійний аналіз, зокрема багатофакторна регресія, дає можливість встановлювати точний математичний зв'язок між тарифом  $T$  та низкою факторів  $X_1, X_1, \dots, X_n$ . Математично такий зв'язок найчастіше подають формулою:

$$T = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon, \quad (2.7)$$

де  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$  - коефіцієнти регресії, що визначають ступінь впливу кожного фактора, а  $\varepsilon$  - похибка моделі, яка враховує неформалізовані чинники.

Регресійний аналіз у контексті 5G є вигідним завдяки можливості кількісної оцінки впливу множини факторів, що забезпечує чіткість і прозорість розрахунків тарифів. Він дозволяє легко інтегруватися з наявними білінговими системами, використовуючи вже існуючі набори історичних даних. Тим не менше, обмеження методу полягають у складності врахування нелінійних залежностей і якісних факторів, а також у необхідності наявності великої кількості достовірних даних для побудови якісних регресійних моделей.

Водночас, специфіка мультисервісних середовищ мереж 5G вимагає сегментації клієнтів та послуг на групи, що мають схожі характеристики використання ресурсів. Для цього доцільно застосовувати кластерний аналіз, який ґрунтується на знаходженні внутрішньої однорідності даних та виділенні кластерів за їхніми характеристиками. Формально, застосовуючи популярний алгоритм кластеризації (наприклад, K-means), відбувається мінімізація суми квадратів відстаней між елементами кластера і його центром, що виражається формулою:

$$J = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{N_k} \|x_i^{(k)} - c_k\|^2, \quad (2.8)$$

де  $K$  – кількість кластерів,  $N_k$  – кількість елементів у кластері  $k$ ,  $x_i^{(k)}$  – елементи кластера,  $c_k$  – центроїди (центри кластерів).

Кластерний аналіз має важливу перевагу у здатності до глибокої сегментації клієнтів, що особливо актуально для диференційованого підходу тарифікації послуг у мережах 5G. Він дозволяє ефективно виділяти однорідні групи користувачів, надаючи операторам можливість розробляти персоналізовані тарифні пакети. Проте метод має певні обмеження, зокрема, залежність результатів від вибору кількості кластерів, яка часто встановлюється експертним шляхом, що може впливати на суб'єктивність і точність кінцевих результатів сегментації.

Нечітка логіка, у свою чергу, забезпечує ефективне врахування суб'єктивних та нечітких критеріїв тарифікації, що неможливо точно виразити через жорсткі математичні залежності. Використання нечіткої логіки передбачає формування нечітких множин і нечітких правил, які дозволяють перетворювати нечіткі вхідні

параметри  $X$  на вихідний показник  $Y$ . Формула приналежності елемента  $x$  до нечіткої множини  $A$  має вигляд:

$$\mu_A(x): X \rightarrow [0,1], \quad (2.9)$$

де  $\mu_A(x)$  визначає ступінь належності елемента  $x$  множині  $A$ .

Нечітка логіка має суттєву перевагу в контексті тарифікації послуг 5G завдяки ефективному врахуванню нечітких, суб'єктивних або якісних характеристик, які важко точно виразити кількісно. Це дозволяє більш точно формалізувати такі аспекти, як задоволеність користувача чи якість сприйняття послуги. Однак складність цього методу полягає у необхідності експертного визначення функцій належності, а також складності інтеграції таких моделей у стандартні білінгові системи, які зазвичай орієнтовані на більш прозорі та однозначні розрахунки.

Методи машинного навчання дозволяють створювати адаптивні моделі, здатні самостійно налаштовувати свої параметри на основі історичних даних про використання послуг та стан мережі. Важливою перевагою таких моделей є їх здатність до прогнозування та динамічного коригування тарифів відповідно до змінних умов мережі. Загалом, моделі машинного навчання можуть бути формалізовані як оптимізаційні задачі, де відбувається мінімізація деякої функції втрат  $L(y, f(x))$ , що має наступний загальний вигляд:

$$\min_{\theta} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N L(y_i, f_{\theta}(x_i)), \quad (2.10)$$

де  $f_{\theta}(x_i)$  - модель машинного навчання з параметрами  $\theta$ ,  $y_i$  – реальні значення тарифів, а  $N$  – кількість точок даних.

Методи машинного навчання характеризуються перевагою у високій адаптивності та точності прогнозування, особливо в умовах змінних параметрів мереж 5G. Вони дозволяють автоматично налаштовувати тарифи відповідно до поточних умов використання мережевих ресурсів. Водночас, суттєвими обмеженнями машинного навчання є потреба у значних обсягах даних для тренування моделей, складність налаштування і підтримки, а також обмежена

прозорість прийняття рішень моделями, що може ускладнювати обґрунтування тарифів для кінцевих користувачів.

Аналіз переваг і недоліків розглянутих методів реалізації тарифікаційної моделі у контексті мереж 5G показав, що жоден із них окремо не забезпечує повного врахування складності тарифікації у мультисервісному середовищі. Регресійний аналіз є доцільним для кількісного визначення впливу параметрів QoS, SLA, типу та обсягу трафіку, а також IoT-навантаження на підсумковий тариф. Кластерний аналіз, у свою чергу, забезпечує групування користувачів, сервісів або типів трафіку за подібними характеристиками, що є важливим для формування адаптивних тарифних пропозицій. Нечітка логіка та методи машинного навчання також можуть використовуватися для реалізації подібних моделей, однак у межах цього дослідження вони не обрані як основні інструменти подальшого практичного аналізу через вищу складність налаштування, потребу у значних обсягах вхідних даних, складність інтерпретації результатів та обмежену прозорість для управлінського обґрунтування тарифних рішень. З огляду на специфіку поставленого завдання найбільш науково обґрунтованим і практично придатним є поєднання регресійного та кластерного аналізу, що дозволяє ефективно використовувати переваги кожного з цих методів, взаємно компенсувати їхні окремі обмеження та забезпечити комплексний розрахунок тарифів.

## Висновки до розділу 2

1. Узагальнення факторів впливу на процеси управління телекомунікаційними підприємствами в умовах воєнного стану засвідчує, що сукупність воєнно-інфраструктурних, енергетичних, кібернетичних, демографічних, регуляторних, фінансово-економічних і соціально-політичних чинників зумовлює трансформацію телекомунікаційного сектору через підвищення вимог до стійкості мереж, адаптивності бізнес-моделей та посилення міжнародної конвергенції.

2. Аналіз організаційно-технологічних аспектів управління телекомунікаційними підприємствами України в умовах переходу до 5G засвідчив стійкий висхідний вектор у мобільному сегменті, де лідери — ПрАТ «Київстар», ПрАТ «ВФ Україна» та ТОВ «Лайфсел» — демонструють системне зростання виручки протягом 2020–2025 рр. Беззаперечним лідером ринку залишається ПрАТ «Київстар», який стабільно утримує найбільші обсяги доходів і прибутків. Оцінка основних показників ПрАТ «Київстар» свідчить про значне масштабування бізнесу, зміцнення фінансової стійкості, але водночас про поступове зниження маржинальності та ефективності використання активів. Динаміка ключових фінансово-економічних показників ПрАТ «ВФ Україна» свідчить про загальне підвищення ефективності діяльності підприємства, що проявляється у зростанні доходів, прибутковості та продуктивності праці, попри окремі коливання рентабельності та зниження рівня фінансової незалежності. При цьому, найвищі темпи приросту економічної ефективності спостерігаються у ТОВ «Лайфселл», що вказує на активну ринкову експансію та ефективну конкурентну стратегію. Водночас Укртелеком характеризується низхідною або стагнаційною динамікою доходів, що підтверджує структурне скорочення сегменту фіксованого зв'язку. Загалом ринок демонструє перерозподіл доходності на користь мобільних операторів, що корелює з процесами цифрової трансформації економіки та впровадженням сучасних телекомунікаційних технологій 5G.

Для діагностики ефективності управлінських рішень розраховано інтегральні показники у розрізі ефективності управління активами, персоналом і цифровими трансформаціями бізнес-процесів підприємства. Динаміка інтегральних показників підтверджує, що ПрАТ «Київстар» пройшло етап інтенсивного накопичення активів у 2022–2024 роках та у 2025 році вийшло на рівень високої ресурсної ефективності, де зростання доходів супроводжується якісним підвищенням ефективності управління капіталом та персоналом підприємства. Модель менеджменту ПрАТ «ВФ Україна» за останні п'ять років еволюціонувала від кризового реагування до стратегії сталого інтенсивного зростання, де ключовим фактором ефективності виступає синергія високої кваліфікації персоналу та глибокої цифровізації активів. Динаміка інтегральних показників ефективності управління ресурсами ТОВ «Лайфсел» в цілому відображає підвищення рівня управлінської ефективності підприємства за умов наявності короткострокових флуктуацій.

Встановлено, що контроль і оцінка результатів як один з елементів прийняття управлінських рішень потребує поглибленої систематизації з огляду на розвиток інформаційних систем і технологій 5G. Відповідно, у роботі проведено декомпозицію напрямів моніторингу і контролю в системі прийняття управлінських рішень телекомунікаційними підприємствами. Запропонований науковий підхід враховує основні операції моніторингу і контролю, рекомендовані інформаційні системи і технології, а також систему ключових індикативних показників у розрізі кожного етапу моніторингу і контролю.

3. Удосконалено науково-методичні підходи до моделювання тарифікації телекомунікаційних підприємств у 5G мережах як ключового елементу управління. Зокрема, доведено важливість моделей тарифікації телекомунікаційних підприємств, яка полягає у забезпеченні науково обґрунтованої основи для прийняття управлінських рішень шляхом формалізації взаємозв'язку між витратами, попитом, еластичністю цін, інвестиціями в інфраструктуру та конкурентним середовищем. Така модель виступає ключовим інструментом стратегічного та операційного менеджменту, забезпечуючи баланс між прибутковістю підприємства, конкурентоспроможністю та доступністю послуг для



споживачів. У роботі запропоновано економіко-математичну модель тарифікації телекомунікаційних підприємств у мережі 5G. Вона є комплексною та адаптивною системою оцінювання вартості телекомунікаційної послуги в мережах 5G та 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.

Представлена модель відображає цілісну систему тарифікації, адаптовану до умов мультисервісного середовища та Інтернету речей у мережах п'ятого покоління. 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.

### **РОЗДІЛ 3. ІНСТРУМЕНТИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ І ТАРИФНОЇ ПОЛІТИКИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ У МЕРЕЖАХ 5G**

#### **3.1. Аналіз ефективності запропонованої моделі тарифікації мультисервісного середовища та Інтернету речей в 5G мережах на основі стратегування**

У сучасній науковій літературі з менеджменту поняття стратегування діяльності підприємства трактується як еволюційно розширена категорія стратегічного управління, що поєднує процеси формування бачення, довгострокового цілепокладання, адаптивного планування та безперервного коригування розвитку в умовах невизначеності. Оцінка та аналіз підходів свідчить, що традиційні концепції стратегічного планування, орієнтовані на відносно стабільне середовище, є недостатніми для високотехнологічних галузей, зокрема телекомунікацій, де домінують швидкі технологічні зміни, інтенсивна конкуренція та регуляторні обмеження. У цьому контексті стратегування розглядається як динамічний, ітеративний процес, що інтегрує аналітичні, прогностичні та сценарні інструменти, забезпечуючи гнучкість і адаптивність управління підприємством.

Слід зазначити, що у публікаціях українських учених поняття стратегування діяльності підприємств розглядається ширше, ніж традиційне стратегічне планування. Якщо стратегічне планування переважно пов'язується з формуванням цілей, заходів і ресурсного забезпечення, то стратегування охоплює стратегічне мислення, бачення майбутнього, сценарне прогнозування, вибір стратегічних альтернатив і адаптацію підприємства до умов невизначеності (табл. 3.1). Так, О. Ястремська розглядає стратегування як спосіб стратегічного мислення про майбутнє підприємства, що включає місію, бачення, цілі, аналіз внутрішнього і зовнішнього середовища, вибір системи стратегій, сценарне прогнозування та організаційно-комунікаційне форсайт-забезпечення [183]. У дослідженні авторки

Семантичне узагальнення підходів до визначення понять «стратегування діяльності підприємства» (систематизовано автором)

№	Автор	Зміст поняття стратегування	Науковий підхід	Значення в управлінні підприємством
1	Ястремська О. О., 2023 [183]	Стратегування розглядається як спосіб стратегічного мислення про майбутнє підприємства, що включає місію, бачення, цілі, аналіз середовища, вибір стратегій і сценарне прогнозування	Конкурентно-стійкісний	Дозволяє розглядати стратегування як самостійний управлінський процес, а не лише як етап стратегічного планування
2	Ястремська О. О., 2025 [184]	Стратегування розвитку підприємства пов'язується з формуванням цінності, бренду, репутації, клієнтського досвіду та стратегічних перспектив	Методологічно орієнтований на економіку вражень	Розширює стратегування від внутрішнього планування до формування ринкової привабливості підприємства
3	Шерстюк Р., 2025 [185]	Стратегування не ототожнюється зі стратегічним управлінням, а трактується як спосіб стратегічного мислення і формування стратегій	Розмежувальний	Дає змогу чітко відмежувати формування стратегії від її реалізації
4	Бондар Б. С., 2024 [186]	Стратегування пов'язується з економічною аналітикою, прогнозуванням та економіко-математичним моделюванням	Аналітико-модельний	Забезпечує обґрунтованість стратегічних рішень на основі даних і моделей
5	Пілецька С., Ключ І., Білоус Н., 2024 [187]	Стратегія розвитку формується як система логічно взаємопов'язаних дій в умовах макроекономічної нестабільності	Адаптивний	Орієнтує стратегування на практичні завдання виживання, адаптації та довгострокової ефективності
6	Бабій І. В., Сенік І. С., 2023 [188]	Формування стратегії розвитку ґрунтується на фінансовій діагностиці, оцінці ризиків, ресурсів і факторів середовища	Діагностичний	Підсилює інформаційно-аналітичну основу стратегічних рішень
7	Дейнека В., Бондар Ю., 2023 [189]	Стратегія розвитку визначається як довгостроковий гнучкий план дій з інноваційним напрямом і допустимим рівнем ризику	Планово-інноваційний	Пов'язує стратегування з інноваціями, ресурсним розподілом і прогнозуванням змін

№	Автор	Зміст поняття стратегування	Науковий підхід	Значення в управлінні підприємством
8	Шимановська-Діанич Л. М., Сосян М. М., 2024 [190]	Стратегування розглядається через управління стратегічними змінами під час війни та в поствоєнний період	Змінно-адаптивний	Дає змогу враховувати воєнні ризики, людський капітал і потребу постійного коригування стратегічних орієнтирів
9	Чигрин О., Бондаренко А., 2024 [191]	Стратегічне управління спрямовується на підвищення конкурентоспроможності, мінімізацію ризиків, сталість і соціальну відповідальність	Конкурентно-стійкісний	Орієнтує стратегування на відновлення, конкурентні переваги та стійкість підприємств

2025 року стратегування пов'язується з економікою вражень, тобто з необхідністю формувати не лише конкурентні переваги, а й привабливість підприємства, силу бренду, репутацію та цінність клієнтського досвіду [184].

Р. Шерстюк підкреслює, що стратегування не є тотожним стратегічному управлінню: воно передуює реалізації стратегії та відображає насамперед спосіб стратегічного мислення про майбутнє підприємства [185]. Такий підхід важливий для дисертаційного дослідження з менеджменту, оскільки дозволяє розмежувати стратегування як процес формування стратегічної логіки розвитку і стратегічне управління як ширший процес реалізації, контролю та коригування стратегії. Б. Бондар акцентує увагу на зв'язку стратегування з економічною аналітикою та економіко-математичним моделюванням [186]. У цьому підході стратегування постає не лише як концептуальний процес, а як аналітично обґрунтована діяльність, що спирається на дані, моделі, прогнозування та оцінювання альтернатив в умовах технологічних, геополітичних і ринкових змін. С. Пілецька, І. Ключ і Н. Білоус ототожнюють стратегування з формуванням стратегії розвитку підприємства в умовах макроекономічної нестабільності. Автори підкреслюють, що стратегія має бути сукупністю логічно взаємопов'язаних дій, спрямованих на формування моделей діяльності, а сам стратегічний процес не повинен залишатися формальною процедурою, а має бути орієнтований на практичні управлінські завдання [187]. І.

Бабій та І. Сенік пов'язують формування стратегій розвитку з сучасними методами діагностики. У цьому підході стратегування ґрунтується на оцінюванні фінансового стану, ресурсного забезпечення, ризиків, зовнішніх і внутрішніх факторів, а також на якісному інформаційно-аналітичному забезпеченні підприємства [188]. В. Дейнека та Ю. Бондар трактують стратегію розвитку підприємства як довгостроковий і гнучкий план дій з інноваційним спрямуванням і відповідним рівнем ризику. Важливим у цьому підході є зв'язок стратегування з розподілом ресурсів, адаптацією до зовнішнього середовища, внутрішнім коригуванням і прогнозуванням майбутніх змін [189].

Л. Шимановська-Діанич і М. Сосян акцентують увагу на управлінні стратегічними змінами в умовах війни та повоєнного відновлення. У цьому контексті стратегування набуває адаптивного характеру, оскільки підприємства мають постійно аналізувати зовнішнє середовище, уточнювати стратегічні орієнтири, управляти людським капіталом і оцінювати результати впроваджених змін [190]. О. Чигрин і А. Бондаренко розглядають стратегування як інструмент підвищення конкурентоспроможності підприємств в умовах сучасних викликів. Запропонована ними логіка передбачає поєднання конкурентних, інноваційних, соціально відповідальних і сталих орієнтирів розвитку, що є важливим для українських підприємств у період воєнної та післявоєнної трансформації [191].

На наш погляд, взаємозв'язок між стратегуванням і оптимізацією управлінських рішень телекомунікаційного підприємства полягає в тому, що стратегування формує довгострокові цілі, пріоритети та обмеження розвитку, тоді як оптимізація забезпечує вибір найефективніших альтернатив їх досягнення на основі кількісних критеріїв. У телекомунікаційній галузі, яка характеризується високою капіталомісткістю, технологічною динамікою та регуляторною складністю, стратегічні орієнтири (розвиток мереж, впровадження 5G, цифровізація послуг) задають параметри для побудови економіко-математичних моделей, що оптимізують розподіл ресурсів, тарифну політику та інвестиційні рішення (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Концептуальна схема стратегування діяльності телекомунікаційного підприємства в інтеграційному контурі оптимізації управлінських рішень (запропоновано автором)

Водночас результати оптимізаційних розрахунків виконують зворотну функцію — уточнюють і коригують стратегію з урахуванням реальних обмежень і ринкових умов. Формується замкнений контур управління, у якому стратегування і оптимізація виступають взаємодоповнюючими елементами єдиної системи прийняття обґрунтованих управлінських рішень, спрямованих на підвищення ефективності, конкурентоспроможності та стійкості телекомунікаційного підприємства [192 - 194]. Для підприємств в умовах цифрової трансформації, воєнних загроз і ринкової турбулентності стратегування набуває особливого значення, оскільки дозволяє поєднати довгострокові орієнтири розвитку з гнучкими управлінськими рішеннями.

Згідно з запропонованою концептуальною схемою, тарифна політика займає центральне місце в системі оптимізації управлінських рішень телекомунікаційного підприємства, оскільки виступає одним із ключових об'єктів економіко-математичного моделювання та інструментом досягнення стратегічних цілей підприємства.

У межах аналітико-інструментального рівня управління тарифна політика розглядається як складова оптимізаційних моделей, через які підприємство забезпечує:

- ефективний розподіл ресурсів;
- формування конкурентних переваг;
- баланс між прибутковістю та доступністю послуг;
- адаптацію до ринкових змін і поведінки споживачів.

Відповідно до логіки схеми, стратегування діяльності підприємства визначає:

- цільову функцію тарифної політики;
- критерії ефективності;
- обмеження для тарифних моделей.

Тобто саме стратегічний рівень управління задає:

- бажаний рівень прибутковості;
- цільові сегменти клієнтів;
- пріоритети розвитку мережі;

– обмеження щодо ресурсів, інвестицій та регуляторних вимог.

На основі цих параметрів система оптимізації управлінських рішень формує економіко-математичні моделі тарифікації.

З огляду на складність і багатовимірність тарифікації у мультисервісних мережах 5G, необхідність застосування комбінованого підходу, який поєднує регресійний та кластерний аналіз, є науково-обґрунтованою та практично виправданою. Регресійний аналіз дозволяє ефективно визначити й кількісно формалізувати взаємозв'язки між тарифами та різними факторами впливу, такими як якість обслуговування (QoS), рівень гарантій (SLA) та особливості трафіку. Він забезпечує прозорість та точність моделі завдяки можливості чіткої математичної інтерпретації впливу кожного фактора.

На основі запропонованих в п. 2.3 інтегральних показників моделі тарифікації проведемо регресійний аналіз показників групи параметрів QoS (якість обслуговування):

- швидкість передачі даних - вимірюється в мегабітах за секунду (Мбіт/с);
- затримка передачі - середній час передачі пакетів, вимірюється у мілісекундах (мс);
- джитер (Jitter) - варіативність затримки між пакетами, вимірюється у мілісекундах (мс);
- втрати пакетів втрати пакетів для користувача, вимірюється у %.

Група параметрів гарантії рівня послуг (SLA):

- фактична доступність сервісу – вимірюється у відсотках (%);
- час реакції оператора – вимірюється у хвилинах або годинах;
- час усунення неполадок – вимірюється у хвилинах або годинах.

Група параметрів типу та обсягу трафіку:

- обсяг переданих даних – вимірюється ГБайтах за період (доба/тиждень/місяць);
- частота передачі даних – кількість сесій або пакетів за період;
- тип трафіку – категоріальна змінна (голос, IoT, відео).

Група параметрів IoT-трафіку:



- кількість активних IoT-пристроїв – шт;
- частота звернень IoT-пристроїв до мережі – кількість за годину/добу;
- обсяг даних на одне звернення IoT-пристрою – кБайт або МБайт.

Зазначені параметри слід збирати з урахуванням періодичності, яка може варіюватися залежно від конкретних умов і потреб - щоденно, щогодини або щохвилини. Важливим є також структуроване представлення цих даних, оптимально у вигляді таблиць в базах даних, або графіка, що значно полегшить подальший аналіз і обробку інформації. Крім того, суттєвим є вибір джерел, з яких збираються ці дані. Це можуть бути системи моніторингу мережі оператора, білінгові системи або платформи для IoT. Отриманий набір даних буде репрезентативним і підходящим для якісного та обґрунтованого регресійного аналізу в межах твоєї дисертаційної роботи.

Обрані показники є обґрунтованими з точки зору управлінських рішень, оскільки кожен з них дозволяє менеджменту компанії ефективно керувати якістю послуг, оптимізувати використання ресурсів та приймати стратегічні рішення на основі актуальних даних.

Показники якості обслуговування (швидкість передачі, затримка передачі, джитер, втрати пакетів) дають змогу керівництву оцінити стабільність та продуктивність мережі, визначити пріоритети для подальших інвестицій в інфраструктуру або модернізацію обладнання. Вони безпосередньо впливають на задоволеність користувачів, що має ключове значення для підтримки клієнтської бази та конкурентоспроможності.

Параметри SLA (доступність сервісу, час реакції та усунення неполадок) є ключовими для контролю якості послуг і дотримання договірних умов. Управлінські рішення на основі цих параметрів можуть включати оптимізацію роботи служби підтримки, підвищення кваліфікації персоналу, а також вдосконалення процесів реагування на технічні проблеми.

Показники типу та обсягу трафіку є підґрунтям для прийняття рішень щодо тарифної політики, прогнозування навантажень та планування мережевих ресурсів.

Вони допомагають менеджменту розуміти, які послуги користуються найбільшим попитом, і як краще адаптувати пропозиції під потреби різних груп користувачів.

Параметри IoT-трафіку дозволяють оцінювати динаміку розвитку цього напрямку, а також адаптувати технічну і тарифну політику відповідно до специфічних потреб IoT-клієнтів. Ця інформація особливо цінна для стратегічних рішень щодо розвитку нових послуг і масштабування мережі.

Відповідно, інтегральні показники моделі тарифікації є стратегічно важливими та дозволяють менеджменту компанії комплексно і точно оцінювати стан бізнесу, приймати ефективні рішення щодо управління послугами та підвищувати їхню конкурентоспроможність на ринку.

Проведемо поліноміальний регресійний аналіз параметра якості обслуговування (QoS) включаючи змінні: швидкість передачі, затримка передачі, джитер втрати пакетів.

Нормативні діапазони для параметрів QoS, які відповідають реальним умовам функціонування сучасних мереж 5G:

1. Швидкість передачі даних (Throughput), Мбіт/с:

- Мінімум: 50–100 Мбіт/с (реальна швидкість для більшості абонентів у щоденному використанні).
- Максимум: 500–1500 Мбіт/с (практично досяжна швидкість у густонаселених районах з якісним покриттям).

2. Затримка передачі (Latency), мс:

- Мінімум: 5–10 мс (характерний показник в умовах оптимізованої мережі).
- Максимум: 20–40 мс (реальні значення затримок в умовах завантаженої мережі).

3. Джитер (Jitter), мс:

- Мінімум: 1–3 мс (реальні умови, зазвичай досяжні для якісних мереж).
- Максимум: 5–10 мс (типові значення для реальних експлуатаційних умов).

4. Втрати пакетів (Packet Loss), %:

- Мінімум: до 0,1–0,3 % (типова мінімальна втрата пакетів у добре налаштованій мережі).

- Максимум: до 1–2 % (поширені верхні межі допустимих втрат пакетів для більшості сервісів).

Ці значення відображають орієнтовні технічно обґрунтовані діапазони функціонування мереж 5G у практичних умовах експлуатації та можуть бути використані як вихідна база для аналізу якості послуг [154, 175, 178].

Результати поліноміального регресійного аналізу групи параметрів «Якість обслуговування» (QoS) показано на рис. 3.2.

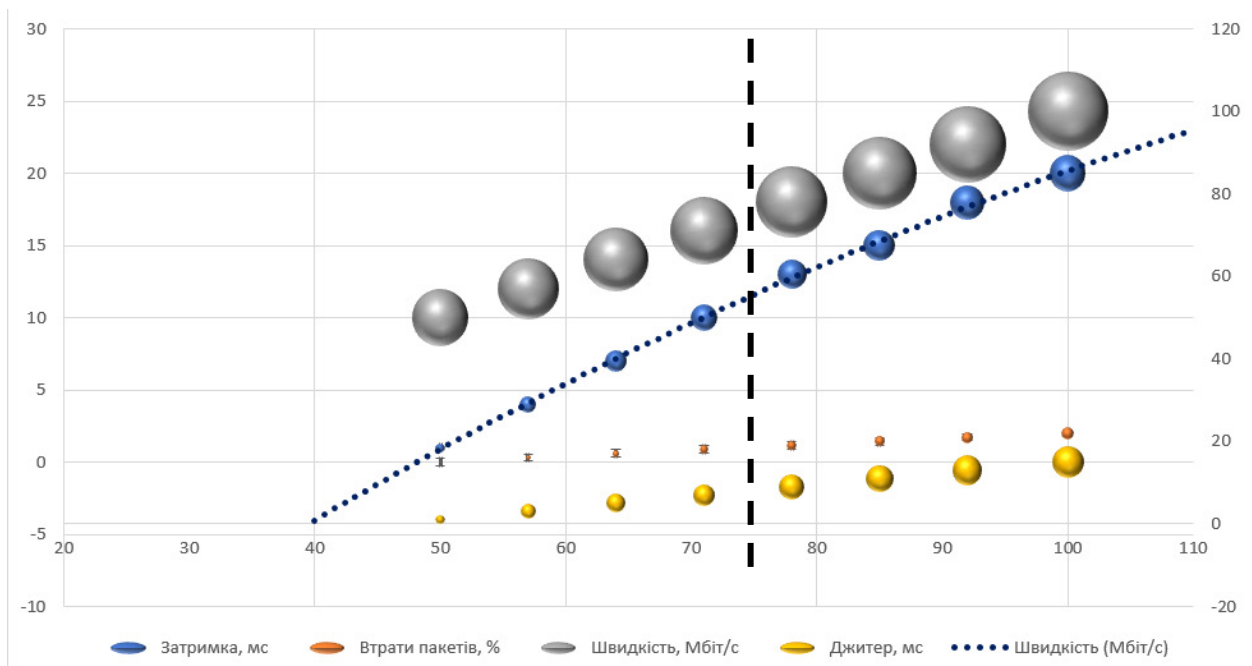


Рис. 3.2. Результативний графік поліноміального регресійного аналізу групи параметрів «Якість обслуговування» (QoS) (розроблено автором)

У контексті регресійного аналізу, зазначені змінні фактори, які впливають на тарифікацію послуг 5G наступним чином:

1. Швидкість передачі даних (Throughput):
  - Вплив: позитивний.
  - Зі зростанням швидкості збільшується цінність послуги, що зазвичай обґрунтовує вищий тариф.
2. Затримка передачі (Latency):

- Вплив: негативний.
- Нижча затримка є ознакою високоякісних, чутливих до затримок послуг, що може призводити до підвищення тарифів через вищу якість обслуговування.

### 3. Джитер (Jitter):

- Вплив: негативний.
- Менший джитер є показником стабільнішої роботи мережі, що відповідає вищим стандартам якості та дозволяє виставляти вищий тариф.

### 4. Втрати пакетів (Packet Loss):

- Вплив: негативний.
- Зменшення втрат пакетів означає підвищену надійність передачі, що також може впливати на підвищення тарифікації.

У контексті регресійного аналізу зазначені змінні фактори характеризують технічну якість послуг 5G та впливають на тарифікацію через рівень пропускну здатності, затримки, стабільності передавання й надійності доставки пакетів [154, 175, 178].

Відповідно, за результатами регресійного аналізу, отримуємо графік, у якій коефіцієнти біля:

- швидкості передачі даних будуть позитивними (зростання швидкості → зростання тарифу),
- затримки, джитера та втрат пакетів будуть негативними (зниження значень → зростання тарифу через кращу якість).

Ці висновки підтвердять важливість оптимізації мережі та якості послуг для обґрунтованого і конкурентоспроможного ціноутворення у середовищі 5G.

Оптимальне (реально досяжне та економічно ефективне) значення якості QoS, згідно з наведеним графіком, становить 75 % (оптимальний min) до 80 % (оптимальний max) з ваговим коефіцієнтом 1,06. У цьому діапазоні досягається прийнятний компроміс між якістю послуг і технічною доступністю мережевої інфраструктури.

У цьому діапазоні досягається хороший компроміс між якістю послуг і технічною доступністю:

- Швидкість передачі даних: 75–92 Мбіт/с. (достатньо висока для більшості сучасних сервісів).
- Затримка: 4–10 мс (оптимальна для комфортної роботи більшості сервісів, зокрема відеозв'язку, онлайн-ігор, потокового відео).
- Джитер: 3–7 мс (достатньо низький для забезпечення стабільності зв'язку без суттєвих коливань).
- Втрати пакетів: 0,3–0,88 % (забезпечує належну якість передачі для більшості застосувань).

У тарифікаційній моделі 5G підвищення технічної якості сервісу може розглядатися як підстава для формування диференційованої тарифної пропозиції, зокрема в умовах розвитку charging-механізмів, мережових зрізів та цифрової монетизації послуг [156, 157, 161, 165].

Як показано на рис. 3.2 цей діапазон є оптимальним, оскільки забезпечує високу якість послуг для споживачів, не потребуючи максимальних інвестицій у мережеву інфраструктуру, які були б необхідні для досягнення абсолютних максимальних показників.

Проведемо поліноміальний регресійний аналіз параметра гарантії рівня послуг (SLA) включаючи змінні: доступність сервісу, час реакції та усунення неполадок.

Нормативні діапазони для параметрів SLA, які відповідають реальним умовам функціонування сучасних мереж 5G:

1. Фактична доступність сервісу (Availability), %:
  - Мінімум: 90–95 % (типові умови доступності сервісу, допустимі в умовах звичайної експлуатації).
  - Максимум: 99,5–99,99 % (реально досяжна доступність у високонадійних та добре оптимізованих мережах).
2. Час реакції оператора (Response Time), хвилини:

- Мінімум: 1–5 хвилин (швидка реакція операторів у випадках пріоритетних звернень та важливих інцидентів).
- Максимум: 15–30 хвилин (реальні значення часу реагування у більшості випадків у щоденних експлуатаційних умовах).

### 3. Час усунення неполадок (Resolution Time), хвилини:

- Мінімум: 1–10 хвилин на добу (оперативне вирішення типових проблем або збоїв у мережі з високим рівнем сервісу).
- Максимум: 30–60 хвилин на 30 днів (типовий діапазон часу усунення неполадок, який допускається в умовах реальної експлуатації).

Ці значення сформовані з урахуванням реальних умов функціонування та експлуатації сучасних 5G-мереж і можуть бути використані як нормативна база для аналізу якості обслуговування та рівня гарантій сервісу [154, 175, 176, 177].

Результати поліноміального регресійного аналізу групи параметрів «Гарантії рівня послуг» (SLA) показано на рис. 3.3.

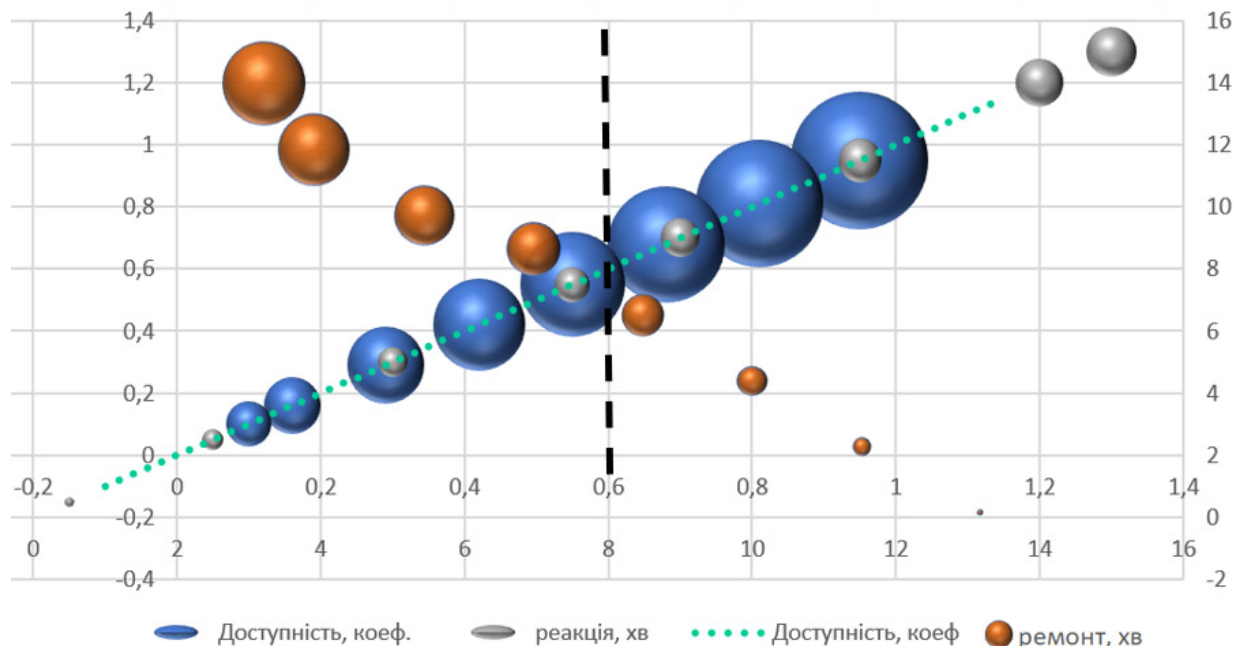


Рис. 3.3. Результативний графік поліноміального регресійного аналізу групи параметрів «Гарантії рівня послуг» (SLA) (розроблено автором)

У контексті регресійного аналізу, представлені SLA-параметри впливають на тарифікацію послуг 5G наступним чином [154, 176, 177]:

1. Фактична доступність сервісу (Availability):

- Вплив: позитивний.
- Зі зростанням доступності сервісу підвищується стабільність і надійність послуг, що дозволяє обґрунтовувати вищі тарифи завдяки вищому рівню гарантій обслуговування.

2. Час реакції оператора (Response Time):

- Вплив: негативний.
- Менший час реакції свідчить про високу оперативність та ефективність підтримки, що є додатковою цінністю, дозволяючи підвищувати тарифи через кращий рівень обслуговування.

3. Час усунення неполадок (Resolution Time):

- Вплив: негативний.
- Зменшення часу усунення неполадок демонструє здатність оператора швидко вирішувати проблеми, що також підвищує цінність сервісу і дозволяє обґрунтовано встановлювати вищий тариф.

За результатом регресійного аналізу, коефіцієнти при:

- доступності сервісу позитивні (зростання доступності → зростання тарифу),
- час реакції оператора та час усунення неполадок негативні (зменшення цих значень → зростання тарифу через вищу оперативність та надійність).

Ці висновки підтвердять необхідність високого рівня SLA-стандартів для формування обґрунтованих і конкурентоспроможних тарифів у мережах 5G [154, 156, 176, 177].

Оптимальне (реально досяжне та економічно ефективне) значення параметрів SLA, згідно з наведеним графіком, становить близько 60 (оптимальний min) до 80 % (оптимальний max) з ваговим коефіцієнтом 1,3.

У цьому діапазоні досягається оптимальний компроміс між високою доступністю сервісу і прийнятною оперативністю обслуговування:

- Фактична доступність сервісу: 99,55–99,68 % (або коефіцієнти 0,55–0,68) (достатньо висока для забезпечення стабільної роботи більшості критичних та комерційних сервісів).
- Час реакції оператора: 5–7,5 хвилин (реалістично швидка реакція на більшість типових проблем у мережі).
- Час усунення неполадок: 0,5–0,7 хвилини (достатньо короткий для швидкого відновлення роботи після технічних збоїв).

Як показано на рис. 3.3 цей діапазон є економічно виправданим і відповідає практичним реаліям більшості сучасних 5G-мереж, забезпечуючи високий рівень обслуговування без надлишкових витрат на технічне забезпечення і персонал.

Проведемо поліноміальний регресійний аналіз групи параметрів типу та обсягу трафіку (TR): обсяг переданих даних, частота передачі даних, тип трафіку (голос, IoT, відео).

Нормативні діапазони для параметрів типу та обсягу трафіку, які відповідають реальним умовам функціонування сучасних мереж 5G:

1. Обсяг переданих даних (за годину), ГБ:
  - Мінімум: 0,1–1 ГБ (характерний для голосового трафіку та IoT-пристроїв з низькою інтенсивністю передачі даних).
  - Максимум: 50–100 ГБ (типові значення для інтенсивних потокових сервісів, зокрема відео високої чіткості).
2. Частота передачі даних (кількість сесій за годину):
  - Мінімум: 10–50 сесій (низька інтенсивність, характерна для окремих IoT-пристроїв та періодичних голосових викликів).
  - Максимум: 1000–5000 сесій (висока інтенсивність, притаманна сервісам потокового відео, відеоконференціям та активним IoT-застосункам).
3. Тип трафіку (голос, IoT, відео):
  - Голосовий: типово характеризується малими обсягами даних (кілька МБ за сесію), але високою частотою та стабільністю передачі.



- IoT: охоплює широкий спектр пристроїв від низькоінтенсивних датчиків (кілька кБайт) до пристроїв з частими та більшими за обсягом передачами даних (кілька МБ).
- Відео: характеризується значними обсягами (від 10 до кількох сотень МБ за сесію), високою частотою сесій та значною вимогливістю до пропускної здатності.

Ці значення базуються на реальному функціонуванні мереж 5G, типових для повсякденних умов експлуатації, і можуть бути використані як нормативна база для аналізу та планування ресурсів і тарифікації послуг.

Результати поліноміального регресійного аналізу групи параметрів типу та обсягу трафіку (TR) показано на рис. 3.4.

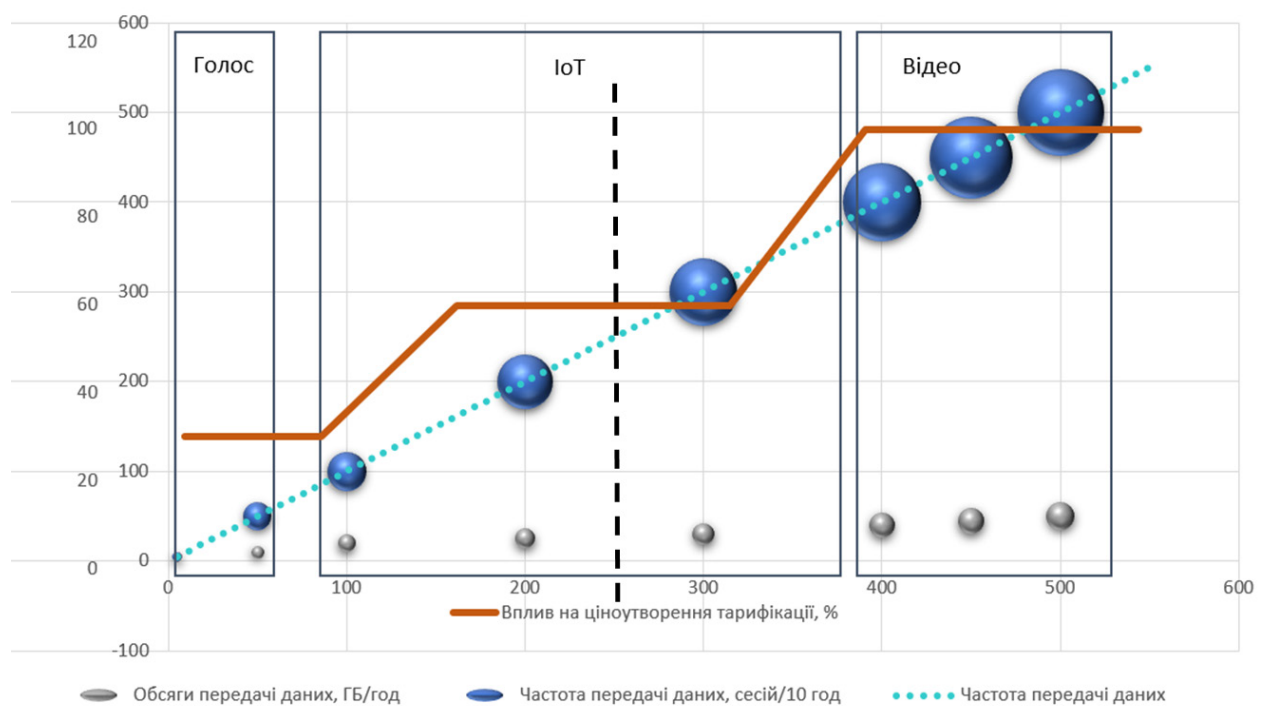


Рис. 3.4. Результативний графік поліноміального регресійного аналізу групи параметрів типу та обсягу трафіку (розроблено автором)

У контексті регресійного аналізу, зазначені змінні типу та обсягу трафіку впливають на тарифікацію послуг 5G наступним чином:

1. Обсяг переданих даних (ГБ/год):

- Вплив: позитивний.
- Зі збільшенням обсягу переданих даних зростає навантаження на мережу, що призводить до підвищення тарифів, особливо при значних обсягах передачі (30–50 ГБ/год).

2. Частота передачі даних (кількість сесій/год):

- Вплив: позитивний.
- Зростання частоти передачі даних підвищує інтенсивність використання мережних ресурсів, що обґрунтовує зростання вартості послуг, особливо за високої інтенсивності (3000–5000 сесій/год).

3. Тип трафіку (голос, IoT, відео):

- Голосовий трафік: середній вплив (помірна вартість послуг через низькі обсяги).
- IoT-трафік: середньо-високий вплив (значна кількість звернень та стабільні середні обсяги).
- Відео-трафік: найвищий вплив (найбільші обсяги та висока частота передачі даних, що найбільше навантажує мережу).

За результатами регресійного аналізу типу трафіку отримуємо коефіцієнт близький до значень:

- обсягу переданих даних і частоти передачі будуть позитивними (зростання цих значень → зростання тарифу),
- категорій типу трафіку, які мають різну вагу, найбільша – для відео, середня – для IoT, і менша – для голосового.

Ці висновки підтверджують важливість врахування інтенсивності та типу трафіку для справедливого, прозорого та ефективного ціноутворення в умовах мереж 5G.

Оптимальне (реально досяжне та економічно ефективне) значення параметрів типу та обсягу трафіку (TR), згідно з наведеною таблицею, становить близько 25–30 ГБ/год із частотою передачі 2000–3000 сесій/год (тип трафіку – IoT). Тому оптимальні значення на формування тарифів параметру типу та обсягу трафіку TR становить 58% - 60% з ваговим коефіцієнтом 1.

У цьому діапазоні досягається оптимальний баланс між інтенсивністю навантаження на мережу і вартістю її підтримки:

- Обсяг переданих даних: 25–30 ГБ/год (забезпечує достатню пропускну здатність для більшості IoT-сервісів).
- Частота передачі даних: 2000–3000 сесій/год (характерна для типових середньо-інтенсивних IoT-застосунків).
- Тип трафіку: IoT (балансує помірні вимоги до ресурсів із економічною доцільністю).

Як показано на рис. 3.4, цей діапазон є оптимальним, оскільки дозволяє забезпечити належну якість послуг для споживачів, не вимагаючи надлишкових інвестицій у мережеву інфраструктуру, які були б необхідні при вищих показниках.

Проведемо поліноміальний регресійний аналіз групи параметрів IoT-трафіку: кількість активних IoT-пристроїв, частота звернень, обсяг даних на одне звернення.

Нормативні діапазони для параметрів IoT-трафіку, які відповідають реальним умовам функціонування сучасних мереж 5G:

1. Кількість активних IoT-пристроїв, шт.:
  - Мінімум: 8–20 пристроїв (типово для невеликих локальних IoT-мереж або тестових систем).
  - Максимум: 40-50 пристроїв (типово для розумних будинків, управляючих офісів компаній). 100–5000 пристроїв (умови великомасштабних IoT-систем, наприклад, у розумних містах чи промислових комплексах – в розрахунках не обґрунтовано до практичного глобального введення 5G).
2. Частота звернень IoT-пристроїв, разів за годину:
  - Мінімум: 1–10 звернень (характерно для низькоінтенсивних пристроїв, таких як датчики температури чи вологості).
  - Максимум: 50–100 звернень (типово для IoT-застосунків з високою активністю, зокрема систем моніторингу безпеки або потокового відеоспостереження).
3. Обсяг даних на одне звернення IoT-пристрою:

- Мінімум: 0,5–5 кБ (малий обсяг, типовий для простих телеметричних пристроїв).
- Максимум: 1–50 МБ (великий обсяг, характерний для застосунків з передачею мультимедійних даних, наприклад, зображень або відео).

Ці значення базуються на реальному функціонуванні IoT-пристроїв у мережах 5G і можуть використовуватись як нормативна база для аналізу якості та планування відповідних мережевих ресурсів [154, 174, 177, 178].

Результати поліноміального регресійного аналізу групи параметрів IoT-трафіку показано на рис. 3.5.

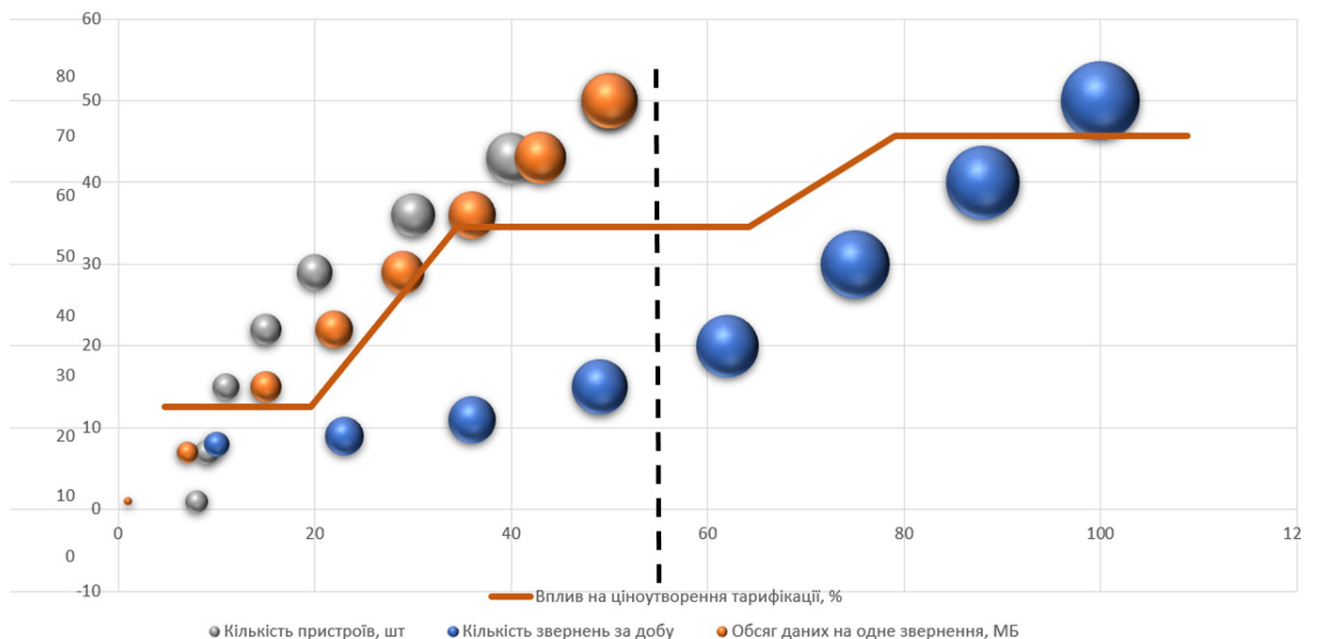


Рис. 3.5. Результативний графік поліноміального регресійного аналізу групи параметрів IoT-трафіку (розроблено автором)

У контексті регресійного аналізу зазначені змінні IoT-трафіку впливають на тарифікацію послуг 5G, оскільки визначають рівень навантаження на мережу, обсяг використаних ресурсів і потребу в масштабуванні інфраструктури [120, 125, 154, 177] наступним чином:

#### 1. Кількість активних IoT-пристроїв:

- Вплив: позитивний.

- Зі збільшенням кількості активних пристроїв зростає загальне навантаження на мережу, що призводить до підвищення тарифів через необхідність більшої підтримки і ресурсів.
2. Частота звернень IoT-пристроїв за добу:
- Вплив: позитивний.
  - Вища частота звернень збільшує використання мережних ресурсів і трафік, що також підвищує вартість послуг.
3. Обсяг даних на одне звернення IoT-пристрою:
- Вплив: позитивний.
  - Збільшення обсягу даних на одне звернення створює додаткове навантаження на пропускну здатність мережі, що обґрунтовує вищі тарифи.

За результатами регресійного аналізу отримуємо графік, в якому коефіцієнти біля:

- кількості активних IoT-пристроїв, частоти звернень та обсягу даних на звернення будуть позитивними (зростання цих значень → зростання тарифу).

Ці висновки підтверджують необхідність врахування параметрів IoT-трафіку для справедливого та ефективного ціноутворення в сучасних мережах 5G [120, 125, 154, 177].

Оптимальне (реально досяжне та економічно ефективне) значення параметрів IoT-трафіку, згідно з наведеним графіком, становить близько 20-30 активних пристроїв із частотою звернень 62-75 рази за добу та обсягом даних 29-36 МБ на одне звернення.

Таким чином, оптимальне значення впливу на формування тарифів параметрів IoT-трафіку становить близько 55% (оптимальний min) до 65 % (оптимальний max) з ваговим коефіцієнтом 1,15.

У цьому діапазоні досягається оптимальний баланс між навантаженням на мережу і витратами на її підтримку:

- Кількість активних IoT-пристроїв: 20-30 шт (характерна для середньо масштабних IoT-систем, що забезпечує ефективне управління ресурсами мережі).

- Частота звернень: 62-75 звернення за добу (оптимальна для забезпечення своєчасної передачі даних без перевантаження мережі).
- Обсяг даних на одне звернення: 29-36 МБ (збалансований розмір для більшості IoT-застосувань, що забезпечує достатній обсяг інформації без зайвого навантаження на канали зв'язку).

Як показано на рис. 3.5, цей діапазон є оптимальним, оскільки дозволяє забезпечити якісне функціонування IoT-рішень, не вимагаючи значних додаткових інвестицій у мережеву інфраструктуру та оптимізуючи загальну вартість послуг.

Теоретично визначені вагові коефіцієнти  $w$ , що були задані експертно у формулі (2.6), за результатами аналізу *можна замінити на емпірично отримані регресійні коефіцієнти*, що збільшить точність та обґрунтованість моделі [179, 180, 181].

Проведений поліноміальний регресійний аналіз моделі тарифікації 5G дозволив кількісно оцінити внесок різних груп чинників у формування оптимального тарифу та визначити рекомендації для мережевого планування і стратегії ціноутворення [156, 157, 161, 165]. Параметри QoS (швидкість, затримка, надійність з'єднання) виявилися потужними драйверами тарифу: поліпшення цих показників дає змогу підвищувати ціни, але до певної межі оптимальності, за якою витрати зростають швидше, ніж вигода. Показники SLA (доступність сервісу і оперативність підтримки) є ключовими для преміальних сегментів ринку – високі стандарти сервісу виправдовують вищі тарифи, і оператору доцільно інвестувати в надійність до рівня, близького до практичного оптимуму (~99.6% доступності). Характер трафіку та його обсяг мають суттєвий вплив: модель підтвердила, що тарифи повинні враховувати навантаження на мережу. Важкі користувачі (особливо споживачі відео контенту) повинні або платити більше, або приймати політики обмеження, тоді як користувачі з малим трафіком можуть обслуговуватися за нижчими цінами – це забезпечує і справедливість, і окупність мережі. IoT-навантаження як новий виклик 5G теж вимагає окремої уваги: масове підключення пристроїв може стати значним джерелом доходу, але потребує гнучких тарифних

моделей (плата за пристрій, за повідомлення тощо) та оптимізації мережевих ресурсів під такий трафік.

Отримані результати підтверджують доцільність переходу від експертно заданих вагових коефіцієнтів до емпірично обґрунтованих регресійних коефіцієнтів, що дозволяє підвищити точність тарифікаційної моделі та забезпечити її узгодженість із методичними підходами до побудови інтегральних показників і регресійного аналізу [179–181].

Зіставлення результатів авторського моделювання з наявними дослідженнями та практиками тарифікації 5G підтверджує їхню наукову обґрунтованість і прикладну актуальність. Виявлені впливи параметрів на тариф узгоджуються з ринковою практикою диференціації тарифів за швидкістю, обсягом даних і типом послуг, а також із техніко-економічними умовами функціонування мереж 5G, зокрема потребою забезпечення якості обслуговування, рівня сервісних гарантій та ефективної монетизації мережевих ресурсів [154, 156, 157, 161, 174, 176, 177].

Варто зазначити, що побудована модель тарифікації 5G не лише пояснює поточні спрямування, але й формує інструмент для обґрунтованого планування тарифів. Менеджмент оператора може використовувати отримані результати під час розроблення нових тарифних пропозицій, зокрема преміальних планів із гарантованими параметрами QoS та SLA, окремих IoT-планів для корпоративних клієнтів, а також справедливих лімітів трафіку в масових пакетах [156, 157, 161, 165].

Комбінування кластерного підходу з регресійним аналізом є ефективною методичною основою для виявлення багатовимірних взаємозв'язків у 5G-мережах, оскільки дозволяє одночасно враховувати сегментацію сервісів, відмінності у споживчому навантаженні та кількісний вплив параметрів на тариф [181, 182]. Такий підхід дає змогу прогнозувати вплив технологічних рішень на фінансові показники оператора та визначати оптимальні точки рівноваги між якістю обслуговування і рівнем тарифів, що є особливо важливим в умовах конкурентного розвитку 5G.

### **3.2. Удосконалення підходів до сегментації телекомунікаційних сервісів для формування адаптивних тарифів підприємств**

Сегментація телекомунікаційних сервісів – це стратегічний процес поділу ринку на чітко визначені категорії послуг та групи споживачів, що використовується для адаптації пропозицій, підвищення лояльності клієнтів і формування більш ефективної комерційної політики [37–43]. На глобальному рівні мобільні оператори застосовують сегментацію, щоб адаптувати свої пропозиції до різних потреб користувачів, збільшити доходи та підвищити лояльність клієнтів. У практиці це означає розподіл послуг за типами (голосові дзвінки, передача даних, роумінг, додаткові *value-added* сервіси тощо) та розробку спеціальних тарифних пакетів для різних цільових сегментів споживачів (масовий ринок, молодь, корпоративні клієнти, туристи тощо).

Сучасна сегментація — це динамічний процес, що супроводжується постійним аналізом активного циклу клієнта [37–40, 85, 86]. Оператори прагнуть не лише залучити, а й утримати користувача через персоналізовані підходи, аналітику та точкові пропозиції, підтримуючи довгострокову лояльність.

Цілі сегментації сервісів: персоналізація пропозицій (розробка індивідуалізованих пакетів послуг), підвищення лояльності, зниження відтоку, оптимізація витрат на маркетинг, збільшення прибутковості, виявлення нових ринкових ніш, тобто адаптація бізнес-стратегії до вимог ринку [41–43].

У контексті формування адаптивних тарифів сегментація набуває особливого значення, оскільки дозволяє узгодити параметри послуг, рівень споживання, якість обслуговування та економічну цінність сервісу для різних груп користувачів. Це відповідає загальній логіці монетизації 5G-сервісів, розвитку charging-механізмів і диференціації тарифних моделей залежно від типу послуг та мережевого навантаження [120, 156, 157, 161, 165].

На основі проведеного дослідження сегментації сервісів зв'язку, проведемо кластерний аналіз методом K-means (K-середніх) - це метод поділу множини об'єктів на  $K$  кластерів, при якому кожен об'єкт відноситься до того кластеру,



центроїд (середнє значення ознак) якого є найближчим (зазвичай за евклідовою відстанню) [182, 195, 196].

Структуруємо сервіси у сегменти на основі параметру – «Специфіка використання» (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Сегментація сервісів зв'язку за специфікацією використання  
(розроблено автором)

1. Базові послуги (комунікаційні)	Голосові сервіси (VoLTE, VoNR, SMC) Мобільний широкосмуговий доступ (інтернет) Відеозв'язок (конференції, Zoom, Skype) GPS-навігація, геолокація
2. Мультимедійні та розважальні сервіси	Передача файлів і даних (документи, фото, відео, хмарні сервіси) Мобільні ігри Мультимедійні сервіси (аудіо- і відеострімінг) Високошвидкісні мультимедіа (VR/AR в реальному часі, Ultra-HD відео) AR/VR сервіси (віртуальні робочі простори, освітні сервіси)
3. IoT та індустріальні сервіси	Масовий Інтернет речей (розумні будинки, міста, лічильники) Критичні сервіси IoT (телемедицина, автономні транспортні засоби) Індустріальні сервіси (Industry 4.0: віддалене керування обладнанням, цифрові близнюки) Інтелектуальні транспортні системи (V2X, навігація, управління трафіком) Сервіси з ультранизькою затримкою (віддалене керування технікою, трансляція подій)
4. Бізнес та корпоративні сервіси	VPN, віддалений доступ до корпоративних додатків Мобільний банкінг, NFC-платежі Роумінгові сервіси (голосовий та інтернет-роумінг) Системи безпеки та відеонагляд (відеоспостереження та аналітика)

Сервіси були сегментовані за функціональним принципом, тобто за типом і специфікою використання, яка визначає характер сервісів, їх цільову аудиторію та технологічні вимоги [37–43]:

1. Базові послуги (комунікаційні):

– Основний принцип — забезпечення базових комунікаційних функцій: дзвінки, інтернет-з'єднання, геолокація.

2. Мультимедійні та розважальні сервіси:

– Принцип кластеризації — високі вимоги до пропускну здатності мережі, висока якість і швидкість передачі даних для мультимедіа та розваг.

3. IoT та індустріальні сервіси:

– Основою кластеризації виступають специфічні технічні вимоги: наднизька затримка, надійність, точність, масштабованість та промислові застосування.

#### 4. Бізнес та корпоративні сервіси:

– Кластеризовані за принципом орієнтації на корпоративний та бізнес-сектор, включаючи специфіку безпеки, фінансових операцій, мобільність співробітників і роумінг.

Параметром кластеризації є функціонально-технологічні вимоги і призначення сервісів.

Проведемо нормалізацію даних у сегментації сервісів, іншими словами масштабуємо значення ознак у діапазон, що дозволяє уникнути домінування одних змінних над іншими через різні одиниці вимірювання чи великі відмінності у величинах [179, 181, 182]. Нормалізацію для зручності проведено за *методом min-max*, коли всі значення переведені в діапазон [0;1]:

$$x_{norm} = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}, \quad (3.1)$$

- $x$  - вихідне значення параметра;
- $x_{min}$  - мінімальне значення параметра в наборі даних;
- $x_{max}$  - максимальне значення параметра в наборі даних.

Така нормалізація робить кожен параметр рівнозначним у кластерному аналізі, що гарантує більш точні та інформативні результати (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Нормалізовані дані сервісів (*сформовано автором на основі власних розрахунків*)

Сервіс	Група специфіки	Нормалізовано
Голосові сервіси	1	0.00
Мобільний широкосмуговий доступ	1	0.00
Відеозв'язок	1	0.00
GPS-навігація	1	0.00
Передача файлів і даних	2	0.33

Сервіс	Група специфіки	Нормалізовано
Мобільні ігри	2	0.33
Мультимедійні сервіси	2	0.33
Високошвидкісні мультимедіа	2	0.33
AR/VR сервіси	2	0.33
Масовий Інтернет речей	3	0.67
Критичні сервіси IoT	3	0.67
Індустріальні сервіси	3	0.67
Інтелектуальні транспортні системи	3	0.67
Сервіси з ультранизькою затримкою	3	0.67
VPN, віддалений доступ	4	1.00
Мобільний банкінг, NFC	4	1.00
Роумінгові сервіси	4	1.00
Системи безпеки та відеонагляд	4	1.00

Визначаємо оптимальну кількість кластерів за допомогою методу ліктя (elbow method), який базується на аналізі зміни внутрішньокластерної дисперсії (інерції) залежно від кількості кластерів. Результати представлені на рис. 3.6.

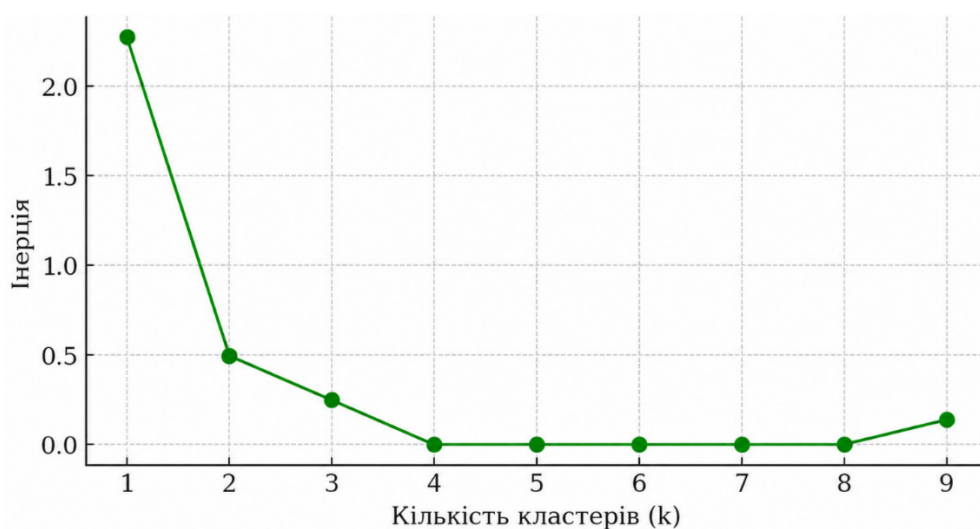


Рис. 3.6. Оптимальна кількість кластерів за методом ліктя  
(розроблено автором)

Згідно з методом ліктя (elbow method) [182, 196 - 198], оптимальною кількістю кластерів є 4. Це добре видно з рис. 3.6, де відображається залежність цієї дисперсії від кількості кластерів, оскільки саме на точці  $k=4$  спостерігається виразне сповільнення зменшення інерції (сума квадратів відстаней до центроїдів). Отже, найбільш ефективним є використання 4 кластерів.

Для подальшого аналізу випадково обираємо  $k$ -початкових центроїдів із даних для кластеризації (із табл. 3.3):

1. Голосові сервіси — Група специфіки: 1 (Нормалізовано: 0.00);
2. Мобільний широкосмуговий доступ — Група специфіки: 1 (Нормалізовано: 0.00);
3. AR/VR сервіси — Група специфіки: 2 (Нормалізовано: 0.33);
4. Мобільні ігри — Група специфіки: 2 (Нормалізовано: 0.33).

Дані центроїди – це початкові точки у подальшій кластеризації методом К-середніх.

Для кожного сервісу розрахуємо евклідову відстань як міру схожості (або несхожості) між двома об'єктами, що обчислюється як геометрична відстань між точками у багатовимірному просторі ознак, до кожного з центроїдів (табл. 3.4) за формулою:

$$d(x, c) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - c_i)^2}, \quad (3.2)$$

- $x_i$  - значення нормалізованого параметра кластеризації для конкретного сервісу.
- $c_i$  - значення цього ж параметра для центроїда.
- $n$  - кількість параметрів, які використовуються для розрахунку.

В табл. 3.3 представлено результати розрахунку евклідових відстаней до кожного з обраних центроїдів, тобто визначення приналежності об'єкта до кластера.

## Евклідові відстані до центроїдів

(сформовано автором на основі власних розрахунків)

Сервіс	Центроїд 1 (Голосові сервіси)	Центроїд 2 (Мобільний ширококутовий доступ)	Центроїд 3 (AR/VR сервіси)	Центроїд 4 (Мобільні ігри)
Голосові сервіси	0.00	0.00	0.33	0.33
Мобільний ширококутовий доступ	0.00	0.00	0.33	0.33
Відеозв'язок	0.00	0.00	0.33	0.33
GPS-навігація	0.00	0.00	0.33	0.33
Передача файлів і даних	0.33	0.33	0.00	0.00
Мобільні ігри	0.33	0.33	0.00	0.00
Мультимедійні сервіси	0.33	0.33	0.00	0.00
Високошвидкісні мультимедіа	0.33	0.33	0.00	0.00
AR/VR сервіси	0.33	0.33	0.00	0.00
Масовий Інтернет речей	0.67	0.67	0.33	0.33
Критичні сервіси IoT	0.67	0.67	0.33	0.33
Індустріальні сервіси	0.67	0.67	0.33	0.33
Інтелектуальні транспортні системи	0.67	0.67	0.33	0.33
Сервіси з ультранизькою затримкою	0.67	0.67	0.33	0.33
VPN, віддалений доступ	1.00	1.00	0.67	0.67
Мобільний банкінг, NFC	1.00	1.00	0.67	0.67
Роумінгові сервіси	1.00	1.00	0.67	0.67
Системи безпеки та відеонагляд	1.00	1.00	0.67	0.67

Для подальшого аналізу проведемо розподіл сервісів за кластерами (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

## Розподіл сервісів за кластерами

(сформовано автором на основі власних розрахунків)

Сервіс	Нормалізовано	Кластер
Голосові сервіси	0.00	1
Мобільний ширококутовий доступ	0.00	1
Відеозв'язок	0.00	1
GPS-навігація	0.00	1
Передача файлів і даних	0.33	3
Мобільні ігри	0.33	3
Мультимедійні сервіси	0.33	3
Високошвидкісні мультимедіа	0.33	3
AR/VR сервіси	0.33	3

Сервіс	Нормалізовано	Кластер
Масовий Інтернет речей	0.67	3
Критичні сервіси IoT	0.67	3
Індустріальні сервіси	0.67	3
Інтелектуальні транспортні системи	0.67	3
Сервіси з ультранизькою затримкою	0.67	3
VPN, віддалений доступ	1.00	3
Мобільний банкінг, NFC	1.00	3
Роумінгові сервіси	1.00	3
Системи безпеки та відеонагляд	1.00	3

Варто зазначити, що сервіси розподілились за двома кластерами, оскільки деякі центроїди збігалися за своїми значеннями, що призвело до об'єднання в один кластер. Наступний цикл кластерного аналізу – обчислення нових центроїди, які є середнім значенням параметрів сервісів, що входять до кожного кластера (з табл. 3.5).

Таблиця 3.6

Нові центроїди кластерів (сформовано автором на основі власних розрахунків)

Кластер	Новий центроїд (середнє значення)
1.0	0.00
3.0	0.64

В табл. 3.6 наведено нові центроїди, що представляють середнє значення параметрів сервісів, які входять до кожного кластера:

- Кластер 1: Новий центроїд = 0.00;
- Кластер 3: Новий центроїд = 0.64.

Ці оновлені центроїди більш точно відображають середнє положення груп сервісів у їхніх кластерах.

Для наочного відображення взаємозв'язки між групами сервісів відповідно до їх нормалізованих значень центроїдів, побудуємо дендрограму кластеризації сервісів, рис. 3.7.

Результат кластеризації сервісів послуг зв'язку за методом K-means (K-середніх) показує групування їх за відстанню: менша відстань свідчить про більш схожі характеристики, а більша — про суттєві відмінності. Візуально можна виділити чіткі групи, що відповідають раніше визначеним кластерам.

З точки зору кластерного аналізу сервісів зв'язку, враховуючи специфіку використання та навантаження на білінгову систему, важливим аспектом є оптимізація структури тарифних планів відповідно до кластерних груп, визначених за центроїдами [160, 161, 167]. Кожен кластер об'єднує сервіси зі схожими технологічними вимогами, інтенсивністю використання ресурсів мережі та параметрами обліку трафіку. Такий підхід дозволяє стандартизувати й агрегувати параметри тарифікації, що сприяє суттєвому спрощенню механізму обробки білінгових даних [155, 160, 167].

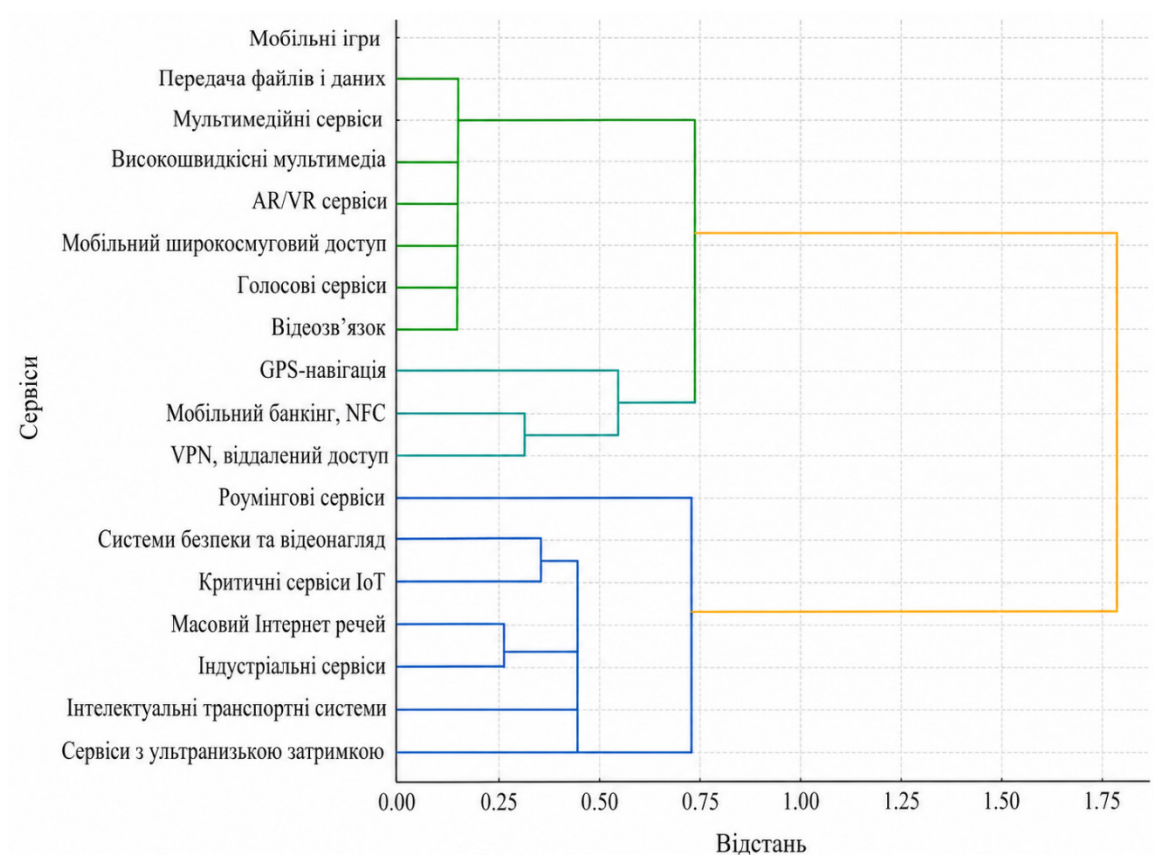


Рис. 3.7. Дендрограма кластеризації сервісів (побудовано автором на основі власних розрахунків)

Групування тарифних планів відповідно до центрів кластерів (центроїдів) зменшує кількість унікальних правил тарифікації, які потрібно перевіряти і застосовувати для кожного конкретного сервісу. Це, в свою чергу, суттєво скорочує кількість транзакцій і обчислювальних операцій, які білінгова система виконує в

реальному часі [160, 161, 165, 167]. Кластерний аналіз не тільки забезпечує логічну та ефективну організацію послуг зв'язку, але й дозволяє знизити навантаження на інфраструктуру обліку та розрахунків, зменшити кількість помилок та підвищити загальну надійність системи тарифікації [155, 160, 167]. Крім того, використання кластерів спрощує аналітику й адміністрування, оскільки тарифи, об'єднані за кластерами, можуть мати єдині умови, правила і цінові моделі, що значно спрощує взаємодію з абонентами і роботу технічного персоналу. Це створює додаткову перевагу у вигляді зручнішого управління ресурсами мережі та прогнозування їх використання, оскільки модель кластеризації чітко відображає типові сценарії використання сервісів і, відповідно, їхні очікувані навантаження.

Таким чином, застосування кластерного підходу до тарифікації сервісів зв'язку дозволяє не лише підвищити ефективність операційного управління, а й оптимізувати роботу білінгових систем за рахунок спрощення і стандартизації процедури нарахувань, що, своєю чергою, позитивно впливає на загальну економіку та конкурентоспроможність телеком-оператора.

Сучасний телекомунікаційний ринок надзвичайно конкурентний, і оператори зв'язку повинні глибоко розуміти потреби різних клієнтів. Для цього використовуються стратегії сегментації – поділ клієнтської бази на групи за певними характеристиками, щоб адаптувати продукти, тарифи та маркетинг під кожен сегмент [37–43, 85, 86, 195]. У телекомі персоналізовані пропозиції, побудовані на правильній сегментації, сприяють підвищенню задоволеності абонентів, лояльності та зростанню бізнесу оператора. У цьому огляді розглянуто глобальні підходи до сегментації як індивідуальних (B2C), так і бізнес-клієнтів (B2B) у сфері телеком-послуг. Спочатку окреслені основні види телекомунікаційних послуг, потім – принципи тарифної політики для різних сегментів споживачів. Далі аналізуються ключові методи сегментації (демографічна, географічна, поведінкова, за рівнем доходу/використання та ціннісна). Нарешті, наведено приклади того, як великі оператори застосовують сегментацію у своїх тарифних стратегіях і маркетингових кампаніях.



Телекомунікаційні компанії надають широкий спектр послуг — від класичного голосового зв'язку до сучасних цифрових і хмарних сервісів [83, 120, 125, 160, 167]. Мобільний зв'язок залишається наймасовішим, об'єднуючи дзвінки, обмін повідомленнями та мобільний інтернет у межах різних тарифних моделей. Завдяки розвиненій інфраструктурі він забезпечує зв'язок у більшості регіонів світу.

Фіксований інтернет надає широкосмуговий доступ через кабельні або бездротові канали. Сучасні технології замінили застарілий dial-up і часто інтегруються в комплексні пакети з іншими послугами. Для бізнесу доступні рішення з гарантованими параметрами якості.

IP-телефонія дозволяє здійснювати дзвінки через інтернет і витісняє аналогову телефонію, особливо у корпоративному секторі. Її переваги — гнучкість, масштабованість і розширені функції. IPTV транслює телебачення через IP-мережі з можливістю інтерактивного керування контентом і входить до складу об'єднаних пакетів зв'язку.

Оператори також розширюють послуги завдяки хмарним рішенням. Бізнесу пропонуються сервіси зберігання даних, віртуальні сервери, платформи для розробки, комунікаційні рішення як-от UCaaS. Це забезпечує зниження витрат і підвищення гнучкості.

Корпоративні клієнти отримують доступ до приватних мереж, орендованих каналів і рішень SD-WAN. Додатково надаються сервіси для IoT, кіберзахисту, аналітики та мобільного маркетингу. Телеком-провайдери стають ІКТ-партнерами бізнесу, пропонуючи повноцінну цифрову інфраструктуру.

Ціноутворення телеком-послуг базується на поділі споживачів на окремі сегменти з урахуванням їхніх фінансових можливостей і потреб [37–43, 156, 195]. У роздрібному секторі (B2C) виділяються дві основні моделі: передоплата та контракти. Передплатні тарифи орієнтовані на гнучкість — клієнт поповнює рахунок наперед і самостійно контролює витрати. Вони приваблюють користувачів з обмеженим бюджетом або без стабільного доходу, особливо в країнах, що розвиваються.

Контрактні тарифи передбачають щомісячну оплату за фіксований набір послуг і підписання договору на певний період. Вони забезпечують стабільність як для абонента, так і для оператора. Часто включають додаткові вигоди — субсидовані смартфони, розширений сервіс, доступ до преміального контенту. Цей формат популярний серед клієнтів з вищим доходом, які цінують зручність та готові платити за додаткові переваги. Передплата надає свободу та контроль, тоді як контракт — стабільність і розширений функціонал, дозволяючи операторам ефективно працювати з різними категоріями споживачів.

Отримані результати кластеризації сервісів створюють методичну основу для подальшого переходу від технічної сегментації послуг до клієнтської сегментації тарифних пропозицій, оскільки адаптивний тариф має враховувати не лише характеристики сервісу, але й тип споживача, модель оплати та очікуваний рівень споживання. Для узагальнення ключових відмінностей між цими двома моделями, порівняємо умови передплати і контракту в табл. 3.7.

Таблиця 3.7

## Порівняння передплати та контракту: ключові відмінності

*(розроблено автором)*

Параметр	Передплатний (Prepaid)	Контрактний (Postpaid)
Оплата послуг	Попередньо: кошти вносяться на рахунок авансом, після використання потрібне чергове поповнення	Після факту: рахунок виставляється щомісяця за використані або включені послуги
Договірні зобов'язання	Відсутні довгострокові зобов'язання; можна припинити користування у будь-який момент без штрафів	Є контракт (12–24 міс.); дострокове розірвання контракту, як правило, супроводжується штрафом
Пристрої	Телефон/модем купується окремо за повну ціну; субсидій зазвичай немає	Можливе придбання пристрою за зниженою ціною або у розстрочку в межах контракту
Аудиторія та потреби	Цінчутливі клієнти, що хочуть контролювати витрати і уникнути кредитних перевірок. Зручно для тимчасового або нерегулярного користування зв'язком	Клієнти, які бажають “all-inclusive” сервіс і готові до щомісячних платежів. Часто вибирають заради преміум-послуг (безліміти, високі швидкості), сімейні плани тощо

Оператори розвивають обидва напрями — для одних користувачів пропонують гнучкі й недорогі тарифи, для інших — преміальні плани з розширеними послугами, бонусами та сімейними пакетами [37–43, 85, 86].

У сегменті B2B тарифна політика варіюється залежно від масштабу бізнесу [155, 160, 161, 165, 167]. Для малого офісу або фрилансерів застосовуються спрощені варіанти, близькі до масових споживчих пропозицій. Такі клієнти обслуговуються стандартними каналами — магазинами чи кол-центрами — і мають високу цінову чутливість.

Малий і середній бізнес отримує окремі пакети з корпоративними умовами — об'єднаний білінг, інтернет для офісу, базові хмарні сервіси. Такі тарифи мають покращений рівень підтримки, але залишаються стандартизованими без глибокої кастомізації. Їхня ціна помітно вища за масові плани, однак нижча за корпоративні.

Великим підприємствам пропонують індивідуальні рішення з урахуванням специфіки бізнесу: тарифи «під ключ», глобальне покриття, гарантовану якість обслуговування, інтеграцію з IT-системами [199 - 201]. Обслуговування ведеться через персональних менеджерів із гнучким підходом до умов і ціноутворення, включно з оптовими знижками. Для таких клієнтів важлива масштабованість, надійність і можливість спеціалізованої технічної підтримки.

Наведемо таблицю 3.8, що ілюструє різницю підходів до тарифів для малого, середнього та великого бізнесу.

Крім поділу за розміром компанії, оператори дедалі активніше орієнтуються на галузеву специфіку клієнтів. У транспорті затребувані IoT-рішення з телеметрією, у роздрібній торгівлі — аналітика мобільного трафіку, а для IT-компаній — високошвидкісний зв'язок і хмарні сервіси. Такий підхід дозволяє адаптувати тарифну політику до специфічних потреб галузі, роблячи B2B-сегмент значно гнучкішим та комплекснішим порівняно з B2C.

Для точного визначення цільових клієнтів застосовується кілька методів сегментації, які оператори часто комбінують. Один із базових — демографічний

## Порівняння тарифних підходів для малого, середнього та великого бізнесу

(розроблено автором)

Сегмент бізнес-клієнтів	Характеристики та тарифні рішення
SoHo / мікробізнес	1–10 співробітників (близько до фізособи). Використовують базові послуги – мобільний зв'язок, домашній інтернет – часто стандартні масові тарифи або спрощені бізнес-плани. Мінімальні гарантії, підтримка через масові канали. Основний фактор – низька ціна та простота.
Малий та середній бізнес (SME)	Десятки до кількох сот співробітників. Потребують надійнішого зв'язку і деяких бізнес-функцій (стаціонарний інтернет з SLA, корпоративні мобільні пакети з об'єднаним рахунком, офісна IP-телефонія). Оператори пропонують стандартні бізнес-тарифи (лінійки “Business”), іноді модульні пакети. Фактор ціни важливий, але також цінуються сервіс і підтримка.
Великий корпоративний бізнес	500+ співробітників, часто багатонаціональні компанії. Вимагають індивідуальних рішень: кастомізовані тарифи та мережеві послуги під потреби клієнта, інтеграція мобільного і фіксованого зв'язку, єдині корпоративні VPN, спеціальні умови роумінгу тощо. Контракти з індивідуальними умовами і цінами, виділена команда підтримки, жорсткі SLA. Ціна формується з урахуванням великого обсягу (значні знижки за масштаб).

підхід. Він ґрунтується на характеристиках, таких як вік, стать, дохід, освіта або професія. Молодіжна аудиторія тяжіє до інтернету, соцмереж та цифрового контенту, тому для неї створюються тарифи з великим обсягом трафіку і доступом до стримінгових сервісів. Старші користувачі надають перевагу простим тарифам із якісним голосовим зв'язком.

Оператори формують спеціалізовані продукти: від молодіжних брендів (як Vodafone U) до тарифів для пенсіонерів (наприклад, Essentials 55+ від T-Mobile у США) [202, 203]. Демографічна сегментація також допомагає створювати маркетингові кампанії з урахуванням цінностей і стилю життя кожної групи. Водночас вона не дає глибокої поведінкової картини, тому часто використовується у поєднанні з іншими методами для кращого розуміння потреб абонентів.

**Географічна сегментація** дозволяє адаптувати тарифи до особливостей місцевості. В містах клієнтам доступні 5G, оптичний інтернет і преміум-сервіси, тоді як у сільській місцевості — базові 3G/4G або LTE-заміна фіксованого доступу. Регіональні відмінності у доходах і конкуренції впливають на тарифну політику: глобальні оператори створюють унікальні пропозиції для кожної країни, а

всередині країни — проводять локальні акції. Геосегментація допомагає оптимізувати інвестиції в мережу й рекламні кампанії, спрямовуючи преміальні пропозиції у зони з високим попитом [204].

**Поведінкова сегментація** ґрунтується на аналізі фактичного використання послуг. Клієнтів групують за обсягами трафіку, типом активності (дзвінки, відео, ігри), рівнем лояльності або схильністю до відтоку [205]. Це дає змогу створювати персоналізовані пропозиції — наприклад, безліміт на відео для активних стримерів або спеціальні акції для користувачів, які можуть змінити оператора. За допомогою Big Data впроваджується мікросегментація (індивідуальні пропозиції) та предиктивна аналітика, яка прогнозує потреби клієнтів до того, як вони їх озвучать.

**Сегментація за доходом та обсягом використання** орієнтується на фінансову цінність клієнта. Визначаються категорії: high ARPU (найприбутковіші), середній і low-end сегмент [206]. Для “важких” користувачів пропонуються безлімітні тарифи, для економних — мінімальні плани з базовими функціями. Найвигодніші клієнти отримують VIP-обслуговування з персональними менеджерами та ексклюзивними бонусами. Також оператори прагнуть перевести клієнтів у вищий сегмент, пропонуючи вигідні апгрейди та нові послуги.

**Ціннісно-орієнтована сегментація** фокусується на мотивах клієнта: що саме він цінує у послугі. Деякі орієнтовані на низьку ціну, інші — на якість, інновації або стабільність. Відповідно до цього створюються таргетовані ціннісні пропозиції: преміальні тарифи для лояльних або “якісних” клієнтів, мінімалістичні плани — для “мисливців за вигодою” [206, 207]. Такий підхід забезпечує відповідність між очікуваннями клієнта та тарифною пропозицією, підвищуючи ефективність маркетингових стратегій.

У підсумку, комплексне поєднання різних підходів до сегментації дозволяє телеком-компаніям точно розуміти свою аудиторію, формувати відповідні продукти й ефективно розподіляти ресурси між ключовими клієнтськими групами.

### **Сегментація в тарифній політиці й маркетингових кампаніях операторів**

відіграє вирішальну роль у формуванні точних пропозицій для кожної аудиторії. Прикладом є кампанія #FreeInternetForLife від малайзійського U Mobile, що орієнтувалася на молодь через соцмережі й залучення інфлюенсерів — приклад ефективної цифрової комунікації зі “зшитим” під цільовий сегмент повідомленням [208].

Verizon демонструє глибоку сегментацію через багатобрендову стратегію: основний бренд — для преміальних користувачів, дочірні — для ціново-чутливого сегмента. Компанія також розвиває спеціальні пропозиції для військових, студентів, служб порятунку, що є прикладом професійної сегментації.

T-Mobile US охоплює всі вікові й цінові категорії: тариф Magenta 55+ — для пенсіонерів; Just Kids — для родин з дітьми; Metro by T-Mobile — для бюджету та молоді. Це демонструє поєднання демографічної, економічної та поведінкової сегментації [202, 203].

Vodafone застосовує як географічну, так і демографічну сегментацію: у розвинених країнах просуває молодіжні суббренди, у країнах Африки — дешеві prepaid-плани та мобільні гаманці. Маркетинг також налаштовується: наприклад, кампанія в Німеччині була спрямована на Gen Z з використанням тітокерів [209].

Deutsche Telekom / T-Mobile Europe використовує психографічну сегментацію, будуючи емоційні зв'язки з молоддю. Кампанія “Summer of Joy” орієнтована на цінності свободи та молодості. Водночас для бізнесу компанія застосовує професійну сегментацію — акцент на гнучкість і зростання [210].

Українські оператори також активно використовують сегментацію. ПрАТ «Київстар» має тарифні лінійки “Для батьків”, “VIP”, “Для смартфона”; ПрАТ «ВФ Україна» пропонував тариф Z для молоді й преміум-пропозиції RED XL; ТОВ «Лайфсел» фокусується на digital-savvy аудиторії, пропонуючи тарифи виключно через застосунок [211 - 213].

Представлені дані показують, що сегментація є основою стратегії операторів — від тарифної політики до рекламних меседжів. Сучасні підходи передбачають глибоку аналітику, мікросегментацію та персоналізацію. Компанії, що вміють точно визначати потреби аудиторії, досягають більшої ефективності, вищої лояльності клієнтів та стійкого зростання на конкурентних ринках.

На основі проведеного дослідження сегментації клієнтів, проведемо кластерний аналіз методом K-means (K-середніх) - це метод поділу множини об'єктів на  $K$  кластерів, при якому кожен об'єкт відноситься до того кластеру, центроїд (середнє значення ознак) якого є найближчим (за евклідовою відстанню).

Структуруємо клієнтів у сегменти на основі параметру – *комбінований критерій* (табл. 3.9).

Клієнтів сегментовано за такими параметрами:

1. Демографічні параметри (вік): молодь, дорослі, літні люди.
2. Географічні параметри (розташування): міські та сільські райони.
3. Поведінкові параметри (споживчі звички): активні користувачі мобільного інтернету, користувачі з акцентом на голосовий зв'язок, ризик відтоку.
4. Рівень доходу / обсяг використання (ARPU): преміум-клієнти, середній клас, бюджетні клієнти.
5. Ціннісні орієнтації: ціново-чутливі, технологічні ентузіасти, консервативні, прагматичні споживачі.
6. B2B параметри (розмір компанії): малий та мікробізнес, середній бізнес, корпоративні клієнти.

Характеристика використання комбінованих підходів до сегментації клієнтів операторами зв'язку:

Комбінований підхід до сегментації дозволяє телекомунікаційним операторам точніше враховувати потреби та особливості різних груп клієнтів, завдяки інтеграції декількох критеріїв одночасно. Такий підхід сприяє створенню гнучких та персоналізованих пропозицій, що підвищують ефективність маркетингових кампаній та оптимізують доходи.

## Сегментація клієнтів за комбінованими критеріями (сформовано автором)

Вид сегментації	Характеристика клієнтів
1. Демографічна сегментація клієнтів	Молодь (16–25 років): активні користувачі мобільного інтернету, соціальних мереж та відеосервісів. Дорослі користувачі (26–50 років): стабільні клієнти, які використовують послуги для роботи та особистих потреб (дзвінки, мобільний інтернет). Літні люди (55+ років): цінують голосові дзвінки, прості тарифи та базовий інтернет.
2. Географічна сегментація клієнтів	Міські абоненти: тарифи з високошвидкісним інтернетом (5G, оптика), преміальні сервіси. Сільські та віддалені райони: доступні базові тарифи з акцентом на покриття і стабільність з'єднання.
3. Поведінкова сегментація клієнтів	«Heavy users»: активно використовують мобільний інтернет, відео, ігри – підходять безлімітні плани або плани з великими пакетами даних. «Voice-oriented»: основний акцент на дзвінках, тарифи з необмеженим голосовим зв'язком. «Data-oriented»: користувачі з акцентом на передачі даних, але помірні у голосових дзвінках. Користувачі з ознаками відтоку (churn risk): таргетовані утримуючі пропозиції.
4. Сегментація за рівнем доходу / обсягом використання	Преміум-клієнти (High ARPU): максимальний набір послуг, пріоритетне обслуговування, персоналізовані VIP-тарифи. Середній клас (Middle ARPU): оптимальні пакети із достатнім набором послуг. Бюджетні клієнти (Low ARPU): доступні базові тарифи, часто prepaid-плани.
5. Ціннісно-орієнтована сегментація	Ціново-чутливі: шукають найдешевші варіанти, реагують на промоакції. Технологічні ентузіасти: вибирають сучасні технології (5G, IoT), готові платити більше за інновації. Консервативні користувачі: орієнтовані на стабільність і надійність, нечасто змінюють тарифи чи операторів. Прагматичні споживачі: шукають оптимальне співвідношення ціна-якість, оцінюють сервіси комплексно.
6. B2B сегментація клієнтів за розміром компанії	Малий та мікробізнес (SoHo): базові бізнес-плани, низька ціна, прості умови. Середній бізнес (SME): стандартні бізнес-пакети із додатковими послугами (IP-телефонія, фіксований інтернет з SLA). Корпоративні клієнти (Enterprise): індивідуалізовані рішення, великі контракти, преміум-підтримка.

Наприклад, оператор може використовувати такі поєднання сегментів:

1. Демографічна + Поведінкова:

– Молоді Heavy Users: Молодь, що активно користується відео- та стрімінг-послугами. Для них пропонують тарифи з безлімітними соцмережами та додатковими бонусами на онлайн-відео.



- Старші користувачі голосових сервісів: Клієнти віком 55+ з акцентом на голосові дзвінки. Їм пропонують доступні тарифи з необмеженими дзвінками на номери всередині країни та простий у використанні сервіс.

## 2. Географічна + Ціннісно-орієнтована:

- Міські технологічні ентузіасти: Клієнти великих міст, які цінують технологічні інновації (5G, IoT, розумні рішення). Їм оператори пропонують спеціальні пакети з передовими послугами, високошвидкісним інтернетом та пріоритетним доступом до нових технологій.

- Сільські консерватори: Жителі віддалених районів, які шукають стабільний базовий зв'язок за невисокою ціною, з акцентом на надійність і постійне покриття.

## 3. Поведінкова + Сегментація за доходом:

- Преміум-користувачі з високим споживанням даних: Це високооплачувані клієнти з інтенсивним трафіком даних. Їм пропонують безлімітні тарифи з преміум-послугами, персональним менеджером та пріоритетним сервісом.

- Низькодохідні голосові користувачі: Група з обмеженим бюджетом, яка використовує переважно голосові сервіси. Для них доступні прості prepaid-тарифи з акційними умовами та мінімальними додатковими сервісами.

## 4. B2B сегментація (за розміром компанії) + Географічна:

- Малі підприємства у великих містах: Цим підприємствам пропонують доступні комплексні пакети з фіксованим інтернетом, мобільним зв'язком, хмарними сервісами, орієнтовані на швидкість підключення, високу якість та оперативну підтримку.

- Великі корпоративні клієнти з міжнародною діяльністю: Для великих підприємств з офісами у різних країнах пропонують індивідуальні корпоративні тарифи, спеціальні роумінг-послуги, єдині корпоративні мережі з високими SLA та персоналізованою підтримкою.

Використання комбінованих сегментів дозволяє телекомунікаційним операторам чітко окреслювати специфіку потреб кожної групи клієнтів та надавати

їм максимально релевантні пропозиції. Такий підхід значно підвищує ефективність комунікації з клієнтами, посилює їхню лояльність та сприяє зменшенню відтоку, а також зменшує витрати оператора завдяки точному націлюванню маркетингових ресурсів та дозволяє оптимізувати систему тарифікації.

Наступним кроком проведемо нормалізацію даних за *методом min-max* (діапазон  $[0;1]$ ) у сегментації клієнтів, іншими словами масштабуємо значення ознак у діапазон, що дозволяє уникнути домінування одних змінних над іншими через різні одиниці вимірювання чи великі відмінності у величинах. Нормалізація робить кожен параметр рівнозначним у кластерному аналізі, що гарантує більш точні та інформативні результати (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Таблиця нормалізації за комбінованими критеріями (сформовано автором на основі власних розрахунків)

Клієнти	Кластер	Група специфіки	Нормалізація
Клієнт 1	2	Демографічний	20.000
Клієнт 2	1	Демографічний	35.000
Клієнт 3	0	Демографічний	60.000
Клієнт 4	1	Демографічний	45.000
Клієнт 5	2	Демографічний	30.000
Клієнт 6	3	Демографічний	25.000
Клієнт 7	0	Демографічний	55.000
Клієнт 8	0	Демографічний	65.000
Клієнт 9	1	Демографічний	40.000
Клієнт 10	2	Демографічний	50.000
Клієнт 1	2	Географічний	3.000
Клієнт 2	1	Географічний	5.000
Клієнт 3	0	Географічний	1.000
Клієнт 4	1	Географічний	4.000
Клієнт 5	2	Географічний	2.000
Клієнт 6	3	Географічний	5.000
Клієнт 7	0	Географічний	1.000
Клієнт 8	0	Географічний	3.000
Клієнт 9	1	Географічний	4.000
Клієнт 10	2	Географічний	2.000
Клієнт 1	2	Поведінковий	80.000
Клієнт 2	1	Поведінковий	50.000
Клієнт 3	0	Поведінковий	20.000
Клієнт 4	1	Поведінковий	60.000
Клієнт 5	2	Поведінковий	40.000
Клієнт 6	3	Поведінковий	70.000
Клієнт 7	0	Поведінковий	30.000

Клієнти	Кластер	Група специфіки	Нормалізація
Клієнт 8	0	Поведінковий	10.000
Клієнт 9	1	Поведінковий	90.000
Клієнт 10	2	Поведінковий	55.000
Клієнт 1	2	Доход	1000.000
Клієнт 2	1	Доход	3000.000
Клієнт 3	0	Доход	1500.000
Клієнт 4	1	Доход	2500.000
Клієнт 5	2	Доход	2000.000
Клієнт 6	3	Доход	1200.000
Клієнт 7	0	Доход	2200.000
Клієнт 8	0	Доход	1700.000
Клієнт 9	1	Доход	2800.000
Клієнт 10	2	Доход	1600.000
Клієнт 1	2	Ціннісний	4.000
Клієнт 2	1	Ціннісний	7.000
Клієнт 3	0	Ціннісний	3.000
Клієнт 4	1	Ціннісний	6.000
Клієнт 5	2	Ціннісний	5.000
Клієнт 6	3	Ціннісний	4.000
Клієнт 7	0	Ціннісний	2.000
Клієнт 8	0	Ціннісний	1.000
Клієнт 9	1	Ціннісний	8.000
Клієнт 10	2	Ціннісний	5.000
Клієнт 1	2	B2B	1.000
Клієнт 2	1	B2B	2.000
Клієнт 3	0	B2B	3.000
Клієнт 4	1	B2B	2.000
Клієнт 5	2	B2B	1.000
Клієнт 6	3	B2B	3.000
Клієнт 7	0	B2B	1.000
Клієнт 8	0	B2B	2.000
Клієнт 9	1	B2B	3.000
Клієнт 10	2	B2B	2.000

Визначаємо оптимальну кількість кластерів за допомогою методу ліктя (elbow method), який базується на аналізі зміни внутрішньокластерної дисперсії (інерції) залежно від кількості кластерів. Результати представлені на рис. 3.8 та табл. 3.11.

На графіку, отриманому за методом ліктя (Elbow Method), видно, що оптимальна кількість кластерів знаходиться приблизно на позначці 3. Це точка, де зменшення суми квадратів відстаней стає менш значущим (точка "ліктя").

Зробимо висновок - оптимальна кількість кластерів для подальшого аналізу становить 3, для більш ефективного дослідження використаємо 4 кластери.

Таблиця даних графіка (метод ліктя)  
(сформовано автором на основі власних розрахунків)

Кількість кластерів	Сума квадратів відстаней (Inertia)
1.0	6.5881
2.0	4.0866
3.0	2.7033
4.0	1.9760
5.0	1.3505
6.0	1.0121
7.0	0.7023
8.0	0.3666
9.0	0.1052

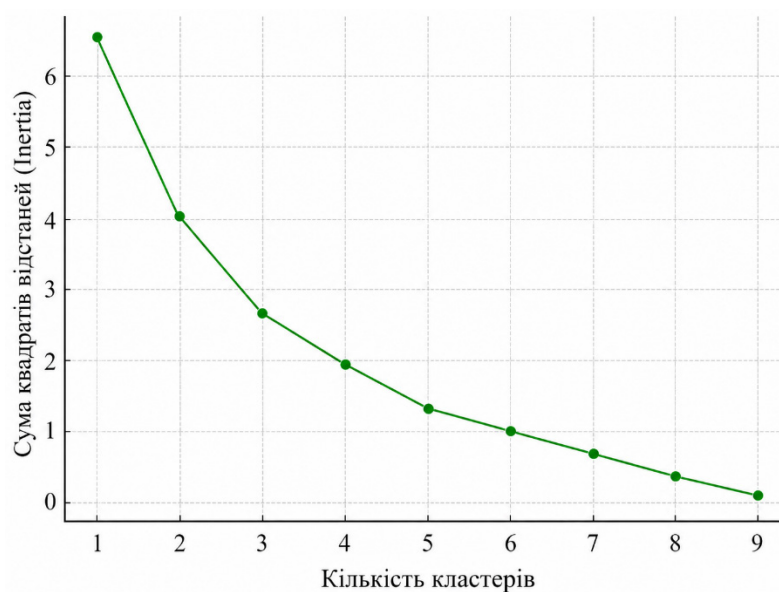


Рис. 3.8. Оптимальна кількість кластерів за методом ліктя (побудовано автором на основі власних розрахунків)

Для подальшого аналізу випадково обираємо  $k$ -початкових центроїдів із даних для кластеризації (із табл. 3.10):

Таблиця 3.12

Випадково вибрані центроїди та їхні характеристики (побудовано автором)

Параметри	count	mean	std	min	25%	50%	75%	max
Демографічний	4.000	0.583	0.332	0.222	0.389	0.556	0.750	1.000
Географічний	4.000	0.438	0.239	0.250	0.250	0.375	0.562	0.750
Поведінковий	4.000	0.484	0.416	0.000	0.281	0.469	0.672	1.000
Доход	4.000	0.513	0.272	0.300	0.338	0.425	0.600	0.900
Ціннісний	4.000	0.536	0.410	0.000	0.429	0.571	0.679	1.000
B2B	4.000	0.500	0.408	0.000	0.375	0.500	0.625	1.000

Випадково вибрано (табл. 3.12) початкові центроїди для 4 кластерів із нормалізованих даних клієнтів кожним параметром:

Центроїд 1 (Клієнт 10):

- Демографічний (середній віковий сегмент): значення 0,667 — переважно середній вік.
- Географічний (нижче середнього): значення 0,25 — помірне географічне розташування.
- Поведінковий (середній рівень активності): 0,563 — помірне використання послуг.
- Доход (нижче середнього): 0,3 — середній дохід.
- Ціннісний (помірні переваги): 0,571 — помірна ціннісна орієнтація.
- B2B (середній рівень бізнес-послуг): 0,5 — середня активність у сфері B2B.

Центроїд 2 (Клієнт 5):

- Демографічний (нижчий віковий сегмент): значення 0,222 — переважно молодші клієнти.
- Географічний (нижче середнього): значення 0,25 — помірне розташування.
- Поведінковий (низька активність): 0,375 — менш активне використання.
- Доход (середній): 0,5 — помірний дохід.
- Ціннісний (помірні переваги): 0,571 — середні переваги.
- B2B (низький рівень бізнес-послуг): 0,0 — майже відсутність використання бізнес-послуг.

Центроїд 3 (Клієнт 9):

- Демографічний (середній віковий сегмент): значення 0,444 — клієнти середнього віку.
- Географічний (вище середнього): значення 0,75 — клієнти великих міст.
- Поведінковий (висока активність): 1,0 — активне використання послуг.
- Доход (високий): 0,9 — високий дохід.
- Ціннісний (високі переваги): 1,0 — сильні ціннісні орієнтації.

– В2В (високий рівень бізнес-послуг): 1,0 — активне використання бізнес-послуг.

Центроїд 4 (Клієнт 8):

– Демографічний (старший віковий сегмент): значення 1,0 — переважно старші клієнти.

– Географічний (середній): значення 0,5 — помірне розташування.

– Поведінковий (мінімальна активність): 0,0 — дуже низька активність використання.

– Доход (нижче середнього): 0,35 — невисокий дохід.

– Ціннісний (мінімальні переваги): 0,0 — дуже низькі ціннісні орієнтації.

– В2В (середній рівень бізнес-послуг): 0,5 — помірна активність у бізнес-послугах.

Зробимо висновок - кожний центроїд характеризується різним профілем клієнтів, що допоможе у формуванні відповідних кластерів і персоналізованих характеристик в комбінованих критеріях.

Для кожного сервісу розрахуємо евклідову відстань як міру схожості (або несхожості) між двома об'єктами, що обчислюється як геометрична відстань між точками у багатовимірному просторі ознак, до кожного з центроїдів (з табл. 3.12).

В табл. 3.13 представлено результати розрахунку евклідових відстаней до кожного з обраних центроїдів, тобто визначення приналежності об'єкта до кластера.

*Таблиця 3.13*

*Евклідові відстані параметрів клієнтів до центроїдів (сформовано автором на основі власних розрахунків)*

Клієнти	Центроїд 1	Центроїд 2	Центроїд 3	Центроїд 4
Клієнт 1	0.9823	0.7952	1.5531	1.5237
Клієнт 2	1.1177	1.0826	0.7780	1.4497
Клієнт 3	0.7984	1.3090	1.5679	0.7871
Клієнт 4	0.6994	0.8698	0.7121	1.1493
Клієнт 5	0.7230	0.0000	1.4261	1.1862
Клієнт 6	1.1030	1.3769	1.0967	1.4487
Клієнт 7	0.8344	0.7619	1.7495	0.8335
Клієнт 8	0.9050	1.1862	1.7099	0.0000
Клієнт 9	1.1333	1.4261	0.0000	1.7099
Клієнт 10	0.0000	0.7230	1.1333	0.9050

Проведемо розподіл обраних параметрів клієнтів за кластерами за найближчими відповідними центроїдами (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

Кластери клієнтів за найближчими центроїдами (сформовано автором на основі власних розрахунків)

Клієнти	Кластер
Клієнт 1	Центроїд 2
Клієнт 2	Центроїд 3
Клієнт 3	Центроїд 4
Клієнт 4	Центроїд 1
Клієнт 5	Центроїд 2
Клієнт 6	Центроїд 3
Клієнт 7	Центроїд 2
Клієнт 8	Центроїд 4
Клієнт 9	Центроїд 3
Клієнт 10	Центроїд 1

Кожного клієнта було віднесено до найближчого (з чотирьох) центроїдів, тим самим сформувавши відповідні кластери.

Для подальшого та більш точного аналізу проведемо розподіл обраних параметрів клієнтів за додатковими кластерами за найближчими новими центроїдами (табл. 3.15).

Таблиця 3.15

Нові центроїди кластерів (середні значення параметрів)  
(сформовано автором на основі власних розрахунків)

Кластер	Демографічний	Географічний	Поведінковий	Дохід	Ціннісний	B2B
Центроїд 1	0.6111	0.5000	0.5938	0.5250	0.6429	0.500
Центроїд 2	0.3333	0.2500	0.5000	0.3667	0.3810	0.000
Центроїд 3	0.2963	0.9167	0.7500	0.6667	0.7619	0.833
Центроїд 4	0.9444	0.2500	0.0625	0.3000	0.1429	0.750

Нові центроїди, що представляють середні значення параметрів груп клієнтів, які входять до кожного кластера:

– Кластер 1: Новий центроїд = Демографічний – 0.61, Географічний – 0.50, Поведінковий – 0.59, Доход – 0.53, Ціннісний – 0.64, B2B – 0.50.

–Кластер 2: Новий центроїд = Демографічний – 0.33, Географічний – 0.25, Поведінковий – 0.50, Доход – 0.37, Ціннісний – 0.38, B2B – 0.00.

–Кластер 3: Новий центроїд = Демографічний – 0.30, Географічний – 0.92, Поведінковий – 0.75, Доход – 0.67, Ціннісний – 0.76, B2B – 0.83.

–Кластер 4: Новий центроїд = Демографічний – 0.94, Географічний – 0.25, Поведінковий – 0.06, Доход – 0.30, Ціннісний – 0.14, B2B – 0.75.

Ці оновлені центроїди точніше відображають середні характеристики груп клієнтів у їхніх кластерах та забезпечують ефективніше управління і персоналізацію пропозицій.

Для наочного відображення результатів дослідження та розрахунків взаємозв'язків між комбінованими параметрами клієнтів відповідно до їх нормалізованих значень центроїдів, побудуємо дендрограму кластеризації параметрів груп клієнтів, рис. 3.9.

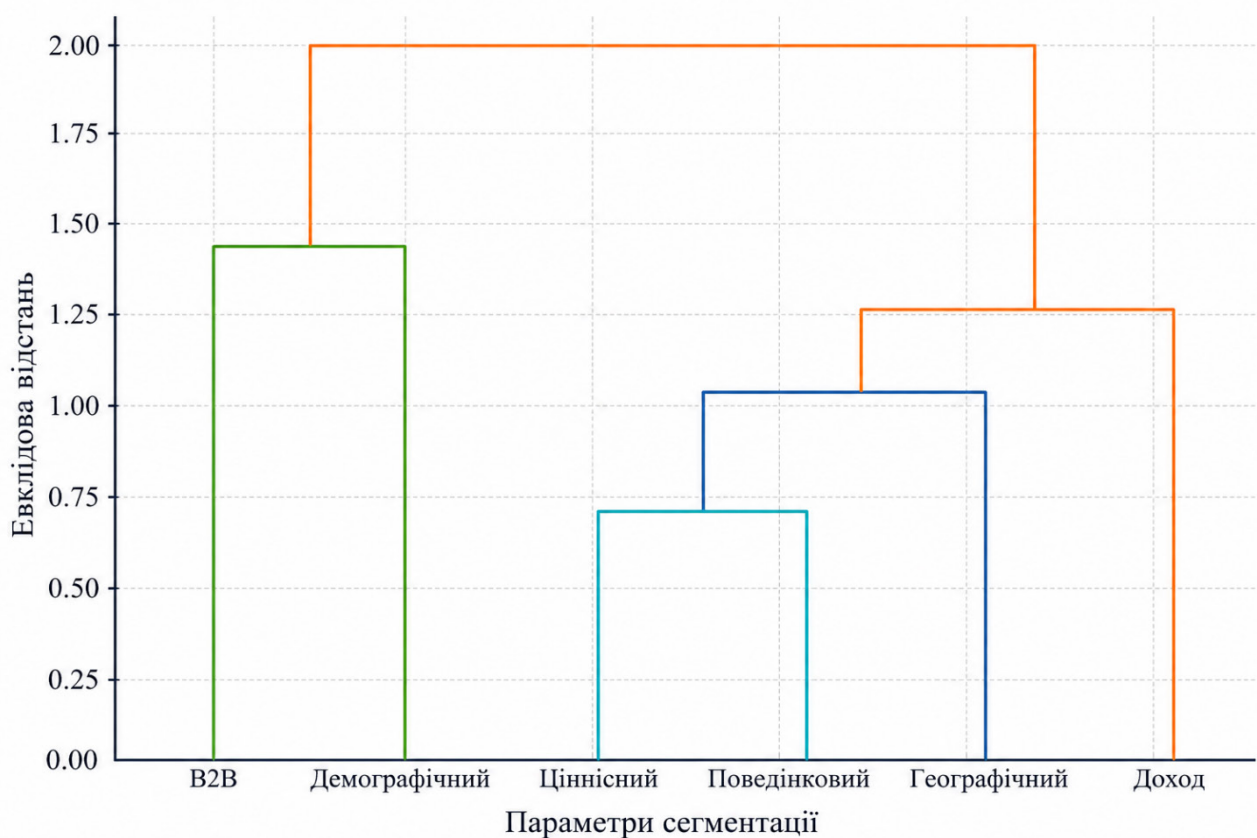


Рис. 3.9. Дендрограма кластеризації параметрів груп клієнтів (побудовано автором на основі власних розрахунків)



На графіку представлена дендрограма кластеризації клієнтів, що наочно ілюструє взаємозв'язки між клієнтами відповідно до їх нормалізованих значень параметрів. Ця дендрограма дозволяє зрозуміти структуру кластерів, демонструючи, як клієнти групуються за їх близькістю один до одного.

Клієнти з'єднуються у групи за евклідовою відстанню: менша відстань свідчить про більш схожі характеристики, а більша — про суттєві відмінності. Візуально чітко простежуються групи, що відповідають раніше визначеним кластерам, підтверджуючи коректність обраних критеріїв кластеризації та підсилюючи валідність аналізу сегментації клієнтів.

За результатами кластеризації клієнтів телекомунікаційних операторів за запропонованою методикою можна зробити наступні висновки:

Кластерний аналіз методом К-середніх (K-means) дозволив чітко структурувати групи клієнтів за комбінацією різних параметрів: демографічними, географічними, поведінковими, за рівнем доходу, ціннісними орієнтаціями та розміром компаній у B2B сегменті. В результаті аналізу було виділено чотири кластери, кожен із яких має чітко виражені характеристики.

Кластер 1 (центроїд: демографічний — 0,61, географічний — 0,50, поведінковий — 0,59, дохід — 0,53, ціннісний — 0,64, B2B — 0,50) характеризує клієнтів із середнім віком, помірною активністю у використанні послуг та середнім рівнем доходу. Ці клієнти орієнтовані на стабільність і мають помірну участь у B2B-сегменті.

Кластер 2 (центроїд: демографічний — 0,33, географічний — 0,25, поведінковий — 0,50, дохід — 0,37, ціннісний — 0,38, B2B — 0,00) включає переважно молодшу аудиторію з нижчим доходом, помірним рівнем активності використання послуг та низьким залученням у бізнес-послуги. Це група ціново-чутливих споживачів, що схильні реагувати на акційні пропозиції.

Кластер 3 (центроїд: демографічний — 0,30, географічний — 0,92, поведінковий — 0,75, дохід — 0,67, ціннісний — 0,76, B2B — 0,83) представляє активних міських клієнтів з високим рівнем доходу, які активно використовують

інноваційні сервіси. Вони високо цінують якість та готові витратити більше на преміум-послуги, зокрема у сегменті B2B.

Кластер 4 (центроїд: демографічний — 0,94, географічний — 0,25, поведінковий — 0,06, доход — 0,30, ціннісний — 0,14, B2B — 0,75) включає старших клієнтів, які проживають переважно в невеликих населених пунктах, із мінімальною активністю у використанні сучасних послуг та низьким рівнем доходу. Попри це, вони активно залучені до бізнес-послуг, що робить їх особливо важливими для відповідних тарифних пропозицій.

Дендрограма кластеризації чітко показує, як клієнти групуються за близькістю параметрів, підтверджуючи правильність обраних критеріїв кластеризації. Візуалізація дозволяє операторам телекомунікацій створювати точні та персоналізовані пропозиції для кожної групи клієнтів, оптимізувати маркетингові зусилля та підвищувати ефективність управління клієнтською базою.

Відповідно, проведений кластерний аналіз забезпечує ґрунтовне розуміння специфіки кожної групи клієнтів, сприяє ефективному плануванню стратегій взаємодії з клієнтами та формуванню релевантних, орієнтованих на потреби клієнтів, тарифних та сервісних пропозицій.

### **3.3. Обґрунтування підходів до оптимізації управлінських рішень телекомунікаційних підприємств на тарифікаційній моделі**

Поглиблене вивчення динаміки споживчого попиту є необхідним етапом оцінювання ефективності запропонованої багатофакторної моделі тарифікації, оскільки ринкова поведінка абонентів безпосередньо визначає економічну доцільність інноваційних тарифних рішень та стратегію їх імплементації [155, 200, 205–207]. Зростаюча потреба у персоналізації тарифів підсилюють значення поведінкових та технологічних характеристик, це створює основу для подальшого обґрунтування ефективності запропонованої моделі тарифікації та визначення її ринкової релевантності. У цьому підрозділі здійснюється узагальнення виявлених

тенденцій та прогнозування ключових напрямів формування попиту в умовах розвитку середовища 5G та формування ключових прогнозних висновків.

**Прогнозування поведінки споживачів на ринку телекомунікаційних послуг в умовах розвитку 5G-мереж.** Розвиток технологій п'ятого покоління та формування мультисервісного телекомунікаційного середовища суттєво трансформують модель споживання послуг мобільного зв'язку [120, 154, 156, 174]. Проведені у підрозділах 3.1 та 3.2 регресійний і кластерний аналізи дозволили визначити ключові чинники, що впливають на ринкову поведінку абонентів, а також окреслити структуру попиту в різних сегментах користувачів. На основі отриманих результатів у цьому підрозділі сформовано прогноз поведінкових змін споживачів у середньостроковій перспективі.

**Зростання значення якісних параметрів мережі як ключового драйвера споживчого вибору.** Регресійний аналіз параметрів QoS і SLA, виконаний у підрозділі 3.1, показав, що швидкість передачі даних є основним позитивним фактором, який підвищує цінність телекомунікаційної послуги [175, 178]. Натомість збільшення затримки, джитера та втрат пакетів знижує потенційну готовність користувачів до оплати вищих тарифів. Аналогічні закономірності спостерігаються для показників SLA: високий рівень доступності мережі позитивно сприймається споживачами, тоді як збільшення часу реакції та часу усунення неполадок спричиняє негативний вплив на оцінку послуги.

У зв'язку з цим прогнозується, що у найближчі роки пріоритетними критеріями вибору оператора для більшості абонентів будуть:

- стабільність роботи мережі у пікові години;
- низькі затримки та мінімальні коливання параметрів під час використання інтенсивних сервісів (відеозв'язок, потокове відео, онлайн-ігри);
- можливість доступу до широкопasmового каналу з високою пропускнуою здатністю;
- реальний рівень доступності сервісу, підтверджений SLA.

Поведінка споживачів дедалі більше орієнтуватиметься на якість мережевої інфраструктури, що зумовить перехід частини абонентів до тарифів преміум-класу з гарантованими параметрами QoS.

**Еволюція споживчих звичок під впливом 5G та зростання ролі мультисервісних продуктів.** Кластеризація телекомунікаційних сервісів у підрозділі 3.2 продемонструвала, що базові комунікаційні послуги перестають бути домінантними у формуванні попиту. Мультимедійні, індустріальні та IoT-сервіси займають дедалі більшу частку ринку, а споживачі переходять від традиційних тарифних пакетів до комплексних цифрових рішень [120, 154, 156, 174].

З огляду на це прогнозується подальше зростання попиту на [154, 156, 175, 178]:

- інтегровані пакети, що поєднують зв'язок, відеосервіси, ігровий контент, хмарні сховища та елементи кіберзахисту;
- сервіси, що потребують низької затримки: VR/AR, хмарний геймінг, дистанційні робочі простори;
- цифрові фінансові сервіси (мобільні гаманці, платежі, eSIM);
- IoT-рішення для розумного дому, мобільного моніторингу та персональної аналітики.

Це свідчить про поступовий перехід споживачів до екосистемної моделі взаємодії, у якій оператор виконує роль не лише постачальника зв'язку, а й провайдера цифрового середовища (табл. 3.16).

*Таблиця 3.16*

Прогноз зміни структури попиту на телекомунікаційні послуги

*(сформовано автором на основі власних розрахунків)*

Категорія сервісів	Поточний рік	+1 рік	+2 роки	+3 роки
Базові	40%	35%	30%	25%
Мультимедійні	30%	35%	40%	45%
IoT	15%	18%	22%	25%
Бізнес-сервіси	15%	17%	18%	20%

Очікувані напрямки у поведінці цих груп [175, 176, 205–213]:

- збільшення використання мобільного інтернету за рахунок відео, ігор та хмарних сервісів;
- швидкий перехід на тарифи з безлімітним трафіком;
- підвищена вимогливість до якості та гарантованих SLA;
- адаптація до персоналізованих тарифів, розроблених на основі поведінкового аналізу.

У середньостроковій перспективі саме ці сегменти визначатимуть динаміку ринку, а оператори будуть орієнтувати на них ключові інноваційні продукти (табл. 3.17).

Таблиця 3.17

Прогноз споживчої поведінки за сегментами  
(сформовано автором на основі власних розрахунків)

Сегмент	Напрямок використання	Очікування	Готовність платити
Heavy Users	Зростання трафіку	5G, low latency	Висока
Молодь	Мультимедіа	Безліміт	Середня
Базовий сегмент	Мінімальні потреби	Стабільна мережа	Низька
Бізнес	SLA, кіберзахист	Гарантії	Дуже висока

#### **Посилення преміального сегменту та поведінкове зміщення Heavy Users.**

Сегментація споживачів (підрозділ 3.2) показала, що група преміальних клієнтів (High ARPU) та сегмент Heavy Users формують основний обсяг трафіку та забезпечують найбільшу частку доходів операторів. Ці користувачі демонструють найбільшу чутливість до параметрів QoS та найбільш активно переходять на нові технології [175, 176, 205–207].

#### **Географічна диференціація попиту та особливості ринку “місто–село”.**

Аналіз географічної сегментації у підрозділі 3.2 продемонстрував значні відмінності між користувачами у міських і сільських регіонах. У містах попит зміщується до високошвидкісних та мультимедійних послуг, тоді як у сільських районах ключовим залишається доступна ціна та якісне базове покриття [120, 154, 155, 175, 178, 204].

Прогнозується подальше збільшення цього розриву:

- міські користувачі будуть активно переходити на 5G та сервіси з низькою затримкою;
- сільські абоненти надаватимуть перевагу стабільності та мінімальній вартості пакетів;
- ARPU міських абонентів зростатиме швидше, ніж у сільських регіонах.

Ці напрями вимагатимуть від операторів диференційованої тарифної політики та інвестицій у регіональну інфраструктуру.

**Зростання ролі персоналізації, поведінкової аналітики та предиктивного управління.** У результаті сегментації та нормалізації даних клієнтів, представлених у підрозділі 3.2, виявлено, що поведінкова та дохідна характеристики мають суттєвий вплив на розподіл користувачів між кластерами. Це вказує на значний потенціал персоналізації тарифів.

Прогнозується, що оператори посилюватимуть використання [85, 86, 200, 205–207]:

- індивідуальних тарифних планів, сформованих на основі історії використання;
- алгоритмів машинного навчання для передбачення ризику відтоку;
- точкових маркетингових пропозицій для кожного сегмента;
- гнучких моделей ціноутворення залежно від поведінки та профілю споживача.

У такій моделі тариф перетворюється на динамічний продукт, що враховує попередній досвід клієнта, його активність та прогнозований рівень споживання.

**Розвиток попиту у сегменті B2B та впровадження корпоративних цифрових рішень.** Сегментація бізнес-клієнтів, проведена в розділі 3.2, демонструє стійку залежність тарифних рішень від розміру підприємства та рівня його технологічної зрілості. Прогнозується зростання потреб у [154, 156, 174, 176, 177, 201, 205–207]:

- корпоративних тарифах із високими рівнями SLA;
- рішеннях для приватних 5G-мереж;
- IoT-платформах для цифрових фабрик та інтелектуальної логістики;

- хмарних комунікаційних сервісах (UCaaS, CCaaS);
- комплексних пакетах “зв’язок + кібербезпека + хмара”.

Бізнес-сегмент демонструватиме найбільш стабільну та прогнозовану динаміку зростання у структурі доходів операторів.

На основі проведених аналітичних процедур можна сформулювати такі ключові прогнозні висновки:

1. Ринок телекомунікаційних послуг переходить від традиційних тарифних моделей до мультисервісної екосистемної структури.
2. Споживачі будуть дедалі вимогливішими до показників QoS і SLA, що стане основою конкурентної боротьби між операторами.
3. Зростатиме питома вага Heavy Users та преміальних користувачів, орієнтованих на безлімітні та високошвидкісні тарифи.
4. Попит у містах буде спрямований на інтегровані цифрові сервіси 5G, тоді як у сільських регіонах — на базову доступність і стабільність.
5. Персоналізація тарифів, поведінкова аналітика й мікросегментація стануть основою сучасної тарифної політики.
6. У корпоративному сегменті ключовими факторами розвитку є SLA, IoT, приватні 5G-мережі та хмарні платформи.

Зміни у поведінці споживачів сформують нову конфігурацію ринку, у якій конкурентоспроможність оператора визначатиметься здатністю забезпечити високу якість зв’язку, комплексність сервісів та можливість гнучкого налаштування тарифів під потреби окремих сегментів користувачів.

На основі проведеного прогнозування поведінки споживачів стає очевидним, що подальша еволюція ринку телекомунікаційних послуг визначатиметься не лише зміною структурних характеристик попиту, але й ускладненням механізмів його формування. Зростання ролі показників якості обслуговування, гарантій рівня послуг, персоналізації та специфіки IoT-середовища підкреслює необхідність переходу до нових підходів тарифікації, здатних забезпечити точне та адаптивне відображення цих факторів у ціновій політиці оператора. У цьому контексті важливо проаналізувати вплив розробленої у роботі багатофакторної білінгової

моделі на функціонування ринку та виявити ті зміни, які вона може спричинити на рівні операторів, споживачів та сервісної екосистеми загалом.

Розроблена та формалізована у підрозділі 2.3 білінгова модель тарифікації (формула 2.6) є комплексним, багатофакторним механізмом оцінювання вартості телекомунікаційних послуг, що враховує якість обслуговування (QoS), гарантії рівня послуг (SLA), характеристики трафіку та специфіку IoT-навантаження. Логіка моделі, представлена на рис. 2.5, суттєво розширює функціональні можливості стандартної білінгової архітектури 5G і створює нову концептуальну основу для тарифотворення в мультисервісних середовищах. У цьому підрозділі здійснено аналіз впливу запропонованої моделі на ринок телекомунікаційних послуг та визначено ключові напрями трансформації споживчої та операторської поведінки.

**Підвищення прозорості та справедливості тарифотворення.** Класичні моделі тарифікації у мобільних мережах базуються переважно на кількості спожитих мегабайтів або хвилин, що відповідає традиційній логіці charging/billing-систем і формування облікових записів споживання послуг [161–167, 173]. У запропонованій у роботі моделі тариф формується на основі інтегральних показників QoS, SLA, трафіку та IoT-навантаження, що надходять у режимі реального часу через медіаційні системи та модулі збору CDR/UDR [163, 166, 167, 175, 176, 179, 180]. Це забезпечує прямий зв'язок між ціною послуги та фактичною якістю обслуговування, яку отримує користувач, а отже — підвищує об'єктивність і прозорість тарифів [155, 156, 164, 200].

У результаті може зменшуватися кількість конфліктних ситуацій між операторами та абонентами, оскільки оплата напряду пов'язується з вимірюваними параметрами роботи мережі. Формується новий принциповий підхід: клієнт платить за реальну якість, а не за номінальні пакети послуг. Це створює передумови для підвищення довіри до операторів і підсилює конкуренцію за стабільність і якість мережевих сервісів [175, 176, 200].

**Формування персоналізованих та адаптивних тарифів.** Розроблена модель дозволяє застосовувати індивідуальні вагові коефіцієнти до кожної групи факторів, що забезпечує гнучку персоналізацію тарифів для конкретних



користувачів і типів послуг. Зокрема, система тарифікації в реальному часі може коригувати вартість відповідно до [155, 156, 161, 164, 175, 176, 200, 205–207]:

- рівня QoS, який фактично отримує абонент;
- відповідності SLA умовам контракту;
- інтенсивності споживання мультимедійного, індустріального або IoT-трафіку;
- поведінкових характеристик конкретного клієнта.

Дані, отримані внаслідок обробки CDR/UDR-записів і нормалізації індексів QoS та SLA, надходять до CRM і підсистеми управління абонентами, де формуються індивідуальні профілі користувачів [37–40, 160, 163, 166, 167, 173, 175, 176]. Це створює технічні передумови для переходу до моделі «динамічної тарифікації», коли вартість послуги може адаптуватися до індивідуального рівня потреб, способу використання та реального стану мережі [156, 164, 200, 207].

Ринок переходить від масових тарифних планів до мікросегментації та персоналізованого ціноутворення, що підвищує якість обслуговування та зменшує ризик відтоку абонентів.

**Зміщення конкуренції з ціни на якість.** Оскільки запропонована модель враховує технічні показники QoS і SLA, оператори втрачають можливість приховувати фактичні недоліки мережі, маскуючи їх низькою ціною. У системі, де кожен параметр мережевої роботи впливає на тариф у режимі реального часу, оператор змушений інвестувати у покращення пропускної здатності, зменшувати затримку та коливання затримки, забезпечувати стабільність каналів і дотримуватися SLA, оскільки невиконання гарантій знижує тариф і дохід [161, 166, 173, 175, 176, 178]. У результаті конкуренція на ринку зміщується від цінової до конкуренції за якість, що може розглядатися як одна з ознак зрілих ринків мобільного зв'язку [120, 155, 156, 200].

**Стимулювання розвитку сегменту IoT та машинних сервісів.** На відміну від традиційних білінгових систем, у яких облік споживання послуг переважно здійснюється через загальні механізми charging, billing, CDR та OSS/BSS, запропонована у формулі (2.6) модель тарифікації вводить окремий інтегральний

індекс IoT-навантаження, який враховує кількість підключень, частоту передачі пакетів і розмір даних [160–167]. Це спрощує виведення на ринок нових індустріальних та споживчих IoT-рішень у середовищі 5G, де підтримка масових підключень, мережевих сервісів і гнучких механізмів монетизації є одним із важливих напрямів розвитку операторських бізнес-моделей [154, 156, 157, 174, 177].

У результаті оператори отримують можливість створювати окремі моделі тарифікації для різних класів IoT-пристроїв, підвищувати дохід за рахунок диференційованих SLA та оптимізувати навантаження на мережу шляхом перерозподілу пріоритетів трафіку [156, 157, 164, 176, 177]. Це сприяє формуванню нових сегментів ринку, включно зі smart home, smart city, telematics, industrial IoT та автономними системами [120, 154, 174, 177].

**Формування нових моделей доходів в умовах мультисервісного середовища.** Інтеграція технічних і поведінкових показників у білінгову логіку дозволяє відходити від фіксованих пакетів і створювати нові моделі монетизації, що відповідає сучасним підходам до charging, billing, revenue management та монетизації 5G-сервісів [156, 157, 159, 161, 164, 166, 173]. У межах такої логіки можуть формуватися тарифи з оплатою за фактичну якість, преміальні плани з гарантованим SLA, QoS-орієнтовані тарифи для геймерів і стримінгових сервісів, тарифні плани для VR/AR та хмарних обчислень, а також окремі IoT-тарифи залежно від критичності трафіку [154, 156, 157, 175, 176, 178]. Оператори можуть формувати доходи не лише на основі обсягів трафіку, а й за рахунок цінності, якості, пріоритетності та стабільності послуг, що відповідає економіці 5G [120, 155, 156, 159, 200].

**Посилення ролі аналітики, машинного навчання та прогнозування.** У запропонованій моделі значну роль відіграють підсистеми аналізу SLA, CRM і модуль звітності, які формують зворотний зв'язок для оптимізації тарифів та покращення мережевих характеристик [37–40, 84–86, 155, 175, 176]. Це створює умови для застосування регресійного аналізу, кластеризації, нечіткої логіки та

моделей машинного навчання при формуванні тарифів [181, 182, 195–198, 205–207].

Машинне навчання дозволяє прогнозувати навантаження на мережу, визначати оптимальні ваги для QoS і SLA у реальному часі, формувати поведінкові сегменти абонентів, моделювати ризики відтоку та адаптувати тарифи до змін у мережевому середовищі [85, 86, 168–170, 205–207].

Білінгова система перетворюється з інструмента обліку на інтелектуальну систему прийняття рішень, що формує нову архітектуру управління тарифною політикою (табл. 3.18).

Таблиця 3.18

Вплив моделі тарифікації (2.6) на ринок телекомунікаційних послуг  
(сформовано автором)

Сфера впливу	Характер зміни	Опис трансформації
Тарифоутворення	Підвищення прозорості	Оплата прив'язана до фактично отриманих показників QoS, SLA та структури трафіку, що зменшує суб'єктивність тарифів.
Сегментація абонентів	Перехід до мікросегментації	Формуються індивідуальні профілі користувачів на основі CDR/UDR, IoT-потоків і поведінкових характеристик.
Конкуренція між операторами	Зміщення акценту на якість	Оператори конкурують не ціною, а стабільністю та технічною якістю мережевих показників.
Розвиток IoT	Стимулювання індустріальних сервісів	Виокремлення IoT-навантаження створює передумови для розвитку smart-рішень і корпоративних IoT-платформ.
Моделі доходів операторів	Диверсифікація	З'являються нові тарифні моделі: SLA-орієнтовані, QoS-орієнтовані, Pay-As-You-Experience, IoT-тарифи.
Аналітика та управління мережею	Інтелектуалізація	Використання ML, регресійних моделей і кластеризації для прогнозування навантаження та оптимізації тарифів.
Корпоративний сегмент (B2B)	Розширення преміум-сервісів	Можливість запровадження приватних 5G-мереж, SLA 99.99%, тарифів для критичних сервісів.
Поведінка споживачів	Підвищення вимог до якості	Абоненти очікують стабільного QoS і справедливого ціноутворення відповідно до реального досвіду користування.

**Сукупний вплив моделі на ринок телекомунікаційних послуг.** Аналіз демонструє, що впровадження багатофакторної тарифікаційної моделі справляє комплексний вплив на ринок (рис. 3.10).

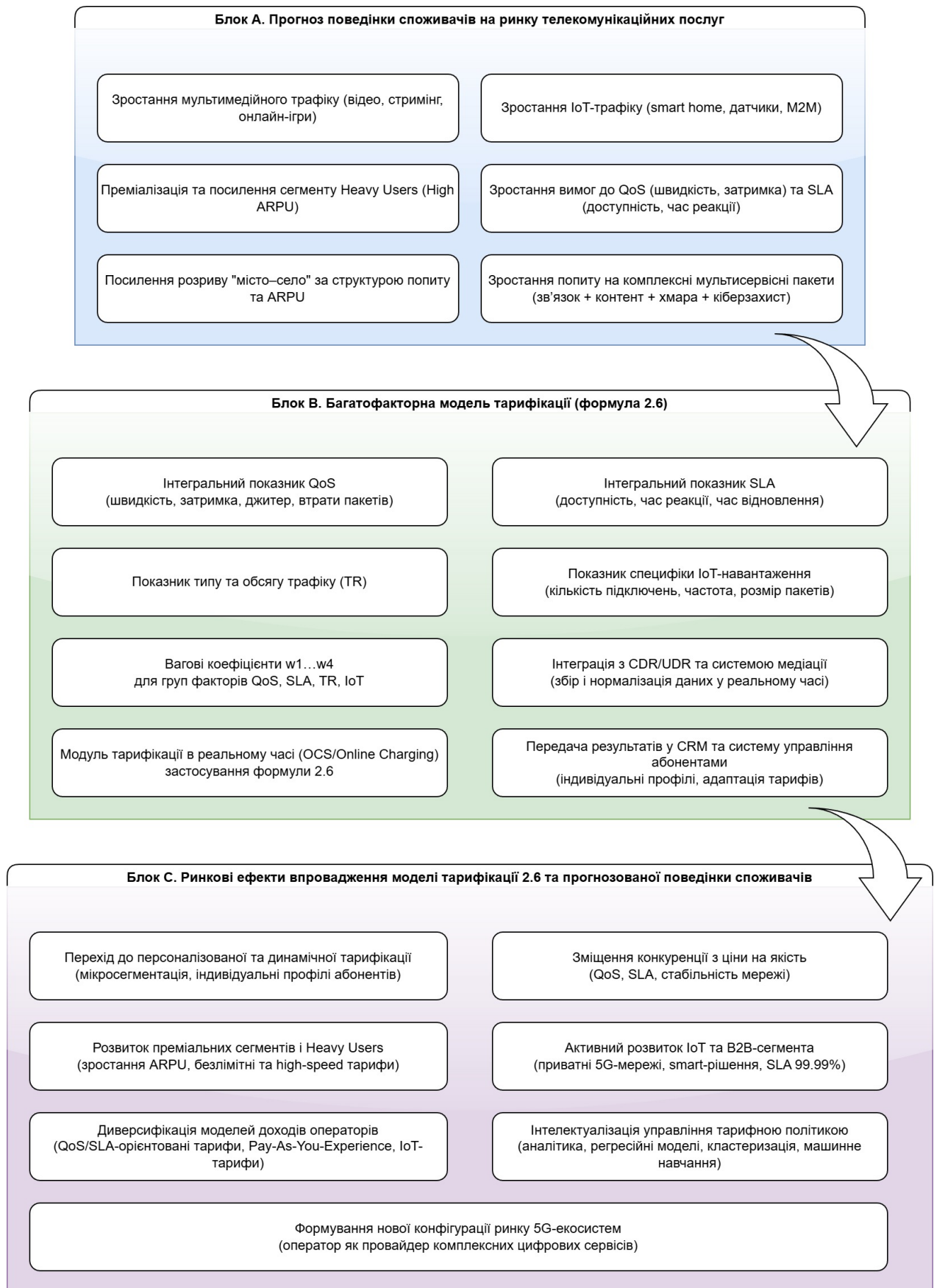


Рис. 3.10. Інтегрована схема “Прогноз поведінки споживачів → Модель тарифікації 5G → Ринковий ефект” (побудовано автором)

Аналіз отриманих результатів свідчить, що впровадження багатофакторної тарифікаційної моделі формує комплексний та багатовимірний вплив на ринок телекомунікаційних послуг. Застосування моделі змінює не лише принципи тарифоутворення, а й трансформує конкурентне середовище, структуру попиту та механізми взаємодії між оператором і споживачем [120, 155, 156, 159, 200]. Поєднання технічних параметрів (QoS, SLA, IoT-навантаження, структура трафіку) з поведінковими характеристиками абонентів формує нову концепцію ціноутворення, у межах якої вартість послуг відображає реальний стан мережі та фактичний досвід користувача [154, 161, 163, 166, 175, 176, 205–207]. Це забезпечує підвищення прозорості тарифів, стимулює розвиток високотехнологічних сегментів і створює передумови для зростання конкурентоспроможності операторів у середовищі 5G [156, 157, 164, 174, 177].

Крім того, модель сприяє переходу ринку до персоналізованих та адаптивних тарифних рішень, що підвищують лояльність споживачів і зменшують ризики відтоку абонентів [85, 86, 200, 205–207]. Водночас зміцнюється роль аналітики та алгоритмів машинного навчання, які забезпечують можливість точного прогнозування навантаження, виявлення поведінкових патернів і формування індивідуальних пропозицій для різних сегментів користувачів [168–170, 205–207]. Постійний зворотний зв'язок між білінговими, аналітичними та мережевими підсистемами створює основу для динамічного управління тарифами в режимі реального часу, що є першочерговим для мультисервісних мереж нового покоління [160–167, 173, 174, 177]. У комплексі ці фактори формують сучасну адаптивну тарифну стратегію, здатну реагувати на зміни ринкових умов, технологічні зміни та еволюцію споживчої поведінки [120, 155, 156, 200, 205–207].

Відповідно до результатів аналізу:

1. Змінюється логіка тарифоутворення — ключовими стають параметри QoS і SLA.
2. Ринок переходить до персонального ціноутворення, орієнтованого на поведінку абонента.
3. Зростає конкуренція за якість, а не за ціну.
4. Розвиваються нові сегменти ринку, зокрема IoT і преміальні сервіси.

5. Оператори отримують нові джерела доходу, не збільшуючи навантаження на базових абонентів.

6. Аналітика та машинне навчання стають центральними інструментами тарифної політики.

7. Формується динамічна, адаптивна білінгова система, здатна реагувати на зміни стану мережі в реальному часі.

Фінансова віддача запропонованої моделі тарифікації ґрунтується на оптимальному поєднанні технічних параметрів роботи мережі (QoS, SLA), специфіки IoT-навантаження та структури трафіку, що дозволяє оператору забезпечити максимальну рентабельність без потреби у надмірних інвестиціях в інфраструктуру [155, 156, 159, 164, 175, 176, 200]. На основі проведеного аналізу та використання моделювання як методу дослідження економічних процесів можна визначити, що економічний ефект моделі формується в зоні, де параметри якості та навантаження мережі перебувають між оптимальними мінімальними та максимальними значеннями, а витрати на їх підтримання зростають пропорційно до потенційного доходу [179, 180, 214].

Для формалізації фінансового впливу запропонованої моделі тарифікації (2.6) запропоновано математичну модель оптимізації управлінських рішень телекомунікаційного підприємства у середовищі 5G. Її побудова ґрунтується на поєднанні підходів до економіко-математичного моделювання, інтегрального оцінювання, управління якістю послуг, SLA, charging/billing-процесів і монетизації сервісів 5G [155, 156, 161, 163, 166, 175, 176, 179, 180]. У межах цієї моделі управлінське рішення розглядається як вибір такого поєднання параметрів тарифної політики, якості обслуговування, гарантій рівня послуг, IoT-навантаження, структури трафіку та витрат на підтримання інфраструктури, яке забезпечує максимальний фінансовий результат за умови дотримання технічних, економічних та ресурсних обмежень.

Математична модель оптимізації управлінських рішень має такий вигляд:

$$u_{5G}^* = \arg \max_{u \in U} Z(u) \quad (3.3)$$

де цільова функція:

$$Z(u) = \sum_{i=1}^n N_i \cdot ARPU_i(u) - C_{\Sigma}(u) - L_{\Delta}(u) \quad (3.4)$$

при цьому:

$$ARPU_i(u) = ARPU_i^0 \cdot \left[ \frac{1 + \alpha_{SLA} \widetilde{SLA}_i(u) + \alpha_{IoT} \widetilde{IoT}_i(u) + \alpha_{QoS} \widetilde{QoS}_i(u) + \alpha_{TR} \widetilde{TR}_i(u)}{\alpha_{QoS} \widetilde{QoS}_i(u) + \alpha_{TR} \widetilde{TR}_i(u)} \right] \quad (3.5)$$

$$C_{\Sigma}(u) = C_{net}(u) + C_{bill}(u) + C_{op}(u) + C_{inv}(u) \quad (3.6)$$

Система обмежень моделі має вигляд:

$$SLA_i^{min} \leq SLA_i(u) \leq SLA_i^{max}$$

$$IoT_i^{min} \leq IoT_i(u) \leq IoT_i^{max}$$

$$QoS_i^{min} \leq QoS_i(u) \leq QoS_i^{max}$$

$$TR_i^{min} \leq TR_i(u) \leq TR_i^{max}$$

$$C_{\Sigma}(u) \leq B$$

$$K_i(u) \leq K_i^{max}$$

$$R(u) \geq R^{min}$$

де  $u_{5G}^*$  — оптимальне управлінське рішення телекомунікаційного підприємства у середовищі 5G;

$u$  — управлінське рішення, що охоплює вибір тарифної політики, рівня SLA, параметрів QoS, допустимого IoT-навантаження, структури трафіку та обсягу інфраструктурних витрат;

$U$  — множина допустимих управлінських рішень;

$Z(u)$  — цільова функція, що відображає інтегральний фінансово-управлінський результат від реалізації управлінського рішення;

$N_i$  — кількість абонентів або сервісів у  $i$ -му сегменті;

$ARPU_i(u)$  — середній дохід від одного користувача або сервісу в  $i$ -му сегменті залежно від обраного управлінського рішення;

$ARPU_i^0$ — базовий середній дохід від одного користувача або сервісу до застосування адаптивної тарифної моделі;

$\widetilde{SLA}_i(u)$ ,  $\widetilde{IoT}_i(u)$ ,  $\widetilde{QoS}_i(u)$ ,  $\widetilde{TR}_i(u)$ — нормалізовані значення відповідно параметрів SLA, IoT-навантаження, QoS та структури трафіку для  $i$ -го сегмента;

$\alpha_{SLA}$ ,  $\alpha_{IoT}$ ,  $\alpha_{QoS}$ ,  $\alpha_{TR}$ — вагові коефіцієнти впливу відповідних параметрів на формування фінансового результату;

$C_\Sigma(u)$ — сукупні витрати оператора, пов'язані з реалізацією управлінського рішення;

$C_{net}(u)$ — витрати на підтримання та розвиток мережевої інфраструктури;

$C_{bill}(u)$ — витрати на функціонування білінгової системи та обробку тарифікаційних транзакцій;

$C_{op}(u)$ — операційні витрати на обслуговування мережі, клієнтів і сервісів;

$C_{inv}(u)$ — інвестиційні витрати на модернізацію інфраструктури 5G;

$L_\Delta(u)$ — фінансові втрати, що виникають у разі відхилення фактичних параметрів від економічно доцільних меж;

$B$ — допустимий бюджет витрат на експлуатацію, підтримання та модернізацію мережі;

$K_i(u)$ — рівень навантаження на мережеву та білінгову інфраструктуру в  $i$ -му сегменті;

$K_i^{max}$ — максимально допустиме навантаження на мережеву та білінгову інфраструктуру;

$R(u)$ — очікуваний фінансовий результат від реалізації управлінського рішення;

$R^{min}$ — мінімально прийнятний рівень фінансової віддачі.

Запропонована математична модель оптимізації управлінських рішень поєднує цільову функцію, систему обмежень і сукупність змінних, які відображають управлінські, фінансові та технологічні параметри функціонування телекомунікаційного підприємства у середовищі 5G [155, 156, 159, 179, 180, 214, 215]. Цільова функція спрямована на максимізацію інтегрального фінансового



результату, який формується за рахунок доходів від абонентських і сервісних сегментів з урахуванням адаптивного впливу параметрів SLA, IoT, QoS та TR. Водночас із цього результату віднімаються сукупні витрати на мережеву інфраструктуру, білінгову систему, операційне обслуговування, інвестиційну модернізацію та можливі втрати від відхилення параметрів від економічно доцільних меж [160–167, 173, 175, 176].

Система обмежень визначає допустиму область управлінських рішень. Вона показує, що оператор не може безмежно підвищувати якість обслуговування, рівень SLA або обсяг обслуговування IoT-трафіку, оскільки кожне таке рішення потребує додаткових витрат, збільшує навантаження на мережеву та білінгову інфраструктуру і може знижувати рентабельність [154, 174–177, 215]. Одночасно зниження параметрів нижче допустимого рівня призводить до втрати споживчої цінності послуг, зменшення ARPU та послаблення конкурентних позицій оператора [120, 155, 156, 200].

Відповідно, зміст математичної моделі полягає у виборі такого управлінського рішення  $u_{5G}^*$ , за якого забезпечується найкращий баланс між доходами, витратами, якістю послуг, гарантіями SLA, IoT-навантаженням і структурою трафіку. Саме така постановка задачі відображає сутність оптимізації управлінських процесів телекомунікаційного підприємства на основі технологій 5G, оскільки дозволяє перейти від статичного тарифоутворення до адаптивного управління фінансовою віддачею, мережевими ресурсами та якістю обслуговування [155, 156, 159, 164, 200].

У цьому режимі мережа забезпечує належну якість послуг для споживачів, не вимагаючи надлишкових інвестицій у інфраструктуру, які були б потрібні при ще більших обсягах чи інтенсивності трафіку (табл. 3.19). Іншими словами, знайдено рівень використання, за якого маржинальні витрати на обслуговування додаткового трафіку починають швидко зростати, і відповідно тариф теж мав би зростати непропорційно – отже, цей рівень визначає доцільний «поріг» для планування мережеских ресурсів і тарифних пакетів.

Ключові компоненти залежності фінансової віддачі моделі тарифікації  
(побудовано автором на основі власних розрахунків)

Показники	Рівень гарантій (SLA)	Параметри IoT-пристроїв	Якість обслуговування (QoS)	Вид трафіку TR
Оптимальний max	80%	65%	80%	60%
Оптимальний min	60%	55%	75%	58%
Ваговий коефіцієнт	1,3	1,15	1,07	1

Примітка:

*SLA* - оптимальне (реально досяжне та економічно ефективне) значення параметрів *SLA*, становить близько 60 (оптимальний min) до 80 % (оптимальний max) з ваговим коефіцієнтом 1,3.

*IoT* - оптимальне значення впливу на формування тарифів параметрів *IoT*-трафіку становить близько 55% (оптимальний min) до 65 % (оптимальний max) з ваговим коефіцієнтом 1,15.

*QoS* - оптимальне (реально досяжне та економічно ефективне) значення якості *QoS*, становить 75 % (оптимальний min) до 80 % (оптимальний max) з ваговим коефіцієнтом 1,07.

*TR* - оптимальні значення на формування тарифів параметру типу та обсягу трафіку *TR* становить 58% - 60% з ваговим коефіцієнтом 1.

Найбільший вплив на тариф і, відповідно, фінансову віддачу має *SLA* (1.3).

У фінансовому аспекті високий рівень *SLA* створює можливість формувати тарифні плани з більшою маржинальністю, оскільки готовність підприємств та преміальних користувачів платити за стабільність і прогнозованість сервісу істотно вища, ніж у масового сегмента. Дотримання *SLA* також передбачає наявність резервування, оптимізованих процесів відновлення, підвищеної пропускної здатності та стабільності мережі, що потребує значних інвестицій. Відповідно, у структурі тарифу такі витрати компенсуються через вищий ваговий коефіцієнт. Крім того, *SLA* формує довгострокову цінність для оператора, оскільки високий рівень гарантій суттєво знижує ризики відтоку, підвищує рівень корпоративної лояльності й забезпечує укладання контрактів на тривалі періоди.

Саме тому параметр *SLA* отримує найбільшу вагу у моделі тарифікації: він не лише формує найвищу цінність для окремих сегментів споживачів, а й виступає ключовим джерелом стабільних доходів, визначає рівень преміальності послуг та

забезпечує стійкий фінансовий ефект для оператора у середовищі 5G та IoT. Тому параметр SLA відображає гарантовану доступність і стабільність сервісу, що має найбільшу цінність для бізнес-клієнтів, преміальних сегментів та критичних сервісів.

Другий за значимістю фактор — IoT-навантаження оскільки саме сегмент Інтернету речей демонструє найвищі темпи зростання та формує стабільне, прогнозоване та довгострокове джерело доходів для операторів мобільного зв'язку (1.15). На відміну від традиційних абонентів, IoT-пристрої генерують постійний, рівномірний трафік з чітко прогнозованими моделями споживання, що значно спрощує планування пропускної здатності та оптимізацію мережевого навантаження. Для оператора це означає мінімальні ризики, великий ринок: датчики, моніторинг, smart home, телематика → стійкий і швидкозростаючий дохід.

Далі — QoS (1.07): Висока якість дозволяє встановлювати преміальні тарифи, безлімітні плани, тарифи для 5G, відео та AR/VR. Економічна значимість QoS полягає у тому, що високі показники якості зменшують ризик відтоку абонентів і підвищують рівень їхньої довіри до оператора. У середовищі, де конкуренція зміщується з ціни на якість сервісу, здатність підтримувати високий QoS стає стратегічною перевагою і дозволяє операторам формувати довгострокову лояльність користувачів, особливо у преміальних і молодіжних сегментах.

TR (тип трафіку) — базовий ваговий коефіцієнт (1.0), але саме він визначає структуру витрат та можливість агрегування тарифів: оператор може поєднувати сервіси, групувати їх у пакети, пропонувати безлімітні рішення або створювати спеціалізовані тарифні моделі (наприклад, відео-пакети або IoT-тарифи). Це суттєво спрощує адміністративне навантаження на білінг, знижує операційні витрати й забезпечує економічну ефективність тарифної політики у середовищі мультисервісних мереж.

Фінансова віддача зростає, коли параметри з високими ваговими коефіцієнтами (SLA, IoT, QoS) працюють у межах оптимальних значень.

У графіку (рис. 3.11) оптимальних значень SLA, параметрів IoT-трафіку, QoS та навантаження TR показано, що для кожного фактора існує економічно доцільний інтервал: SLA — 60–80 %, IoT — 55–65 %, QoS — 75–80 %, TR — 58–60 %.

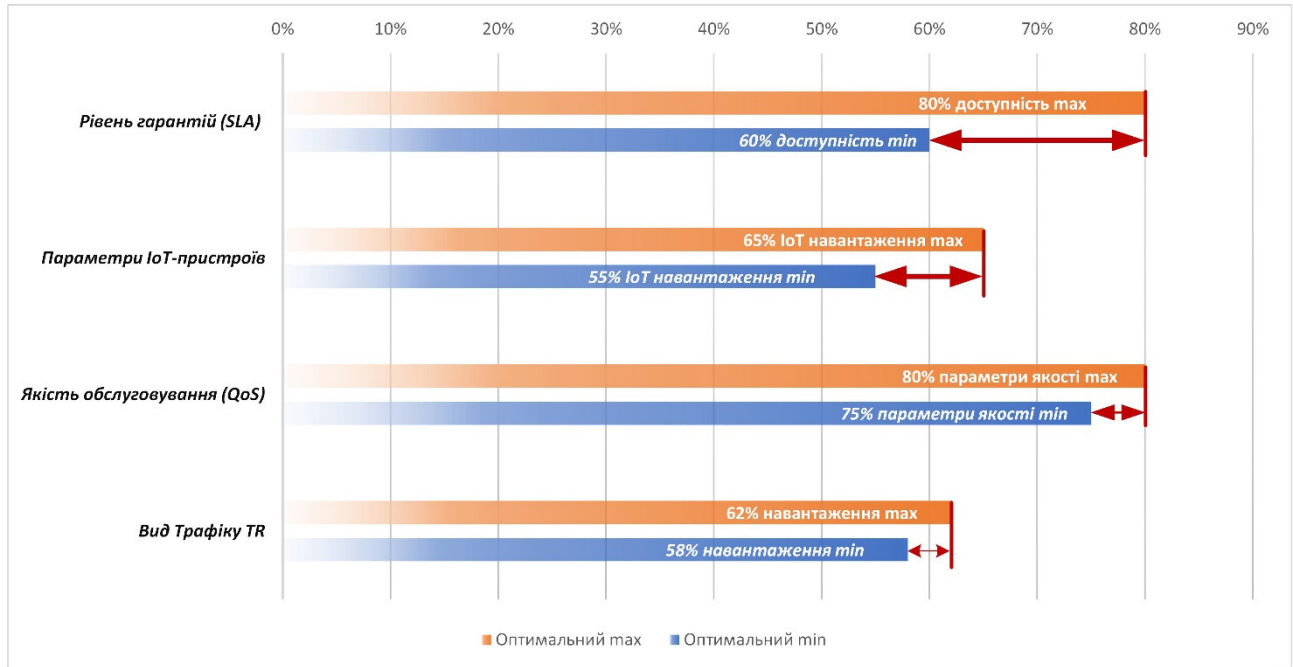


Рис. 3.11. Оптимальні інтервали мережевих параметрів, для забезпечення максимальної фінансової віддачі тарифної моделі (побудовано автором на основі власних розрахунків)

Вихід за межі цих діапазонів призводить до непропорційного зростання маржинальних витрат на обслуговування додаткового трафіку, що знижує прибутковість. У свою чергу, зниження параметрів нижче оптимального мінімуму зменшує можливий рівень тарифу та ARPU через погіршення якості обслуговування.

Важливим елементом моделі є вагові коефіцієнти, які відображають значимість кожного фактора у формуванні тарифу. Найбільший вплив мають параметри SLA (1,3) та IoT-навантаження (1,15), які генерують найстійкіші джерела доходу, особливо у преміальних сегментах та корпоративному секторі. QoS має вагу 1,07, формуючи базу для преміальних та безлімітних тарифів, тоді як TR має вагу

1,0 та визначає базову структуру витрат. Фінансова віддача збільшується тоді, коли параметри з найбільшими ваговими коефіцієнтами перебувають у межах економічно виправданих значень.

Фінансова ефективність моделі базується на трьох ключових засадах: оптимізації витрат через роботу мережі в межах оптимальних технічних параметрів; збільшенні доходів завдяки ваговим коефіцієнтам, що дозволяють монетизувати найцінніші сегменти (SLA, IoT, QoS); а також на впровадженні гнучкого, адаптивного тарифоутворення, яке враховує реальний стан мережі та структуру споживання трафіку. У результаті оператор отримує можливість підвищувати ARPU, уникати надлишкових інвестицій, оптимізувати навантаження мережі та забезпечувати стабільну рентабельність у мультисервісних 5G-середовищах.

Оптимальні значення параметрів SLA, IoT-навантаження, QoS та TR показують:

- якщо якість або навантаження виходять за межі «оптимуму», → маржинальні витрати на обслуговування трафіку різко зростають.
- якщо оператор працює *нижче мінімуму*, → падає якість, що зменшує можливий тариф і ARPU.
- якщо працює *вище максимуму*, → збільшуються технічні витрати, що знижує прибутковість.

Фінансова віддача досягає максимального рівня в зоні оптимальних параметрів, оскільки саме в цьому інтервалі забезпечується найкращий баланс між доходами оператора та витратами на підтримання мережевої інфраструктури. Коли оператор виходить за межі оптимуму у бік зниження значень параметрів, погіршується якість послуги. Натомість перевищення параметрів вище оптимального максимуму веде до непропорційного збільшення витрат.

Зона ефективності:

- 1% додаткового QoS або SLA *коштує оператору значно дорожче*, ніж приносить доходу;
- перевищення порогів → падіння рентабельності;

- мережа забезпечує достатню якість;
- інвестиції не перевищують економічно виправданий рівень;
- абонент готовий платити більше, бо отримує стабільний досвід.

Фінансовий ефект виникає саме в зоні “min та max” оптимумом: максимальна фінансова віддача досягається в точці рівноваги — коли параметри знаходяться у межах оптимальних мінімальних і максимальних значень. У цій зоні оператор отримує максимальний дохід від преміальних і високодохідних тарифів, мінімізує маржинальні витрати на обслуговування додаткового трафіку та забезпечує ефективне використання інфраструктури. Це і є економічно доцільний режим функціонування мережі, у якому тарифна модель працює з найбільшою ефективністю.

Фінансова віддача розробленої моделі тарифікації визначається сукупним впливом трьох ключових механізмів.

По-перше, економічна ефективність досягається завдяки оптимізації витрат на основі зонування параметрів QoS, SLA, IoT-навантаження та структури трафіку (TR). Аналіз показує, що максимальна рентабельність забезпечується тоді, коли мережеві показники перебувають у межах визначених оптимальних діапазонів (від оптимального min до оптимального max). Робота поза межами цього інтервалу — як у бік надмірного зниження, так і у бік перевищення встановлених значень — призводить до різкого зростання маржинальних витрат, які перевищують потенційний дохід від приросту трафіку або якості. Саме тому підтримання мережі в зоні оптимальних параметрів дозволяє оператору уникнути надлишкового фінансування інфраструктури та забезпечити найбільш ефективне співвідношення між витратами та доходами.

По-друге, значну роль у формуванні фінансового результату відіграють вагові коефіцієнти, закладені у модель тарифікації. Вони відображають пріоритетність окремих груп показників у загальній структурі тарифу. Найбільшу вагу мають SLA та параметри IoT-навантаження, що забезпечує їхній домінуючий вплив на кінцевий розмір тарифу та формування доходів. Високі вагові значення цих параметрів відповідають поточним ринковим тенденціям, зокрема зростанню корпоративного

сегмента, розвитку критичних сервісів, підвищення вимог до доступності мережі та експансії індустріального IoT. Параметри QoS та TR виконують стабілізуючу функцію, формуючи технічну основу тарифної моделі та забезпечуючи збалансований вплив на її фінансову складову.

По-третє, фінансова результативність моделі підсилюється завдяки механізмам гнучкого та адаптивного тарифоутворення. Формула тарифікації дозволяє враховувати поточну структуру трафіку, рівень навантаження мережі та реальні значення параметрів якості в режимі реального часу. Це створює передумови для формування персоналізованих тарифів, диференціації пропозицій для преміальних сегментів, монетизації IoT-трафіку різного класу критичності та підвищення ARPU без необхідності суттєвого збільшення інвестиційних витрат. Гнучкість моделі сприяє стабілізації маржі та забезпечує сталий фінансовий ефект завдяки поєднанню персоналізації, сегментації та оптимізації витрат.

Узагальнюючи, фінансова віддача моделі тарифікації базується на здатності оператора підтримувати мережу в зоні оптимальних технічних параметрів, враховувати пріоритетність факторів у структурі тарифу та застосовувати адаптивний підхід до формування цін, що відповідає реальним умовам споживання послуг. Це забезпечує підвищення ефективності тарифної політики та створює передумови для стійкого зростання доходів у середовищі 5G та IoT.

Проведений аналіз дозволив сформулювати комплексне бачення прогнозованої поведінки споживачів на ринку телекомунікаційних послуг у контексті розвитку 5G-мереж та формування мультисервісного середовища. На основі регресійних та кластеризаційних моделей, розглянутих у підрозділах 3.1 і 3.2, визначено ключові чинники, що впливають на вибір абонентів, структуру попиту та їхню реакцію на зміни у мережевих параметрах.

По-перше, встановлено, що параметри якості сервісу (QoS) та гарантій рівня обслуговування (SLA) є домінантними факторами, які визначають цінність телекомунікаційних послуг і рівень готовності споживачів оплачувати преміальні тарифні плани. Висока швидкість передачі даних, стабільність з'єднання та мінімальні затримки стають основними критеріями вибору оператора. Погіршення

показників затримки, джитера чи часу відновлення сервісу спричиняє істотне зниження лояльності абонентів, що підтверджується результатами регресійного аналізу.

По-друге, формування попиту поступово зміщується від традиційних базових послуг до мультимедійних, індустріальних та IoT-сервісів. Прогнозна динаміка (табл. 3.16) демонструє зниження частки базових сервісів і зростання ролі цифрових рішень, що потребують високої пропускної здатності та низької затримки. У середньостроковій перспективі саме мультимедійні та IoT-послуги формуватимуть ядро попиту на ринку мобільного зв'язку.

По-третє, сегментаційний аналіз показав зростання впливу преміальних користувачів та сегменту Heavy Users на формування доходів операторів. Вони демонструють найбільшу готовність до переходу на нові технологічні стандарти та використання послуг із гарантованими параметрами QoS і SLA. Молодіжний сегмент продовжує стимулювати попит на безлімітні мультимедійні сервіси, у той час як бізнес-користувачі визначають розвиток SLA-орієнтованих тарифів, рішень для приватних 5G-мереж та корпоративних IoT-платформ (табл. 3.17).

По-четверте, виявлено суттєві географічні відмінності у споживчій поведінці: міські абоненти демонструють високий попит на сервіси 5G та комплексні цифрові рішення, тоді як у сільських регіонах ключовими чинниками залишаються базове покриття та доступність тарифів. Це зумовлює необхідність регіональної диференціації тарифних стратегій операторів.

По-п'яте, прогноз підтверджує зростання потреби у персоналізації тарифів, поведінковій аналітиці та використанні алгоритмів машинного навчання для прогнозування ризику відтоку, аналізу навантаження та формування індивідуальних пропозицій. Тариф перетворюється на динамічний інструмент, що адаптується до моделей споживання та характеристик мережі.

Узагальнюючи результати, можна зробити висновок, що ринок телекомунікаційних послуг поступово переходить до моделі персоналізованих, якісно-орієнтованих і мультисервісних пропозицій. Зміна поведінки користувачів, зростання ролі QoS та SLA, розвиток мультимедійних і IoT-сегментів, а також



підвищення технологічної зрілості бізнес-клієнтів формують передумови для впровадження нових тарифних моделей. Це обґрунтовує необхідність застосування в подальшому багатофакторної білінгової моделі тарифікації (формула 2.6), яка здатна точно відобразити зазначені ринкові тенденції та забезпечити відповідність тарифів реальним умовам споживання послуг.

### **Висновки до розділу 3**

1. Здійснено стратегування розвитку телекомунікаційних підприємств на основі аналізу ефективності запропонованої моделі тарифікації. Результати поліноміального регресійного аналізу групи параметрів «Якість обслуговування» підтверджують важливість оптимізації мережі та якості послуг для обґрунтованого і конкурентоспроможного ціноутворення у середовищі 5G. Також підтверджено необхідність високого рівня SLA-стандартів для формування обґрунтованих і конкурентоспроможних тарифів у мережах 5G.

Поліноміальний регресійний аналіз групи параметрів типу та обсягу трафіку підтвердив його важливість для справедливого, прозорого та ефективного ціноутворення в телекомунікаційних підприємствах.

2. Удосконалено методичні підходи до сегментації телекомунікаційних сервісів для формування адаптивних тарифних пропозицій підприємств. Результат кластеризації сервісів послуг зв'язку за методом К-середніх показує групування їх за відстанню: менша відстань свідчить про більш схожі характеристики, а більша — про суттєві відмінності. Отже, можна виділити чіткі групи, що відповідають визначеним кластерам. Кластерний аналіз не тільки забезпечує логічну та ефективну організацію послуг зв'язку, але й дозволяє знизити навантаження на інфраструктуру обліку та розрахунків, зменшити кількість помилок та підвищити загальну надійність системи тарифікації.

Розроблено інтегровану схему імперативів управлінських рішень телекомунікаційних підприємств: “Прогноз поведінки споживачів → Модель тарифікації 5G → Ринковий ефект”, яка є основою стратегування.

3. Для формалізації фінансово-економічного ефекту запропонованої моделі тарифікації запропоновано математичну модель оптимізації управлінських рішень телекомунікаційного підприємства у середовищі 5G. У межах цієї моделі управлінське рішення розглядається як вибір такого поєднання параметрів тарифної політики, якості обслуговування, гарантій рівня послуг, IoT-навантаження, структури трафіку та витрат на підтримання інфраструктури, яке забезпечує максимальний фінансовий результат (чистий прибуток) за умови дотримання технічних, економічних та ресурсних обмежень.

Розрахунок ключових компонентів залежності фінансової віддачі моделі тарифікації демонструє, що фінансова віддача зростає, коли параметри з високими ваговими коефіцієнтами (SLA, IoT, QoS) працюють у межах оптимальних значень. Встановлено, що фінансова віддача досягає максимального рівня в зоні оптимальних параметрів, оскільки саме в цьому інтервалі забезпечується найкращий баланс між доходами телекомунікаційного підприємства та витратами на підтримання мережевої інфраструктури.

## ВИСНОВКИ

Стрімке впровадження технологій 5G у телекомунікаційній галузі зумовлює необхідність переосмислення підходів до управління підприємствами та переходу до цифрових, адаптивних управлінських моделей. Використання інформаційних систем на основі 5G забезпечує високу швидкість обробки даних, автоматизацію процесів і підвищення ефективності прийняття управлінських рішень. Водночас існує потреба у формуванні і удосконаленні теоретико-методологічних засад та практичних механізмів оптимізації управлінських процесів телекомунікаційних підприємств в умовах цифрової трансформації. Особливої значущості набуває дослідження чинників адаптивного управління в умовах воєнного стану, що впливають на стабільність та стійкість галузі. У зв'язку з цим окремого наукового опрацювання потребують питання тарифікації послуг у мережах 5G як ключового інструменту економічного управління підприємством. У сукупності це визначає необхідність розробки інтегрованих моделей оптимізації управлінських рішень.

1. Розкриття сутності та значення інформаційних систем і технологій 5G в управлінні підприємством дозволило виокремити роль технологій 5G і інформаційних систем, і на цій основі сформувані семантичну схему ідентифікації їх ролі в управлінні підприємством. Встановлено, що синергія 5G та інформаційних систем в управлінні підприємством має трактуватися не як покрокова «інтеграція технологій», а як їх взаємне підсилення, яке змінює архітектуру управління, швидкість прийняття рішень і глибину цифровізації бізнес-процесів.

2. У роботі дістало подальшого розвитку наукове обґрунтування теоретико-методологічних засад використання інформаційних технологій для оптимізації управлінських процесів підприємств. У науковій літературі поняття «управлінське рішення» має багатогранне трактування, що зумовлено різними підходами до розуміння сутності управлінської діяльності. Зокрема, класичні та сучасні дослідження у сфері менеджменту акцентують увагу на різних аспектах цього поняття — від вибору альтернатив до комплексного процесу обґрунтування та реалізації управлінського впливу. Запропонована концептуальна схема

взаємозв'язку функцій управління з управлінськими рішеннями і процесами їх оптимізації. Встановлено, що управлінське рішення доцільно розглядати не лише як акт вибору, а як інтегрований процес, що охоплює ідентифікацію проблеми, аналіз інформації, формування альтернатив, їх оцінювання та подальшу реалізацію. При цьому оптимізація управлінських має нести комплексний характер і залежати від рівня організаційної культури, компетенцій персоналу та готовності підприємства до використання інноваційних підходів. У зв'язку з цим інформаційні технології слід розглядати не лише як інструмент, але і як фактор трансформації управлінської парадигми. Отже, теоретико-методологічні засади використання інформаційних технологій для оптимізації управлінських процесів підприємств передбачають інтеграцію підходів до розуміння сутності управлінських рішень, їх функціонального призначення та механізмів оптимізації. Саме така комплексна інтерпретація дозволяє забезпечити підвищення ефективності управління та конкурентоспроможності підприємства в умовах цифрової економіки.

Дістало подальшого розвитку теоретичне обґрунтування рекомендованих інформаційних систем на основі структуризації операційних процесів телекомунікаційних підприємств. Вони сформовані на основі уточненої декомпозиції ключових операційних процесів телекомунікаційних, до якої запропоновано включити такі: управління мережею та моніторинг стану обладнання, тарифікація та білінг, управління взаємовідносинами з клієнтами, планування та модернізація мережевої інфраструктури, сервісна підтримка та контроль якості послуг, управління потоками даних у реальному часі, кібербезпека та захист мереж.

3. Розвинуто науково-методичний підхід до вибору інформаційних систем на основі діагностичної матриці в залежності від функціонального фокусу (до якого відноситься бізнес-аналітика і планування, внутрішні бізнес-процеси, процеси взаємодії з клієнтами) і рівня управління підприємством (операційний, тактичний стратегічний). Зокрема, встановлено, що найбільш широкі функціональні

можливості для інтеграції притаманні ERP-системам і спільним ERP+CRM-системам.

На основі проведених теоретико-методичних досліджень проведено узагальнення змін у внутрішніх бізнес-процесах телекомунікаційних підприємств у зв'язку з переходом на технологію 5G і систематизовано підходи до оптимізації процесів управління телекомунікаційними підприємствами в контексті впровадження мереж п'ятого покоління.

4. Узагальнення факторів впливу на процеси управління телекомунікаційними підприємствами в умовах воєнного стану засвідчує, що сукупність воєнно-інфраструктурних, енергетичних, кібернетичних, демографічних, регуляторних, фінансово-економічних і соціально-політичних чинників зумовлює трансформацію телекомунікаційного сектору через підвищення вимог до стійкості мереж, адаптивності бізнес-моделей та посилення міжнародної конвергенції.

5. Аналіз організаційно-технологічних аспектів управління телекомунікаційними підприємствами України в умовах переходу до 5G засвідчив стійкий висхідний вектор у мобільному сегменті, де лідери — ПрАТ «Київстар», ПрАТ «ВФ Україна» та ТОВ «Лайфсел» — демонструють системне зростання виручки протягом 2020–2025 рр. Беззаперечним лідером ринку залишається ПрАТ «Київстар», який стабільно утримує найбільші обсяги доходів і прибутків. Оцінка основних показників ПрАТ «Київстар» свідчить про значне масштабування бізнесу, зміцнення фінансової стійкості, але водночас про поступове зниження маржинальності та ефективності використання активів. Динаміка ключових фінансово-економічних показників ПрАТ «ВФ Україна» свідчить про загальне підвищення ефективності діяльності підприємства, що проявляється у зростанні доходів, прибутковості та продуктивності праці, попри окремі коливання рентабельності та зниження рівня фінансової незалежності. При цьому, найвищі темпи приросту економічної ефективності спостерігаються у ТОВ «Лайфселл», що вказує на активну ринкову експансію та ефективну конкурентну стратегію. Водночас Укртелеком характеризується низхідною або стагнаційною динамікою

доходів, що підтверджує структурне скорочення сегменту фіксованого зв'язку. Загалом ринок демонструє перерозподіл доходності на користь мобільних операторів, що корелює з процесами цифрової трансформації економіки та впровадженням сучасних телекомунікаційних технологій 5G.

Для діагностики ефективності управлінських рішень розраховано інтегральні показники у розрізі ефективності управління активами, персоналом і цифровими трансформаціями бізнес-процесів підприємства. Динаміка інтегральних показників підтверджує, що ПрАТ «Київстар» пройшло етап інтенсивного накопичення активів у 2022–2024 роках та у 2025 році вийшло на рівень високої ресурсної ефективності, де зростання доходів супроводжується якісним підвищенням ефективності управління капіталом та персоналом підприємства. Модель менеджменту ПрАТ «ВФ Україна» за останні п'ять років еволюціонувала від кризового реагування до стратегії сталого інтенсивного зростання, де ключовим фактором ефективності виступає синергія високої кваліфікації персоналу та глибокої цифровізації активів. Динаміка інтегральних показників ефективності управління ресурсами ТОВ «Лайфсел» в цілому відображає підвищення рівня управлінської ефективності підприємства за умов наявності короткострокових флуктуацій.

Встановлено, що контроль і оцінка результатів як один з елементів прийняття управлінських рішень потребує поглибленої систематизації з огляду на розвиток інформаційних систем і технологій 5G. Відповідно, у роботі проведено декомпозицію напрямів моніторингу і контролю в системі прийняття управлінських рішень телекомунікаційними підприємствами. Запропонований науковий підхід враховує основні операції моніторингу і контролю, рекомендовані інформаційні системи і технології, а також систему ключових індикативних показників у розрізі кожного етапу моніторингу і контролю.

6. Удосконалено науково-методичні підходи до моделювання тарифікації телекомунікаційних підприємств у 5G мережах як ключового елементу управління. Зокрема, доведено важливість моделей тарифікації телекомунікаційних підприємств, яка полягає у забезпеченні науково обґрунтованої основи для

прийняття управлінських рішень шляхом формалізації взаємозв'язку між витратами, попитом, еластичністю цін, інвестиціями в інфраструктуру та конкурентним середовищем. Така модель виступає ключовим інструментом стратегічного та операційного менеджменту, забезпечуючи баланс між прибутковістю підприємства, конкурентоспроможністю та доступністю послуг для споживачів. У роботі запропоновано економіко-математичну модель тарифікації телекомунікаційних підприємств у мережі 5G. Вона є комплексною та адаптивною системою оцінювання вартості телекомунікаційної послуги в мережах 5G. та 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.

Представлена модель відображає цілісну систему тарифікації, адаптовану до умов мультисервісного середовища та Інтернету речей у мережах п'ятого покоління. 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.

7. Здійснено стратегування розвитку телекомунікаційних підприємств на основі аналізу ефективності запропонованої моделі тарифікації. Результати поліноміального регресійного аналізу групи параметрів «Якість обслуговування» підтверджують важливість оптимізації мережі та якості послуг для обґрунтованого і конкурентоспроможного ціноутворення у середовищі 5G. Також підтверджено необхідність високого рівня SLA-стандартів для формування обґрунтованих і конкурентоспроможних тарифів у мережах 5G.

Поліноміальний регресійний аналіз групи параметрів типу та обсягу трафіку підтвердив його важливість для справедливих, прозорих та ефективних ціноутворення в телекомунікаційних підприємствах.

8. Удосконалено методичні підходи до сегментації телекомунікаційних сервісів для формування адаптивних тарифних пропозицій підприємств. Результат кластеризації сервісів послуг зв'язку за методом К-середніх показує групування їх за відстанню: менша відстань свідчить про більш схожі характеристики, а більша — про суттєві відмінності. Відповідно, можна виділити чіткі групи, що відповідають визначеним кластерам. Кластерний аналіз не тільки забезпечує логічну та ефективну організацію послуг зв'язку, але й дозволяє знизити навантаження на інфраструктуру обліку та розрахунків, зменшити кількість помилок та підвищити загальну надійність системи тарифікації.

Розроблено інтегровану схему імперативів управлінських рішень телекомунікаційних підприємств: “Прогноз поведінки споживачів → Модель тарифікації 5G → Ринковий ефект”, яка є основою стратегування.

9. Для формалізації фінансово-економічного ефекту запропонованої моделі тарифікації запропоновано математичну модель оптимізації управлінських рішень телекомунікаційного підприємства у середовищі 5G. У межах цієї моделі управлінське рішення розглядається як вибір такого поєднання параметрів тарифної політики, якості обслуговування, гарантій рівня послуг, IoT-навантаження, структури трафіку та витрат на підтримання інфраструктури, яке забезпечує максимальний фінансовий результат (чистий прибуток) за умови дотримання технічних, економічних та ресурсних обмежень.

Розрахунок ключових компонентів залежності фінансової віддачі моделі тарифікації демонструє, що фінансова віддача зростає, коли параметри з високими ваговими коефіцієнтами (SLA, IoT, QoS) працюють у межах оптимальних значень. Встановлено, що фінансова віддача досягає максимального рівня в зоні оптимальних параметрів, оскільки саме в цьому інтервалі забезпечується найкращий баланс між доходами телекомунікаційного підприємства та витратами на підтримання мережевої інфраструктури.

Узагальнюючи результати дисертаційного дослідження, слід зазначити, що поставлену наукову мету досягнуто, а визначені завдання виконано шляхом теоретичного обґрунтування, методичного розвитку та прикладної апробації



підходів до оптимізації управлінських процесів телекомунікаційних підприємств в умовах цифровізації та переходу до мереж 5G. Одержані результати формують цілісну науково-методичну основу для підвищення ефективності управлінських рішень на основі використання інформаційних систем, діагностичної матриці їх вибору, адаптивної моделі тарифікації, інструментів стратегування, сегментації телекомунікаційних сервісів і формалізованої економіко-математичної моделі оптимізації. Практичне значення запропонованих положень полягає у можливості їх застосування телекомунікаційними підприємствами для підвищення стійкості бізнес-процесів, обґрунтованості тарифної політики, якості обслуговування, ефективності використання ресурсів та конкурентоспроможності в умовах високодинамічного мультисервісного середовища 5G. Результати дослідження вирішують актуальне науково-практичне завдання щодо оптимізації управлінських процесів телекомунікаційних підприємств на основі технологій 5G та створюють підґрунтя для подальшого розвитку адаптивних моделей управління в галузі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Drucker P. What makes an effective executive. *Harvard business review*. 2017. Vol. 82, no. 6. P. 58–63, 136.
2. Bassellier G., Reich B., Benbasat I. Information technology competence of business managers: a definition and research model. *Journal of management information systems*. 2001. Vol. 17. P. 159–182. URL: <https://doi.org/10.1080/07421222.2001.11045660>.
3. Business Intelligence infographic. Depositphotos.
4. Hirschheim R., Klein H. K., Lyytinen K. Information systems development and data modeling: conceptual and philosophical foundations. Cambridge University Press, 1995. Vol. 9.
5. Aggarwal N., Kapoor M. Human resource information systems (HRIS) - its role and importance in business competitiveness. *Gian jyoti e-journal*. 2020. Vol. 1, no. 2. P. 1. URL: <https://www.gjimt.ac.in/web/wp-content/uploads/2017/10/N14.pdf>
6. Rodríguez Torres E., Gómez Cano C. A., Sánchez Castillo V. Management information systems and their impact on business decision making. *Data and metadata*. 2022. Vol. 1. P. 21. URL: <https://doi.org/10.56294/dm202221>
7. Hirschheim R., Klein H. K., Lyytinen K. Information systems development and data modeling: conceptual and philosophical foundations. Cambridge University Press, 1995. Vol. 9.
8. Gupta B. B., Agrawal D. P. Security, privacy and forensics in the enterprise information systems. *Enterprise information systems*. 2021. Vol. 15, no. 4. P. 445–447. URL: <https://doi.org/10.1080/17517575.2020.1791364>.
9. Rodríguez Torres E., Gómez Cano C. A., Sánchez Castillo V. Management information systems and their impact on business decision making. *Data and metadata*. 2022. Vol. 1. P. 21. URL: <https://doi.org/10.56294/dm202221>
10. Seidel S., Recker J. Implementing green business processes: the importance of functional affordances of information systems. *ACIS 2012 proceedings : 23 Australasian*

Conference on Information Systems, Geelong, 3 December 2012. 2012. P. 72. URL: <https://aisel.aisnet.org/acis2012/72>.

11. Bueno S., Gallego M. D. Managing top management support in complex information systems projects. *Journal of systems and information technology*. 2017. Vol. 19, no. 1/2. P. 151–164. URL: <https://doi.org/10.1108/jsit-06-2017-0043>

12. Hamed Taherdoost. The role of different types of management information system applications in business development: concepts, and limitations. *Cloud computing and data science*. 2022. P. 31–48. URL: <https://doi.org/10.37256/ccds.4120231959>

13. Transforming business using digital innovations: the application of AI, blockchain, cloud and data analytics / S. Akter et al. *Annals of operations research*. 2020. URL: <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03620-w>

14. Digital transformation by SME entrepreneurs: a capability perspective / L. Li et al. *Information systems journal*. 2017. Vol. 28, no. 6. P. 1129–1157. URL: <https://doi.org/10.1111/isj.12153>

15. Adoption of information systems in organizations / M. Arshad et al. *Journal of enterprise information management*. 2019. Vol. 33, no. 2. P. 265–284. URL: <https://doi.org/10.1108/jeim-05-2019-0130>

16. Issues related to employees at telecommunication companies in Yemen and the role of management information systems in solving it / Y. H. Al-Mamary et al. *International journal of hybrid information technology*. 2015. Vol. 8, no. 12. P. 377–390. URL: <https://doi.org/10.14257/ijhit.2015.8.12.29>

17. Zhang J., Chen Z. Exploring human resource management digital transformation in the digital age. *Journal of the knowledge economy*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1007/s13132-023-01214-y>

18. Gemino A., Reich B. H. Program management within digital transformation: the emerging importance of technology architecture, product management, and human capital transformation. *Project management journal*. 2023. P. 875697282311732. URL: <https://doi.org/10.1177/87569728231173298>

19. Gong S. Digital transformation of supply chain management in retail and e-commerce. *International journal of retail & distribution management*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1108/ijrdm-02-2023-0076>
20. Odo T. L., J. Eke G. E-Commerce strategy and business growth. *International journal of management studies and social science research*. 2023. Vol. 05, no. 04. P. 297–301. URL: <https://doi.org/10.56293/ijmsssr.2022.4681>
21. Vitera J., Others. On the importance of digital transformation for SME - results from a survey among German SME. *BIR workshops*. 2022. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3223/paper6.pdf>.
22. Hedging the bet on digital transformation in strategic supply chain management: a theoretical integration and an empirical test / M. Fang et al. *International journal of physical distribution & logistics management*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1108/ijpdlm-12-2021-0545>
23. Dickson G. Management information systems: evolution and status. *Advances in computers*. 1981. Vol. 20. P. 1–37. URL: [https://doi.org/10.1016/S0065-2458\(08\)60494-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2458(08)60494-5).
24. Zhang Y. Management information system. *2017 2nd international conference on machinery, electronics and control simulation (MECS 2017)*, Taiyuan, China, 24–25 June 2016. Paris, France, 2017. URL: <https://doi.org/10.2991/mecs-17.2017.52>
25. Management information systems research: what's there in a methodology? / P. Palvia et al. *Communications of the association for information systems*. 2003. Vol. 11. URL: <https://doi.org/10.17705/1cais.01116>
26. Martins E. J., Belfo F. P. Major concerns about Enterprise Resource Planning (ERP) systems: a systematic review of a decade of research (2011-2021). *Procedia computer science*. 2023. Vol. 219. P. 378–387. URL: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.303>
27. Enterprise systems and technological convergence: research and practice / ed. by S. Goundar. Information Age Publishing, Inc., 2021. 378 p.

28. Why enterprise resource planning initiatives do succeed in the long run: a case-based causal network / P. Zerbino et al. *Plos one*. 2021. Vol. 16, no. 12. P. e0260798. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260798>
29. Druzdzel M., Flynn R. Decision support systems. *Decision support systems*. 2010. URL: <https://doi.org/10.1002/9780470740170.ch5>.
30. Integration of decision support systems to improve decision support performance / S. Liu et al. *Knowledge and information systems*. 2009. Vol. 22, no. 3. P. 261–286. URL: <https://doi.org/10.1007/s10115-009-0192-4>
31. Țole A. A., Matei N. Executive information systems' (eis) structure and their importance in decision-making. A comparison between decision support computer systems. *Journal of information systems and operations management*. 2016. Vol. 10. P. 194–207. URL: <https://ideas.repec.org/a/rau/journal/v10y2016i1p194-207.html>.
32. Rainer R., Watson H. The keys to executive information systems success. *Journal of management information systems*. 1995. Vol. 12, no. 1. P. 83–98. URL: <https://doi.org/10.1080/07421222.1995.11518082>.
33. Walters B., Jiang J., Klein G. Strategic information and strategic decision making: the EIS/CEO interface in smaller manufacturing companies. *Information management*. 2003. Vol. 40. P. 487–495. URL: [https://doi.org/10.1016/S0378-7206\(02\)00063-0](https://doi.org/10.1016/S0378-7206(02)00063-0).
34. Zheng H., Yang J. Functional modules sharing and blockchain based validation in office automation systems. *IOP conference series: materials science and engineering*. 2018. P. 1–5. URL: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/466/1/012007>.
35. Roostae A., Salehi Sadaghiani J. An exploration study to detect different factors influencing on inefficiency of office automation systems. *Management science letters*. 2013. Vol. 3. P. 1689–1696. URL: <https://doi.org/10.5267/j.msl.2013.05.016>.
36. Employee responses to technologically-driven change: the implementation of office automation in a service organization / C. Parsons et al. *Human relations*. 1991. Vol. 44. P. 1331–1356. URL: <https://doi.org/10.1177/001872679104401206>.
37. Winer R. A framework for customer relationship management. *California management review*. 2001. Vol. 43. P. 105–89. URL: <https://doi.org/10.2307/41166102>.

38. Azad N., Ahmadi F. The customer relationship management process: its measurement and impact on performance. *Uncertain supply chain management*. 2015. Vol. 3. P. 43–50. URL: <https://doi.org/10.5267/J.USCM.2014.9.002>.
39. Teo T., Devadoss P., Pan S. Towards a holistic perspective of customer relationship management (CRM) implementation: A case study of the Housing and Development Board, Singapore. *Decision support systems*. 2006. Vol. 42. P. 1613–1627. URL: <https://doi.org/10.1016/j.dss.2006.01.007>.
40. Choudhury M., Harrigan P. CRM to social CRM: the integration of new technologies into customer relationship management. *Journal of strategic marketing*. 2014. Vol. 22, no. 2. P. 149–176. URL: <https://doi.org/10.1080/0965254X.2013.876069>.
41. Business intelligence: a complete overview. *Tableau*. URL: <https://www.tableau.com/business-intelligence/what-is-business-intelligence>
42. Jiménez-Partearroyo M., Medina-López A. Leveraging business intelligence systems for enhanced corporate competitiveness: strategy and evolution. *Systems*. 2024. Vol. 12, no. 3. P. 1–24. URL: <https://doi.org/10.3390/systems12030094>.
43. Business intelligence model empowering SMEs to make better decisions and enhance their competitive advantage / K. Ragazou et al. *Discover analytics*. 2023. Vol. 1, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1007/s44257-022-00002-3>
44. Simon H. A. A behavioral model of rational choice. *The Quarterly Journal of Economics*. 1955. Vol. 69, No. 1. P. 99–118. URL: <https://doi.org/10.2307/1884852>
45. Koontz H., O'Donnell C. *Principles of Management: An Analysis of Managerial Functions*. 3rd ed. New York : McGraw-Hill, 1955. 664 p.
46. Mescon M. H., Albert M., Khedouri F. *Management*. 3rd ed. New York : Harper & Row, 1988. 777 p.
47. Daft R. L. *Management*. 8th ed. Mason : Thomson South-Western, 2008. 848 p.
48. Герасимчук В. Г. Розвиток підприємства: діагностика, стратегія, ефективність. Київ : Вища школа, 1995. 265 с.

49. Кузьмін О. Є. Концепція та еволюція процесно-структурованого менеджменту. Економіка: реалії часу. 2012. № 2. С. 7–16. URL: <https://economics.op.edu.ua/files/archive/2012/No2/7-16.pdf>
50. Сучасні концепції менеджменту : навч. посіб. / за ред. Л. І. Федулової. 2-ге вид. Київ : Центр учбової літератури, 2010. 488 с.
51. Ющик О. О. Управлінське рішення: до визначення поняття та видів. Часопис Київського університету права. 2023. № 3. С. 248–251. URL: <https://chasprava.com.ua/index.php/journal/article/view/949>
52. Мельничук В., Хлистун Д. Процесна модель теоретичних основ систем підтримки прийняття управлінських рішень. Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. 2023. № 1. С. 201–207. URL: <https://journals.khnu.km.ua/vestnik/wp-content/uploads/2023/03/2023-314-29.pdf>
53. Лозовський О. М., Горшков М. А. Ефективність управлінських рішень в менеджменті організації. Економіка та суспільство. 2023. Вип. 55. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-55-86>
54. Пшенична Л. В. та ін. Управлінське рішення. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. 2023. № 4 (128). С. 119–127. URL: <https://pedscience.sspu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/12/Пшенична.pdf>
55. Павленчик Н. Ф., Павловські Г., Мисюк І. В., Тиркало Ю. Є., Куриліна О. В. Моделі та методи прийняття управлінських рішень у менеджменті. Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». Серія: Економічні науки. 2023. № 1. URL: <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2023-1-8522>
56. Ваганова Л., Юричина І., Карпанасюк О. Управлінське рішення як форма реалізації організаційної функції державного управління. Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. 2022. № 6. URL: <https://heraldes.khmnu.edu.ua/index.php/heraldes/article/view/1211>
57. Гусева О. Ю., Поканевич Ю. В. Інноваційні методи управління бізнес-процесами у цифровій економіці. Науковий вісник Національної академії статистики, обліку та аудиту. 2025. № 1–2. С. 104–113. URL: <https://doi.org/10.31767/nasoa.1-2-2025.08>

58. Vynogradova O. V., Lehominova S. V., Goloborodko A. Yu., Nosova T. I. Modeling of business processes for managing integrative digital development of enterprises. *Academy Review*. 2025. № 1 (62). P. 193–210. URL: <https://doi.org/10.32342/3041-2137-2025-1-62-14>

59. Макаренко Т.І. ІТ менеджмент: від теорії до висококваліфікованого спеціаліста. *Економіка. Менеджмент. Бізнес* 2022. № 1-2. С. 75-79. URL: <https://doi.org/10.31673/2415-8089.2022.017579>

60. Цифрове майбутнє бізнесу, яке вже настало | Kyivstar Business Hub. *Kyivstar Business Hub – корпоративний блог для бізнесу*. URL: <https://hub.kyivstar.ua/articles/czifrove-majbutnye-biznesu-yake-vzhe-nastalo>

61. Міняйленко І., Подкопова Д. Цифровізація економіки як головний драйвер відновлення України. *75-а наукова конференція професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів НУ «Полтавська політехніка ім. Ю. Кондратюка»*, м. Полтава. Полтава, 2023. С. 388–389. URL: <https://reposit.nupp.edu.ua/handle/PoltNTU/12391>.

62. Мицюк С. В. Роль інформаційних технологій в економіці. *X міжнародна науково-практична студентська конференція магістрантів*. м. Харків, 2024. С. 234. URL: [https://www.kpi.kharkov.ua/archive/microcad/2016/S16/file\\_234.pdf](https://www.kpi.kharkov.ua/archive/microcad/2016/S16/file_234.pdf).

63. Information technology. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Information\\_technology](https://en.wikipedia.org/wiki/Information_technology)

64. Кондрат С. Інформаційні технології простими словами. URL: <https://www.ukraine-lifehacker.com/informatsiini-tekhnologii-prostymi-slovamy>.

65. Beneskul A. Regulatory and legal consolidation of the application of digital technologies to ensure the criminology security of society. *Uzhhorod national university herald. series: law*. 2023. Vol. 2, no. 78. P. 145–151. URL: <https://doi.org/10.24144/2307-3322.2023.78.2.23>

66. ДСТУ 5034:2008. Науково-інформаційна діяльність. Терміни та визначення понять. Чинний від 2008-08-04. Вид. офіц. Київ, 2009. 41 с.



67. Спірін О. Інформаційно-комунікаційні технології в освіті: теоретичні та методичні основи. *Digital Library NAES of Ukraine*. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/730761/1/ІКТ%20в%20освіті%20Спірін%20ЕБ.pdf>

68. Биков В. Моделі організаційних систем відкритої освіти : *Монографія*. Київ : Атіка, 2009. 684 с.

69. Інформаційні системи в сучасному бізнесі: *навчальний посібник* / В. С. Пономаренко та ін. Харків : Вид. ХНЕУ, 2011. 484 с.

70. Савченко Н. М., Савченко Р. О. Інформаційні технології як фактор розвитку суб'єкта господарювання. *Нові інформаційні технології управління бізнесом* : VII Всеукр. науково-практ. конф., м. Київ. Київ, 2024. С. 228–230.

71. Пліско І. М., Волот О. І. Інформаційні технології та їх вплив на підвищення ефективності діяльності підприємств малого бізнесу. Проблеми і перспективи економіки та управління. 2021. № 2 (6). С. 154–159. URL: <http://ppeu.stu.cn.ua/article/view/96234>

72. Сорока А. М. Інформаційні технології в управлінні бізнес-процесами на підприємствах. *Економіка. Менеджмент. Бізнес*. 2018. № 2 (24). С. 76–81. URL: <https://surl.li/zfzici>

73. Асмолова І. М. Інформаційний ресурс – безпосередній продукт інтелектуальної діяльності. Структурні зміни в економіці та освіті під впливом інформаційно-комунікаційних технологій : матеріали міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 3–14 черв. 2010 р. / голова орг. комітету О. О. Нестуля. Полтава : РВВ ПУЕТ, 2010. С. 69–72. URL: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/4486>

74. Пурій Г. М. Інформаційні системи і технології в управлінні діяльністю підприємства. *Ефективна економіка*. 2019. № 6. URL: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2019.6.56>.

75. Гудзь О. Є., Стрельнікова С. Ю. Інноваційні моделі управління підприємств на основі інформаційно-комунікаційних технологій. *Економіка. Менеджмент. Бізнес*. 2018. № 1 (23). С. 4–11.

76. Інформаційний менеджмент. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Інформаційний\\_менеджмент](https://uk.wikipedia.org/wiki/Інформаційний_менеджмент)

77. Серанг А., Огірко І., Огірко О. Інформаційна технологія та формула управління змінами. *Ефективність державного управління*. 2017. Т. 2, № 51. С. 63–71.

78. Ведмідь П. В. Роль інформаційно-комунікаційних технологій у забезпеченні ефективності державного управління. *Публічне управління і адміністрування в Україні*. 2020. Т. 18. С. 31–36.

79. Ведмідь П. В. Роль інформаційно-комунікаційних технологій у забезпеченні ефективності державного управління. *Публічне управління і адміністрування в Україні*. 2020. Т. 18. С. 31–36.

80. Як зв'язатися з оператором Київстар: чотири дієвих способи - Бізнес новини Тернополя. *0352.ua* - Сайт міста Тернополя. URL: <https://www.0352.ua/list/246175>

81. Григораш Г. Оптимізація бізнес-процесів компанії. *EY*. URL: [https://www.ey.com/uk\\_ua/services/academy/bp-optimization](https://www.ey.com/uk_ua/services/academy/bp-optimization)

82. Гуцалюк О. М., Бондар Ю. А., Цатурян Р. О. Особливості формування системи реінжинірингу бізнес-процесів підприємств з використанням цифрових технологій. *Економічний вісник Донбасу*. 2023. № 2 (72). С. 40–47. URL: [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2023-2\(72\)-40-47](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2023-2(72)-40-47)

83. Польшаков І. Про шляхи розвитку Київстар, Big Data, фінансові сервіси та концепції інтернету речей. *Kyivstar Business Hub*. URL: <https://hub.kyivstar.ua/articles/illya-polshakov-pro-shlyahi-rozvitku-kiyivstar>

84. Mobilise. BSS telecom: 15 faqs about BSS and OSS in telecom. *LinkedIn*. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/bss-telecom-15-faqs-oss-mobiliseglobal-lzqqc/>

85. Vodafone Ukraine reduces customer churn by 30 percent with SAS Customer Intelligence. *SAS*. URL: [https://www.sas.com/en\\_us/customers/vodafone-ukraine.html](https://www.sas.com/en_us/customers/vodafone-ukraine.html)

86. How and why telecommunication companies use big data. *Azoft*. URL: <https://www.azoft.com/blog/big-data-for-telco/>

87. Ukrinform. Карантин та українські телекомунікації: навантаження посилене, тарифи не виростуть. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric->

technology/2911889-karantin-ta-ukrainski-telekomunikacii-navantazenna-posilne-tarifi-ne-virostut.html

88. Kyivstar is using GenieATM for monitoring and protecting the network. *HiTech.Expert*. URL: <https://expert.com.ua/en/146227-kyivstar-ispolzuet-genieatm-dlya-monitoringa-i-zashhity-seti.html>

89. Morris I. Orange is working on an AI network 'brain' to run 5G. *LightReading*. URL: <https://www.lightreading.com/ai-machine-learning/orange-is-working-on-an-ai-network-brain-to-run-5g>.

90. Unlocking the power of data: AT&T's modernization journey to the lakehouse. *Databricks*. URL: <https://www.databricks.com/blog/2022/04/11/data-att-modernization-lakehouse.html>

91. Mishra A. Deutsche Telekom designs the telco of tomorrow with BigQuery | Google Cloud Blog. *Google Cloud Blog*. URL: <https://bit.ly/4kRv9lT>

92. Vodafone invested over 3.4 billion UAH in the ukrainian economy in the first 9 months of 2024. *Vodafone Україна*. URL: <https://bit.ly/45Z89NU>

93. Vodafone Big Data Lab випустив нове покоління big data аналітиків. *American chamber of commerce Ukraine*. URL: <https://chamber.ua/ua/news/vodafone-big-data-lab-vypustyv-nove-pokolinnia-big-data-analitykiv>.

94. Біг Дата від мобільного оператора і як вона робить Біг Ворк для бізнесу. *dev.ua*. URL: <https://dev.ua/news/bih-data-vid-mobilnoho-operatora-i-iak-vona-robyt-bih-vork-dlia-biznesu-1729520864>

95. VentureBeat. AI is becoming part of core fabric, says chief data officer. *VentureBeat*. 2023. URL: <https://venturebeat.com/ai/at-att-ai-is-becoming-part-of-core-fabric-says-chief-data-officer>.

96. Wire B. D. AT&T accelerates AI transformation and speed to market up to 70% with H2O AI. *BigDATAwire*. URL: <https://www.bigdatawire.com/this-just-in/att-accelerates-ai-transformation-and-speed-to-market-up-to-70-with-h2o-ai>

97. Morris I. Orange is working on an AI network 'brain' to run 5G. *LightReading*. URL: <https://www.lightreading.com/ai-machine-learning/orange-is-working-on-an-ai-network-brain-to-run-5g>.

98. Сухорукова Г. Розвиток 5G у світі: кейси та перспективи. *Kyivstar Business Hub*. URL: <https://hub.kyivstar.ua/articles/yak-rozvivayetsya-5-g-u-sviti-kejsi-ta-perspektivi>

99. Accelerating 5G rollouts with advanced OSS/BSS systems. *Effortel: Drive Telecom Revenue Growth | MVNE Solutions & Platforms*. URL: <https://www.effortel.com/resources/accelerating-5g-rollouts-with-cutting-edge-oss-bss-systems>

100. 5G telco cloud: a new era for digital innovation. *Apeksha Telecom-The Telecom Gurukul*. URL: <https://www.telecomgurukul.com/post/5g-telco-cloud-a-new-era-for-digital-innovation>

101. URLLC: what it is and how it works. *Antenova Blog | Wireless Antenna Integration Articles & Guides*. URL: <https://blog.antenova.com/urllc-what-it-is-and-how-it-works>

102. How to modernize 5G operational and business support systems for the cloud. *Red Hat Blog*. URL: <https://www.redhat.com/en/blog/5g-oss-bss-systems>

103. Київстар почав лабораторні випробування технології 5G. *ШоТам*. URL: <https://shotam.info/kyivstar-pochav-laboratorni-vyprobuvannia-tekhnohii-5g/>

104. Зв'язок 5G може з'явитися в Україні вже у 2025 році, - "Київстар". *УНІАН*. URL: <https://www.unian.ua/economics/telecom/zv-yazok-5g-mozhe-z-yavitisya-v-ukrajini-vzhe-u-2025-roci-kijivstar-12436827.html>

105. Marynenko N., Ersteniuk T. Functioning trends and development opportunities of domestic entrepreneurship under the marital state. *Socio-Economic problems and the state*. 2024. Vol. 30, no. 1. P. 152–168. URL: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2024/24mnyuvs.pdf>.

106. Rebuilding Ukraine's telecoms infrastructure amid war. *Data Centre Dynamics Ltd (DCD)*. URL: <https://www.datacenterdynamics.com/en/analysis/rebuilding-ukraines-telecoms-infrastructure-amid-war>.

107. Олена Луценко. Як працює телеком-індустрія в Україні під час війни. *ThePage*. URL: <https://thepage.ua/ua/experts/yak-pracyuye-telekom-industriya-v-ukrayini-pid-chas-vijni>

108. Макаренко Т.І. Інноваційні цифрові технології в геоекономічному просторі: проблеми управління регуляторними механізмами. *Economic synergy*. 2024. № 3. С. 121–134. URL: <https://doi.org/10.53920/es-2024-3-8>
109. Мурована Т. Вітчизняне підприємництво в умовах воєнного стану: основні тенденції та методи підтримки. *Економіка та суспільство*. 2023. № 47. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-47-49>
110. «Kyivstar» in 2023: ₴33.5 billion in revenue, loss of subscribers after a cyberattack, and 4G for 60% of subscribers. *ITC.ua*. URL: <https://itc.ua/en/news/kyivstar-in-2023-33-5-billion-in-revenue-loss-of-subscribers-after-a-cyberattack-and-4g-for-60-of-subscribers>
111. Entrepreneurship of Ukraine in the conditions of martial laws / D. Levchynskyi et al. *Economic scope*. URL: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/181-19>
112. EU welcomes one year roaming extension between EU and Ukraine. *Reuters*. URL: <https://www.reuters.com/world/europe/eu-welcomes-one-year-roaming-extension-between-eu-ukraine-2024-07-10>.
113. Електронні комунікації у цифрах. *Офіційний портал НКЕК*. URL: <https://nkek.gov.ua/diialnist/sfery-diialnosti/elektronni-komunikatsii/elektronni-komunikatsii-u-tsyfrakh>
114. Aviv I., Uri U. Russian-Ukraine armed conflict: lessons learned on the digital ecosystem. *International journal of critical infrastructure protection*. 2023. P. 100637. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2023.100637>
115. Resilience in connectivity: Ukraine's digital battlefield. *Developing Telecoms*. URL: <https://developingtelecoms.com/telecom-business/telecom-regulation/17644-resilience-in-connectivity-ukraine-s-digital-battlefront.html>
116. Кузьменко В. В. Розробка стратегій антикризового управління для підвищення стійкості телекомунікаційних підприємств. *Актуальні питання економічних наук*. 2024. № 6. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14260381>

117. Antoniuk D. Cyberattack on Ukraine's largest telecom provider will cost it about \$100 million. *The Record from Recorded Future News*. URL: <http://therecord.media/kyivstar-cyberattack-costs-100-million-waived-fees>.

118. Jiang P., Rowsell J., Schmidt S. Crisis-ready telecom: global approaches to emergency management in telecommunications. *Telecommunications policy*. 2025. P. 102914. URL: <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2025.102914>

119. Starynets O. Crisis management of domestic telecommunication enterprises: current state, trends and prospects. *Efektivna ekonomika*. 2019. № 7. URL: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2019.7.2>

120. Whalley J., Curwen P. Creating value from 5G: the challenge for mobile operators. *Telecommunications policy*. 2023. P. 102647. URL: <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2023.102647>

121. Ukrtelecom sees revenue rise by 4.6% in 2024. *Interfax-Ukraine*. URL: <https://en.interfax.com.ua/news/economic/1051553.html>

122. Величко К., Цибульська Е. Трансформація бізнес-моделей компаній: сучасні виклики та перспективи у цифровій економіці. *Економіка та суспільство*. 2023. № 52. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-52-39>

123. USB-адаптери та мобільні роутери: як повернути інтернет, коли світло вимкнене, а зв'язок поганий - 20 хвилин. *20 хвилин - Новини Вінниці*. URL: <https://vn.20minut.ua/Podii/usb-adapteri-ta-mobilni-routeri-yak-povernuti-internet-koli-svitlo-vim-11762942.html>

124. Supporting Ukraine through digital. *Shaping Europe's digital future*. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/support-ukraine>

125. Moussaoui M., Bertin E., Crespi N. Telecom business models for beyond 5G and 6G networks: towards disaggregation?. *2022 1st international conference on 6G networking (6gnet)*, Paris, France, 6–8 July 2022. 2022. URL: <https://doi.org/10.1109/6gnet54646.2022.9830514>

126. Itzhak A., Fer U. Russian-Ukraine armed conflict: lessons learned on the digital ecosystem. *International journal of critical infrastructure protection*. 2023. Vol. 43. P. 100637. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2023.100637>

127. Інтернет та зв'язок у разі нових блекаутів: у Київстар, lifecell та Vodafone розповіли, до чого готуватися. *Новини інфотелекому*. URL: [https://its.kpi.ua/uk/infotelecom\\_news](https://its.kpi.ua/uk/infotelecom_news)

128. Filippova V., Bilyk O., Lytvynchuk O., Ostapiak V., Kukharchuk P., Makarenko T. Psychological factors in the formation and implementation of Ukraine's information policy within the framework of European integration: analysis of management mechanisms and their impact on public opinion // TPM. – 2025. – Vol. 32, No. S1. – P. 20–28. URL: <https://tpmap.org/submission/index.php/tpm/article/view/127>

129. International Organization for Migration. Ukraine Internal Displacement Report. Round 3. 17 April 2022. URL: [https://ukraine.iom.int/sites/g/files/tmzbd11861/files/documents/iom\\_ukraine-displacement-report\\_round3\\_eng.pdf](https://ukraine.iom.int/sites/g/files/tmzbd11861/files/documents/iom_ukraine-displacement-report_round3_eng.pdf)

130. International Telecommunication Union. Interim assessment on damages to telecommunication infrastructure and resilience of the ICT ecosystem in Ukraine. Geneva : ITU, 2022. URL: <https://surl.li/zwiox>

131. Freedom House. Ukraine: Freedom on the Net 2023 Country Report. URL: <https://freedomhouse.org/country/ukraine/freedom-net/2023>

132. НКЕК. Річний звіт за 2022 рік. URL: <https://nkek.gov.ua/pro-nkek/zvity-nkek/richnyi-zvit-za-2022-rik>

133. Advancements and challenges in the implementation of 5G networks: a comprehensive analysis. *Journal of computer science and technology application*. 2024. Vol. 2, no. 1. P. 111–118. URL: <https://journal.corisinta.org/corisinta/article/view/32>.

134. Birbirenko S. Conceptual fundamentals of organizational and economic mechanism formation of economic sustainability management of a telecommunication enterprise. *International journal of organizational leadership*. 2021. Vol. 10, no. 3. P. 266–277. URL: <https://doi.org/10.33844/ijol.2021.60530>

135. Grynko T., Gviniashvili T. Organisational and economic mechanism of business entities' innovative development management. *Economic Annals-XXI*. 2017. Vol. 165, no. 5-6. P. 80–83. URL: <https://doi.org/10.21003/ea.v165-17>

136. Vynogradova O., Drokina N., Zakharzhevska A. Directions of activation of risk management of telecommunications enterprises in Ukraine in martial law and post-war conditions. *Acta scientiarum polonorum. oeconomia*. 2023. Vol. 21, no. 3. P. 25–32. URL: <https://doi.org/10.22630/aspe.2022.21.3.11>

137. Глухов М. Концептуальний підхід до організаційно-економічного механізму телекомунікаційної галузі. *Економіка та суспільство*. 2025. № 74. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-74-4>

138. Magnaghi M., Ghezzi A., Rangone A. 5G is not just another G: a review of the managerial literature. *European conference on innovation and entrepreneurship*. 2023. Vol. 18, no. 1. P. 536–544. URL: <https://doi.org/10.34190/ecie.18.1.1820>

139. Hassel H., Cedergren A. A framework for business continuity management in a multiactor context. *Journal of contingencies and crisis management*. 2024. Vol. 32, no. 2. URL: <https://doi.org/10.1111/1468-5973.12573>

140. Кудріна О. Ю. Вплив упровадження штучного інтелекту та мереж 5G на управління фінансовим забезпеченням інноваційного розвитку телекомунікаційних підприємств. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2025. № 1 (16). С. 3–8. URL: <https://doi.org/10.32782/dees.16-1>

141. Офіційний сайт Київстар. Для акціонерів та стейкхолдерів. Київстар. URL: <https://kyivstar.ua/about/investors-and-shareholders/issuers>

142. Приватне акціонерне товариство «Київстар». OpenDataBot. URL: <https://opendatabot.ua/c/21673832>

143. Приватне акціонерне товариство «Київстар». SMIDA. URL: <https://smida.gov.ua/db/prof/21673832>

144. Kyivstar Group Ltd. Investor Relations. URL: <https://investors.kyivstar.ua/>

145. Фінансові результати. Інвесторам Vodafone Україна. URL: <https://www.vodafone.ua/company/investors/financial-results>

146. Приватне акціонерне товариство «ВФ Україна». OpenDataBot. URL: <https://opendatabot.ua/c/14333937>

147. Приватне акціонерне товариство «ВФ Україна». SMIDA. URL: <https://smida.gov.ua/db/prof/14333937>



148. Річні звіти за МСФЗ. lifecell. URL: [https://m.lifecell.ua/uk/pro\\_lifecell/finansovi-ta-operacijni-dani/richni-zviti/](https://m.lifecell.ua/uk/pro_lifecell/finansovi-ta-operacijni-dani/richni-zviti/)
149. Товариство з обмеженою відповідальністю «лайфселл». OpenDataBot. URL: <https://opendatabot.ua/c/22859846>
150. lifecell сплатив у 2025 році майже вдвічі більше податків, ніж у 2022-му. lifecell. URL: <https://m.lifecell.ua/announcements/941>
151. Укртелеком у 2024 році: масштабні інвестиції в телекомунікаційну інфраструктуру, розширення оптичної мережі та понад 1,33 млрд грн сплачених податків. SCM. URL: <https://scm.com.ua/news/ukrtelekom-u-2024-roci-masshtabni-investiciji-v-telekomunikacijnu-infrastrukturu-rozshirennja-optichnoji-merezhi-ta-ponad-1-33-mlrd-grn-splachenih-podatki>
152. Укртелеком отримав 365 млн грн збитку попри зростання виторгу. NV Бізнес. URL: <https://biz.nv.ua/ukr/markets/ukrtelekom-kompaniya-ahmetova-za-rik-zbilshila-chistiy-dohid-ale-pri-comu-otrimala-veliki-zbitki-50605467.html>
153. VoWiFi та VoLTE. lifecell. URL: <https://www.lifecell.ua/uk/volte/>
154. ETSI TS 122 261 V17.12.0. 5G; Service requirements for the 5G system (3GPP TS 22.261 version 17.12.0 Release 17). Sophia Antipolis : ETSI, 2024. 87 p. URL: [https://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts/122200\\_122299/122261/17.12.00\\_60/ts\\_122261v171200p.pdf](https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/122200_122299/122261/17.12.00_60/ts_122261v171200p.pdf)
155. Сорока А. М., Петченко М. В., Макаренко Т. І. Оптимізація управлінських процесів та моделювання тарифікації в телекомунікаційних підприємствах України в умовах 5G-трансформації // Вісник Східноєвропейського університету економіки і менеджменту. 2025. № 2 (34). С. 557–575. URL: [https://doi.org/10.58253/2078-1628-2025-2\(34\)-039](https://doi.org/10.58253/2078-1628-2025-2(34)-039)
156. Cerillion. Monetising the 5G Opportunity. Cerillion, 15 p. URL: [https://event-assets.gsma.com/Share-link\\_-www.cerillion.com-Resources-White-Papers-Monetising-the-5G-Opportunity.pdf?focal=none&mtime=20210114162359](https://event-assets.gsma.com/Share-link_-www.cerillion.com-Resources-White-Papers-Monetising-the-5G-Opportunity.pdf?focal=none&mtime=20210114162359)
157. Shan C., Goermer G., Soveri M. C. 5G Network slicing Charging. 3GPP. 13 Sep. 2023. URL: <https://www.3gpp.org/technologies/slicing-charging>

158. Про внесення змін до плану розподілу і користування радіочастотним спектром в Україні : постанова Кабінету Міністрів України від 01.11.2024 № 1253. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/uploads/public/672/8b8/5ab/6728b85abf900618469140.pdf>

159. 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)

160. Business and Operations Support Systems. Ericsson. URL: <https://www.ericsson.com/en/oss-bss>

161. ETSI TS 132 240 V18.9.0. Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; 5G; Telecommunication management; Charging management; Charging architecture and principles (3GPP TS 32.240 version 18.9.0 Release 18). ETSI, 2025. URL: [https://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts/132200\\_132299/132240/18.09.00\\_60/ts\\_132240v180900p.pdf](https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/132200_132299/132240/18.09.00_60/ts_132240v180900p.pdf)

162. ETSI TS 132 251 V17.0.0. Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Telecommunication management; Charging management; Packet Switched (PS) domain charging (3GPP TS 32.251 version 17.0.0 Release 17). ETSI, 2022. URL: [https://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts/132200\\_132299/132251/17.00.00\\_60/ts\\_132251v170000p.pdf](https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/132200_132299/132251/17.00.00_60/ts_132251v170000p.pdf)

163. ETSI TS 132 298 V17.3.0. Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; 5G; Telecommunication management; Charging management; Charging Data Record (CDR) parameter description (3GPP TS 32.298 version 17.3.0 Release 17). ETSI, 2022. URL: [https://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts/132200\\_132299/132298/17.03.00\\_60/ts\\_132298v170300p.pdf](https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/132200_132299/132298/17.03.00_60/ts_132298v170300p.pdf)

164. Huawei. Revenue Management: Essential for Monetizing Current and Future Services. Huawei Technologies Co., Ltd. URL: <https://carrier.huawei.com/~media/CNBGV2/download/products/software/4-Revenue-Management-Essential-for-Monetizing-Current-and-Future-Services.pdf>

165. Ericsson. Charging. Ericsson. URL: <https://www.ericsson.com/en/portfolio/cloud-software-and-services/business-and-operations-support-systems/monetization/charging>
166. ETSI TS 132 296 V17.0.0. Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Telecommunication management; Charging management; Online Charging System (OCS): Applications and interfaces (3GPP TS 32.296 version 17.0.0 Release 17). ETSI, 2022. URL: [https://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts/132200\\_132299/132296/17.00.00\\_60/ts\\_132296v170000p.pdf](https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/132200_132299/132296/17.00.00_60/ts_132296v170000p.pdf)
167. Oracle. About Billing and Revenue Management. Oracle Communications Billing and Revenue Management Documentation. Oracle. URL: <https://docs.oracle.com/en/industries/communications/billing-revenue/15.2/concepts/billing-and-revenue-management1.html>
168. Self-healing: How AI Improves Telecom Network Operations. Orange Hello Future. 2026. URL: <https://hellofuture.orange.com/en/self-healing-how-ai-improves-telecom-network-operations/>
169. Beyond connectivity: a vision for the future of AI-powered networks. Verizon Business. 2026. 19 p. URL: <https://www.verizon.com/business/resources/whitepapers/vision-for-future-ai-powered-networks.pdf>
170. Gartner Says 30% of Enterprises Will Automate More Than Half of Their Network Activities by 2026. Gartner. 2024. URL: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2024-09-18-gartner-says-30-percent-of-enterprises-will-automate-more-than-half-of-their-network-activities-by-2026>
171. U.S. wireless customer care performance study. *J.D. Power*. URL: <https://www.jdpower.com/node/3581>
172. Київстар створює Центр передового досвіду на базі технологій AWS. Київстар. 2024. URL: <https://kyivstar.ua/news/id151020241330>

173. Ericsson. Charging and Billing Evolved. Ericsson. URL: <https://www.ericsson.com/en/portfolio/cloud-software-and-services/business-and-operations-support-systems/monetization/charging-and-billing-evolved>
174. ETSI TS 123 501 V18.9.0. 5G; System architecture for the 5G System (5GS) (3GPP TS 23.501 version 18.9.0 Release 18). Sophia Antipolis : ETSI, 2025. URL: [https://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts/123500\\_123599/123501/18.09.00\\_60/ts\\_123501v180900p.pdf](https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/123500_123599/123501/18.09.00_60/ts_123501v180900p.pdf)
175. ITU-T Recommendation Y.1541. Network performance objectives for IP-based services. Geneva : International Telecommunication Union, 2011. URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.1541>
176. ITU-T Recommendation E.860. Framework of a service level agreement. Geneva : International Telecommunication Union, 2002. URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-E.860>
177. ETSI TS 128 530 V18.0.0. 5G; Management and orchestration; Concepts, use cases and requirements (3GPP TS 28.530 version 18.0.0 Release 18). Sophia Antipolis : ETSI, 2024. URL: [https://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts/128500\\_128599/128530/18.00.00\\_60/ts\\_128530v180000p.pdf](https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/128500_128599/128530/18.00.00_60/ts_128530v180000p.pdf)
178. ITU-R Report M.2410-0. Minimum requirements related to technical performance for IMT-2020 radio interface(s). Geneva : International Telecommunication Union, 2017. URL: <https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2410-2017>
179. Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide / Nardo M. et al. Paris : OECD Publishing, 2008. 162 p. URL: <https://doi.org/10.1787/9789264043466-en>
180. Григорук П. М., Ткаченко І. С. Методи побудови інтегрального показника. Бізнес Інформ. 2012. № 4. С. 34–38. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/binf\\_2012\\_4\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/binf_2012_4_12)
181. Гур'янова Л. С., Клебанова Т. С., Сергієнко О. А. та ін. Економетрика : навчальний посібник для студентів напряму підготовки “Економічна кібернетика” усіх форм навчання. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. 384 с. URL: <https://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/12238>

182. Пістунов І. М., Антонюк О. П., Турчанінова І. Ю. Кластерний аналіз в економіці : навчальний посібник. Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2008. 84 с.

183. Ястремська О. О. Генезис поняття та процесу стратегування на підприємствах. Проблеми економіки. 2023. № 4. С. 165–174. URL: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2023-4-165-174>.

184. Ястремська О. О. Методологія стратегування розвитку підприємств за моделлю економічних відносин економіки вражень. Проблеми економіки. 2025. № 1. С. 269–280. URL: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2025-1-269-280>.

185. Шерстюк Р. Стратегування підприємств: особливості у сучасних умовах. Сталий розвиток економіки. 2025. № 3 (54). С. 210–215. URL: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-54-32>.

186. Турлакова С. С., Бондар Б. С. Стратегування діяльності підприємства: економічна аналітика та економіко-математичне моделювання. Економічний вісник Донбасу. 2024. № 3 (77). С. 140–148. URL: [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2024-3\(77\)-140-148](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2024-3(77)-140-148).

187. Пілецька С., Ключ І., Білоус Н. Особливості формування стратегії розвитку підприємства в умовах макроекономічної нестабільності. Сталий розвиток економіки. 2024. № 2 (49). С. 174–179. URL: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2024-49-27>.

188. Бабій І. В., Сенік І. С. Формування стратегій розвитку підприємств за сучасних методів діагностики. Трансформаційна економіка. 2023. № 5 (05). С. 14–17. URL: <https://doi.org/10.32782/2786-8141/2023-5-2>.

189. Дейнека В., Бондар Ю. Стратегії розвитку підприємства: значення, види, особливості. Розвиток методів управління та господарювання на транспорті. 2023. № 3 (84). С. 77–88. URL: <https://doi.org/10.31375/2226-1915-2023-3-77-88>.

190. Шимановська-Діанич Л. М., Сосян М. М. Управління стратегічними змінами вітчизняними підприємствами під час війни та в поствоєнний період. Економіка: реалії часу. 2024. № 6 (76). С. 126–134. URL: <https://doi.org/10.15276/ETR.06.2024.13>.

191. Чигрин О., Бондаренко А. Напрямки розвитку стратегій із підвищення конкурентоспроможності для підприємств в умовах сучасних викликів в Україні. *Економіка та суспільство*. 2024. № 61. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-61-17>.
192. Виноградова О., Сьомкіна Т., Воскобоева О., Ромашенко О., Снітко А. Вдосконалення системи стратегічного управління підприємством в інтернет-середовищі. *Актуальні питання економічних наук*. 2026. № 20. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18731577>.
193. 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>
194. Sazonova S., Makarenko T. Оцінка конкурентоспроможності підприємства на принципах стратегічного управління в умовах цифрової економіки. *Науковий вісник міжнародного гуманітарного університету*. 2024. № 59. С. 114-121. URL: <https://doi.org/10.32782/2413-2675/2024-59-14>
195. Роскладка Н. О., Роскладка А. А., Дзигман О. О. Кластерний аналіз клієнтської бази даних підприємств сфери послуг. *Центральноукраїнський науковий вісник. Економічні науки*. 2019. Вип. 2 (35). С. 151–159. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/items/3f52440e-e4c3-4791-a7a3-d62b551a8d4c>
196. MacQueen J. B. Some methods for classification and analysis of multivariate observations. *Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*. Berkeley : University of California Press, 1967. Vol. 1. P. 281–297. URL: [https://digicoll.lib.berkeley.edu/record/113015/files/math\\_s5\\_v1\\_article-17.pdf](https://digicoll.lib.berkeley.edu/record/113015/files/math_s5_v1_article-17.pdf)
197. Hartigan J. A., Wong M. A. Algorithm AS 136: A K-Means Clustering Algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)*. 1979. Vol. 28, No. 1. P. 100–108. URL: <https://doi.org/10.2307/2346830>.
198. Клебанова Т. С., Гур'янова Л. С., Чаговець Л. О. та ін. Бізнес-аналітика багатовимірних процесів : навч. посіб. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2018. 271 с.
199. Бут О. В. Бізнес-маркетинг телекомунікаційних підприємств. *Економіка та суспільство*. 2025. Вип. 76. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-76-102>.

200. Парій Л. В. Особливості управління ціновою політикою телекомунікаційних послуг. Науковий вісник Одеського національного економічного університету. 2025. № 2 (327). С. 80–88. URL: <https://doi.org/10.32680/2409-9260-2025-2-327-80-88>.

201. Корпоративні тарифи для малого і середнього бізнесу. Київстар. URL: <https://kyivstar.ua/business/tariffs/current-client>.

202. Vodafone launches new lifestyle proposition for the youth ‘U’. ETBrandEquity. 2016. URL: <https://brandequity.economictimes.indiatimes.com/news/business-of-brands/vodafone-launches-new-lifestyle-proposition-for-the-youth-u/52147996>.

203. Senior Unlimited 55+ Discounted Cell Phone Plans. T-Mobile. URL: <https://www.t-mobile.com/cell-phone-plans/unlimited-55-senior-discount-plans>.

204. Laitsou E., Vassilakis C., Nikolopoulos V., Varvarigos E. 5G Fixed Wireless Access for rural broadband. 33rd European Conference of the International Telecommunications Society (ITS) : conference paper, Gothenburg, Sweden, 19–22 June 2022. 2022. URL: <https://www.econstor.eu/handle/10419/265649>.

205. Sharaf Addin E. H., Admodisastro N., Mohd Ashri S. N. S., Kamaruddin A., Chong Y. C. Customer mobile behavioral segmentation and analysis in telecom using machine learning. Applied Artificial Intelligence. 2022. Vol. 36, № 1. URL: <https://doi.org/10.1080/08839514.2021.2009223>.

206. Han S. H., Lu S. X., Leung S. C. H. Segmentation of telecom customers based on customer value by decision tree model. Expert Systems with Applications. 2012. Vol. 39, № 4. P. 3964–3973. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.09.034>.

207. Sawarkar K., Jain S. Dynamically Tie the Right Offer to the Right Customer in Telecommunications Industry. arXiv. 2020. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2010.12539>.

208. Malaysian telecom company builds buzz in budget-conscious youth. X Marketing. URL: [https://marketing.x.com/en\\_apac/success-stories/malaysian-telecom-company-builds-buzz-in-budget-conscious-youth](https://marketing.x.com/en_apac/success-stories/malaysian-telecom-company-builds-buzz-in-budget-conscious-youth)

209. Verizon completes TracFone Wireless, Inc. acquisition. Verizon. 2021. 23 Nov. URL: <https://www.verizon.com/about/news/verizon-completes-tracfone-wireless-inc-acquisition>

210. Deutsche Telekom launches its “Summer of Joy, Youth and Freedom”. Deutsche Telekom. 2023. 1 June. URL: <https://www.telekom.com/en/media/media-information/archive/deutsche-telekom-launches-its-summer-of-joy-youth-and-freedom-1040284>

211. Тариф Любов до батьків. Київстар. URL: <https://kyivstar.ua/archive/tariffs/love-fp>

212. Vodafone SE 2. Vodafone Україна. URL: <https://www.vodafone.ua/shop/ru/iphone-se-kontrakt>

213. Тарифні плани. lifecell. URL: <https://www.lifecell.ua/uk/mobilnij-zvyazok/taryfy/>

214. Лазоренко Л. В., Гринчак Н. А. Моделювання як метод наукових досліджень. Наука і техніка сьогодні. 2024. № 11(39). С. 295–303. URL: [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-11\(39\)-295-303](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-11(39)-295-303).

215. 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>



## ДОДАТКИ

## Додаток А1



Рис. А1. Діагностична матриця вибору інформаційних систем залежно від функціонального фокусу та рівня управління підприємством (запропоновано автором)

**Динаміка ключових показників економічної ефективності ПрАТ «Київстар» за 2020-2025 рр.**

*(розраховано автором на основі [141 - 144])*

Найменування показника	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Темп росту 25/20 %	Темп росту 25/24 %
1. Чистий дохід від реалізації (тис. грн)	25 001 245	28 559 150	30 900 973	33 165 048	36 639 345	43 805 245	175,21	119,56
2. Валовий прибуток (тис. грн)	16 532 957	18 748 919	17 827 606	19 112 641	20 605 430	24 239 249	146,61	117,64
3. Чистий прибуток (тис. грн)	10 369 859	11 266 926	9 516 514	10 542 590	11 331 462	12 307 536	118,69	108,61
4. Рентабельність продаж (%)	41,48	39,45	30,79	31,79	30,93	28,09	-	-
5. Середня кількість працівників (осіб)	3 680	3 817	3 659	3 261	4 001	3 475	94,43	86,85
6. Чистий дохід на одного працівника (тис. грн/ос)	6 793,82	7 482,09	8 445,20	10 170,21	9 157,55	12 605,83	185,55	137,66
7. Обсяг необоротних активів (тис. грн)	24 792 301	26 694 950	31 696 500	34 606 442	42 319 722	60 443 984	243,8	142,83
8. Обсяг оборотних активів (тис. грн)	2 220 714	3 044 988	8 566 060	15 792 297	24 124 467	24 495 946	1103,07	101,54
9. Коефіцієнт зносу необоротних активів (ОЗ)	0,553	0,529	0,502	0,49	0,487	0,453	-	-
10. Коефіцієнт зносу нематеріальних активів	0,425	0,452	0,476	0,496	0,495	0,502	-	-
11. Коефіцієнт фінансової незалежності	0,423	0,418	0,545	0,645	0,662	0,663	-	-
12. Коефіцієнт маневреності власного капіталу	-0,556	-0,268	-0,082	0,193	0,259	0,167	-	-
13. Коефіцієнт загальної ліквідності	0,259	0,476	0,826	1,658	1,899	1,623	-	-
14. Коефіцієнт проміжної ліквідності	0,253	0,47	0,82	1,643	1,807	1,068	-	-
15. Коефіцієнт оборотності оборотних активів	11,26	9,38	3,61	2,1	1,52	1,79	-	-
16. Рентабельність власного капіталу (%)	90,73	90,39	43,29	32,41	25,74	21,86	-	-

**Динаміка ключових показників економічної ефективності ПрАТ «ВФ Україна» за 2020-2025 рр.**

*(розраховано автором на основі [145 - 147])*

Найменування показника	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Темп росту 25/20 %	Темп росту 25/24 %
1. Чистий дохід від реалізації (тис. грн)	17 292 036	19 358 958	18 802 655	20 265 622	22 674 394	25 794 193	149,2	113,8
2. Валовий прибуток (тис. грн)	9 081 552	10 880 633	11 328 226	12 735 249	13 748 207	15 448 983	170,1	112,4
3. Чистий прибуток (тис. грн)	1 314 543	3 936 033	1 065 383	5 084 340	3 838 247	4 766 186	362,6	124,2
4. Рентабельність продаж (%)	7,6	20,33	5,67	25,09	16,93	18,48	-	-
5. Середня кількість працівників (осіб)	3 978	3 450	3 775	4 086	4 312	4 302	108,1	99,8
6. Чистий дохід на одного працівника (тис. грн/ос)	4 346,90	5 611,30	4 980,80	4 959,80	5 258,40	5 995,90	137,9	114
7. Обсяг необоротних активів (тис. грн)	21 460 890	20 342 117	19 410 073	21 888 242	28 616 102	35 472 354	165,3	124
8. Обсяг оборотних активів (тис. грн)	15 915 318	15 617 444	20 684 703	10 878 575	15 485 066	11 556 590	72,6	74,6
9. Коефіцієнт зносу необоротних активів (ОЗ)	0,524	0,569	0,598	0,59	0,545	0,515	-	-
10. Коефіцієнт зносу нематеріальних активів	0,374	0,42	0,49	0,504	0,475	0,493	-	-
11. Коефіцієнт фінансової незалежності	0,412	0,441	0,422	0,263	0,28	0,3	-	-
12. Коефіцієнт маневреності власного капіталу	-0,392	-0,284	-0,148	-1,538	-1,315	-1,512	-	-
13. Коефіцієнт загальної ліквідності	3,192	3,281	3,774	1,789	0,611	1,184	-	-
14. Коефіцієнт проміжної ліквідності	3,186	3,275	3,768	1,779	0,609	1,179	-	-
15. Коефіцієнт оборотності оборотних активів	1,087	1,24	0,909	1,863	1,464	2,232	-	-
16. Рентабельність власного капіталу (%)	8,53	24,84	6,3	58,95	31,05	33,75	-	-

**Динаміка ключових показників економічної ефективності ТОВ «Лайфселл» за 2020-2025 рр.**

*(розраховано автором на основі [148 - 150])*

Найменування показника	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Темп росту 25/20 %	Темп росту 25/24 %
1. Чистий дохід від реалізації (тис. грн)	6 835 816	8 482 687	9 411 748	11 712 123	13 352 771	15 874 053	232,2	118,9
2. Валовий прибуток (тис. грн)	1 758 954	2 733 351	3 124 112	4 839 324	5 038 678	6 307 448	358,6	125,2
3. Чистий прибуток (тис. грн)	2 588 662	610 855	972 269	2 567 707	2 402 114	3 221 345	124,4	134,1
4. Рентабельність продаж (%)	37,9	7,2	10,3	21,9	18	20,3	-	-
5. Середня кількість працівників (осіб)	771	825	814	927	1 024	1 001	129,8	97,8
6. Чистий дохід на одного працівника (тис. грн/ос)	8 866	10 282	11 562	12 634	13 040	15 858	178,9	121,6
7. Обсяг необоротних активів (тис. грн)	15 584 295	15 783 278	14 967 831	15 002 070	18 194 062	17 563 474	112,7	96,5
8. Обсяг оборотних активів (тис. грн)	1 085 094	1 701 884	3 963 158	6 717 199	1 755 644	1 401 005	129,1	79,8
9. Коефіцієнт зносу необоротних активів (ОЗ)	64,7	61,8	65,1	64,1	64,4	66,8	-	-
10. Коефіцієнт зносу нематеріальних активів	33,2	39,9	45,6	51,9	51,8	57,7	-	-
11. Коефіцієнт фінансової незалежності	0,46	0,47	0,49	0,54	0,61	0,59	-	-
12. Коефіцієнт маневреності власного капіталу	-1,03	-0,91	-0,62	-0,27	-0,5	-0,57	-	-
13. Коефіцієнт загальної ліквідності	0,2	0,35	0,6	0,89	0,38	0,29	-	-
14. Коефіцієнт проміжної ліквідності	0,2	0,34	0,59	0,88	0,37	0,28	-	-
15. Коефіцієнт оборотності оборотних активів	6,3	5	2,4	1,7	7,6	11,3	-	-
16. Рентабельність власного капіталу (%)	33,7	7,4	10,5	21,7	19,8	28,8	-	-

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *Публікації наукових статей:*

1. Макаренко Т.І. ІТ менеджмент: від теорії до висококваліфікованого спеціаліста. *Економіка. Менеджмент. Бізнес* 2022. № 1-2. С. 75-79. URL: <https://doi.org/10.31673/2415-8089.2022.017579>
2. 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>
3. Sazonova S., Makarenko T. Оцінка конкурентоспроможності підприємства на принципах стратегічного управління в умовах цифрової економіки. *Науковий вісник міжнародного гуманітарного університету*. 2024. № 59. С. 114-121. URL: <https://doi.org/10.32782/2413-2675/2024-59-14>
4. Макаренко Т.І. Інноваційні цифрові технології в геоекономічному просторі: проблеми управління регуляторними механізмами. *Economic synergy*. 2024. № 3. С. 121–134. URL: <https://doi.org/10.53920/es-2024-3-8>
5. 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>
6. Filippova V., Bilyk O., Lytvynchuk O., Ostapiak V., Kukharchuk P., Makarenko T. Psychological factors in the formation and implementation of Ukraine's information policy within the framework of European integration: analysis of management mechanisms and their impact on public opinion // TPM. – 2025. – Vol. 32, No. S1. – P. 20–28. URL: <https://tpmap.org/submission/index.php/tpm/article/view/127>, <https://www.scopus.com/pages/publications/105013857904> (Scopus)
7. Сорока А. М., Петченко М. В., Макаренко Т. І. Оптимізація управлінських процесів та моделювання тарифікації в телекомунікаційних підприємствах України в умовах 5G-трансформації // Вісник Східноєвропейського університету економіки і менеджменту. 2025. № 2 (34). С. 557–575. URL: [https://doi.org/10.58253/2078-1628-2025-2\(34\)-039](https://doi.org/10.58253/2078-1628-2025-2(34)-039)

### **Участь у наукових конференціях:**

8. Макаренко Т.І. Інформаційні технології для оптимізації процесів управління та виробництва в агробізнесі. *Mechanism of scientific and technical potential development: proceedings of the 2nd international scientific and practical internet conference*: Міжнар. наук. конф., м. Дніпро, 24 листоп. 2022 р. Дніпро, 2022. С. 35.

9. Макаренко Т.І., Грабовський А.О. Аналіз ІТ-інновацій Industry 4.0: оптимізація процесів управління та виробництва в агробізнесі. *Системний аналіз та інтелектуальні системи для бізнесу та управління*: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ 23–24 березня 2023 р.). Київ, 2023. С. 94.

10. Макаренко Т.І. Менеджмент цифрового покоління: компетенції майбутніх менеджерів та підготовка спеціалістів. *Інформаційні технології та цифрова економіка*: матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції: (м. Київ 4-5 травня 2023 р.) Київ, 2023. С. 240.

11. Макаренко Т.І. Синергія штучного інтелекту і НПП: перспективи та перестороги взаємодії. *Саморозвиток у професійному становленні освітянина та науковця. Світові тренди та українські традиції*. Міжнар. наук. конф., м. Полтава, 6 лист. – 17 груд. 2023 р. Полтава, 2023. С. 99-101.

12. Макаренко Т. Довгострокові перспективи впровадження ERP-систем управління ресурсами підприємства. *Інформаційні технології та цифрова економіка*: V Міжнар. науково-практ. конф., м. Київ, 9 трав. 2024 р. Київ, 2024. С. 252–253.7

13. Макаренко Т. Інформаційні технології в геоекономіці: боротьба за «мікронафту». *Управління та адміністрування в умовах протидії гібридним загрозам національній безпеці: Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції* : Міжнар. конф., м. Київ, 17 жовт. 2024 р. С. 118–120.

14. Макаренко Т.І. Ефективність управління організацією через призму використання сучасного програмного забезпечення. *Менеджмент XXI століття: глобалізаційні виклики. Матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції* : Міжнар. наук. конф., м. Полтава, 15 трав. 2025 р. Полтава, 2025. С. 99-101.



ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО «КИЇВСТАР»

ПрАТ «Київстар»

вул. Дегтярівська, 53, м. Київ, 03113,  
тел. +38 (044) 209 00 70, факс: +38 (044) 232 21 84,  
web: [www.kyivstar.ua](http://www.kyivstar.ua)  
Код ЄДРПОУ: 21673832

Від 19.03.2026

#### Довідка

про прикладну цінність дисертаційного дослідження  
здобувача наукового ступеня доктора філософії **Макаренко Тетяни Ігорівни**

Сьогодення українського бізнесу у сфері інформації та телекомунікацій характеризується підвищеною мінливістю та динамікою змін, що потребує постійного адаптивного реагування та корегування системи управління підприємством, у тому числі тарифної політики. Поглиблення конкуренції, трансформація споживчої поведінки, вплив воєнних подій в Україні, а також швидке поширення технологій п'ятого покоління, зумовлюють необхідність переходу до інноваційних підходів до ціноутворення й управління сервісами.

Вважаємо, що результати науково-дослідної роботи Макаренко Т.І. є актуальними та мають практичний потенціал для впровадження в діяльність телекомунікаційних компаній, зокрема ПрАТ «Київстар». Особливої уваги набуває запропонована авторкою модель тарифікації мультисервісного середовища та Інтернету речей у мережах 5G, яка забезпечує врахування якісних і кількісних параметрів послуг (QoS, SLA), типів трафіку та характеристик користувацьких сегментів.

Запровадження моделі уможливило прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо формування та оперативного корегування тарифів в умовах нестійкого ринкового середовища, підвищує прозорість і гнучкість тарифної політики, а також сприяє оптимізації використання мережевих ресурсів завдяки інтеграції аналітики великих даних та засобів штучного інтелекту.

Застосування моделі тарифікації потенційно може надати змогу скоротити час підготовки нових тарифних пропозицій, підвищити точність прогнозування навантаження мережі та рівень задоволеності клієнтів, що позитивно впливає на ключові показники діяльності підприємства.

Начальник відділу технологічного розвитку

Юрій Надич




### Довідка

про впровадження результатів дисертаційного дослідження  
здобувачки наукового ступеня доктора філософії **Макаренко Тетяни Ігорівни**

За умов турбулентного економічного сьогодення, прискорення глобалізаційних процесів і розгортання цифрової трансформації, економічне відновлення та зростання України спирається на розвиток інфраструктури зв'язку нового покоління та модернізацію механізмів регулювання тарифної політики на ринку електронних комунікацій. Одним із пріоритетних напрямів прискорення розбудови мереж 5G є партнерські моделі взаємодії бізнесу, держави та наукової спільноти.

Наукові та практичні результати, отримані у дисертаційному дослідженні Макаренко Т.І., є актуальними та мають значний практичний інтерес для вдосконалення управління тарифною політикою у телекомунікаційних компаніях. Запропонована модель тарифікації 5G-сервісів — з урахуванням QoS/SLA, пріоритетом сервісів, специфіки IoT-трафіку та сегментації клієнтів — сприятиме оптимізації витрат, підвищенню фінансової результативності та забезпеченню суспільної ефективності від впровадження цифрових сервісів.

Комплекс управлінських і фінансово-економічних тригерів, що супроводжує розроблену модель (динамічна тарифна адаптація, політика пріоритетів, механізми стимулювання корпоративних і IoT-користувачів), узгоджує інтереси учасників ринку та приймається до реалізації в ТОВ «ДІДЖИТАЛ ТЕЛЕКОМ-АЙ ІКС» для оптимізації взаємовідносин між операторами, бізнесом і державою, слугуючи основою для довгострокової реалізації інновацій у сфері електронних комунікацій.

 **Директор ТОВ**  
**«ДІДЖИТАЛ ТЕЛЕКОМ-АЙ ІКС»**  
**С.Ю. Конесменко**



ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор

Державного університету інформаційно  
комунікаційних технологій

Олександр КОРЧЕНКО

« 03 »

2026 р.

**АКТ****про впровадження результатів наукового дослідження****МАКАРЕНКО Тетяни Ігорівни****на тему:****«Оптимізація управлінських процесів телекомунікаційних підприємств на  
основі технологій 5G»**

Комісія у складі: голови комісії – директора Навчально-наукового інституту менеджменту та підприємництва Петровської Світлани Володимирівни, та членів комісії: завідувачки кафедри менеджменту, кандидата економічних наук, доцента Сороки Анни Михайлівни, професора кафедри менеджменту, доктора економічних наук, професора Засанського Володимира Вячеславовича, у період з «03» по «06» березня 2026 року провела роботу по встановленню фактичного використання в навчальному процесі Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій результатів дисертаційної роботи МАКАРЕНКО Тетяни Ігорівни на тему «Оптимізація управлінських процесів телекомунікаційних підприємств на основі технологій 5G».

На основі поданої дисертаційної роботи та опублікованих матеріалів наукових статей комісія встановила, що в навчальному процесі Університету використовуються наступні результати дослідження:

1. Комплексний підхід до впровадження цифровізації та оптимізації управлінських процесів, який включає інтеграцію передових інформаційних технологій (IoT, Big Data, штучного інтелекту та блокчейну), а також розроблені ефективні адаптаційні заходи для управління підприємствами в умовах криз та воєнного стану;

2. Інноваційна модель тарифікації мультисервісного середовища та Інтернету речей у мережах 5G, яка дозволяє операторам зв'язку прозоро і справедливо формувати ціноутворення, враховуючи багатовимірні параметри



якості послуг (QoS), гарантії рівня обслуговування (SLA) та специфіку IoT-трафіку;

3. Методи сегментації телекомунікаційних послуг та клієнтів із застосуванням кластерного аналізу, які забезпечують підвищення ефективності адміністрування тарифів, сприяють оптимізації ресурсів та зміцненню конкурентних позицій завдяки формуванню гнучких, адаптованих до потреб ринку пропозицій.

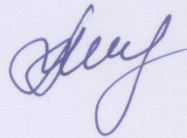
Результати дисертаційної роботи отримані та використовуються в рамках науково-дослідних робіт: «Сучасні тенденції розвитку менеджменту в умовах цифрової трансформації економіки» (номер державної реєстрації 0125U004297) та «Управління корпоратизацією підприємства» (номер державної реєстрації 0125U002026).

На основі аналізу поданої дисертаційної роботи та опублікованих наукових статей комісія встановила що особисто одержані результати дисертаційної роботи МАКАРЕНКО Тетяни Ігорівни використовуються в навчальному процесі Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій при курсовому та дипломному проектуванні, а також при викладанні дисциплін «Управління персоналом» «Інформаційні системи і технології», «Стратегічне управління інноваційним розвитком підприємства».

Голова комісії:

Директор ННІ МП

к.е.н., доцент



Світлана ПЕТРОВСЬКА

Члени комісії:

Завідувач кафедри

менеджменту

к.е.н., доцент



Анна СОРОКА

Професор кафедри

менеджменту

д.е.н., професор



Володимир ЗАСАНСЬКИЙ