



## ОПТИМІЗАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ ПРИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЄДИНОЇ СИСТЕМИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ І ВИМІРІВ МЕРЕЖІ СКС-7 З ВИКОРИСТАННЯМ РЕСУРСІВ ЦЕНТРУ ОБРОБКИ ДАНИХ

Л. Беркман<sup>1</sup> [ORCID:0000-0002-6772-1596], С. Отрох<sup>2</sup> [ORCID:0000-0001-9008-0902], В. Ружинський<sup>3</sup> [ORCID: 0009-0007-3448-7397],  
К. Оленєва<sup>4</sup> [ORCID:0000-0002-5576-4601]

- <sup>1</sup> Державний університет телекомунікацій, вул. Солом'янська, 7, Київ, 03110, Україна  
<sup>2</sup> Національний технічний університет України "КПІ імені Ігоря Сікорського", Берестейський проспект, 37, Київ, 03056, Україна  
<sup>3</sup> Управління державного ринкового нагляду Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфері електронних комунікацій, радіочастотного спектра та надання послуг поштового зв'язку, Київ, Україна  
<sup>4</sup> Національний технічний університет України "КПІ імені Ігоря Сікорського", Берестейський проспект, 37, Київ, 03056, Україна

Відповідальний автор: В. Г. Ружинський (e-mail: [rvgs71960@gmail.com](mailto:rvgs71960@gmail.com))

Архітектура єдиної системи централізованого контролю та вимірів мережі СКС-7 є застарілою, використовувані технології для організації її роботи та реалізації збереження даних потрібно оновлювати та оптимізувати, адже теперішній стан системи спричиняє зниження її швидкодії та зменшення продуктивності, а також критичне падіння надійності. Враховуючи ці фактори, необхідна також модернізація програмних і апаратних засобів системи аналізу та моніторингу IP протоколів. Поки що система не забезпечує весь спектр функцій, необхідний для повноцінного аналізу VoIP мережі. Оновлення архітектури системи стало необхідністю для підвищення ефективності та надійності. У роботі описано процес модернізації системи контролю та вимірів мережі СКС-7 з використанням ресурсів ЦОД за допомогою оптимізації комп'ютерного обладнання та розширення можливостей систем, які використовують для моніторингу мережі ОКС-7. Наведено систему аналізу, контролю і вимірів мережі СКС-7 та визначено її основні функціональності. Проаналізовані основні протоколи сигналізації та розроблено систему аналізу та моніторингу IP протоколів. Модернізована система контролю і вимірів мережі СКС-7 дає змогу виявляти недоліки під час тестування елементів телекомунікаційних мереж та аналізування їх впливу на експлуатацію, інформаційного та сигнального навантаження СКС-7 та VoIP-мереж у реальному часі та за попередні періоди.

**Ключові слова:** телекомунікаційні мережі; оптимізація; модернізація; центр обробки даних; протоколи передавання даних; протоколи сигналізації; система моніторингу.

УДК: 004.7

### 1. Вступ

Єдина централізована система контролю і вимірів мережі СКС-7 (надалі – Система) призначена для отримання оперативної та достовірної інформації про стан мережі сигналізації, для оцінювання функціонування комутаційного обладнання, для контролю трафіку. Система передбачає створення низки локальних пунктів моніторингу та центру контролю мережі СКС-7.

На першому етапі впровадження Системи виготовлено обладнання для створення системи контролю і вимірів мережі СКС-7, розроблено необхідні проєктні рішення для встановлення обладнання на пунктах моніторингу, досліджено об'єкти впровадження, розроблено рішення щодо конфігурації комп'ютерного обладнання та програмного забезпечення.

Систему створено на основі територіально рознесених локальних пунктів моніторингу (надалі – ЛПМ), встановлених на об'єктах телекомунікаційної мережі, та єдиного центру контролю та вимірів (надалі – ЦКВ).

Структурну схему Системи наведено на рис. 1. Структурні схеми ЦКВ та ЛПМ – на рис. 2, 3.

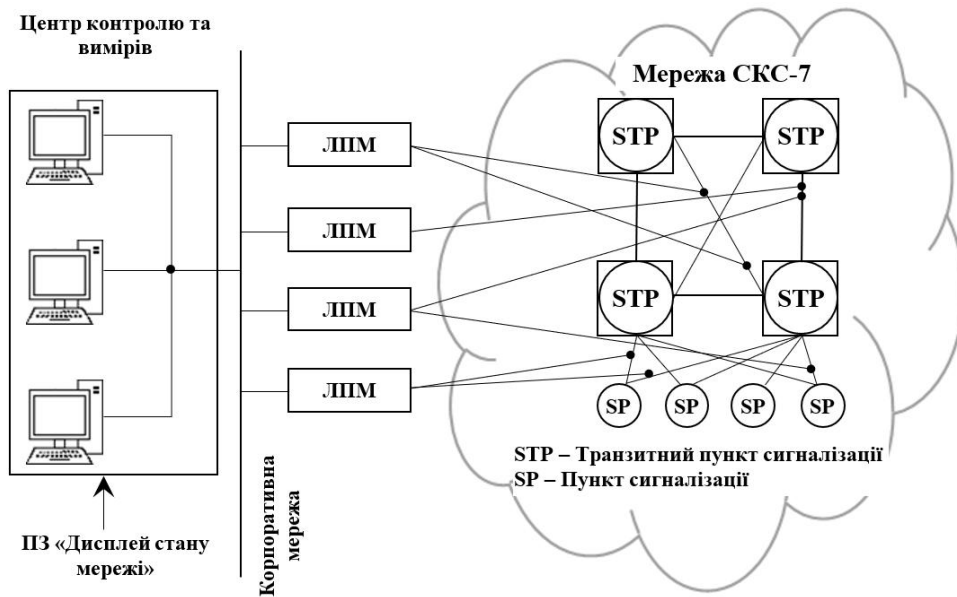


Рис. 1. Архітектура Системи на першому етапі

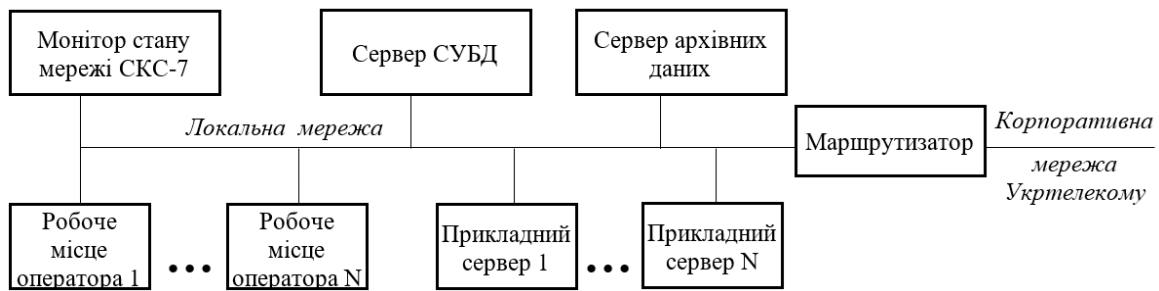


Рис. 2. Структурна схема ЦКВ

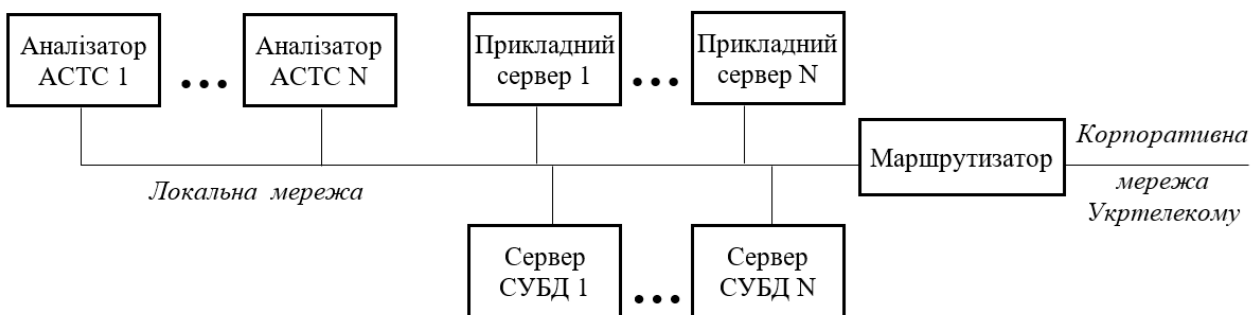


Рис. 3. Структурна схема ЛПМ

Типовий склад комп'ютерного обладнання та технологій, що встановлюються на ЦКВ та ЛПМ, наведено в табл. 1, 2.

Таблиця 1

### Типовий склад обладнання та технологій для ЦКВ

№	Найменування
1	Комп'ютери робочих місць операторів
2	Прикладні сервери з встановленим ПЗ ЦКВ
3	Сервер СУБД із встановленим ПЗ IBM DB2 v7 Enterprise
4	Сервера архівних даних
5	Мережеве обладнання для організації локальної мережі та доступу до корпоративної мережі

Таблиця 2

### Типовий склад обладнання та технологій для ЛПМ

№	Найменування
1	Модуль узгодження
2	Стояк монтажний із внутрішнім устаткуванням та промцитом у складі
2.1	Аналізатор сигналізацій телекомунікаційних систем (надалі – АСТС)
2.2	Пристрій МГС
2.3	Пристрій СН-3837
2.4	Прикладний сервер із встановленим ПЗ ЛПМ
2.5	Сервер СУБД із встановленим ПЗ IBM DB2 v7 Enterprise
2.6	Консоль управління АСТС і серверами
2.7	Мережеве обладнання для організації локальної мережі та доступу до корпоративної мережі
2.8	Джерело безперебійного живлення UPS (~220 В)

### Технічні можливості АСТС

Основним джерелом первинних даних є АСТС. Функціонально він забезпечує знімання даних з мережі СКС-7 що контролюється, та передавання їх у Систему. АСТС виконано згідно з РАКТ. 146.00.00.000-03 (на базі промислового комп'ютера: РПІ 750 MHz, 256М, HDD 20G, FDD, РВР-08А7, РОВО-679, 19' крейт для РС). Підключення первинних цифрових трактів Е1 (надалі – ПЦП) до АСТС виконано через модулі узгодження з опором не менш ніж 1200 Ом. АСТС сприймає й виробляє лінійні сигнали ПЦП із параметрами: лінійний код АМІ або НДВЗ.

Показники якості первинних цифрових трактів Е1, що підключаються до АСТС, відповідають вимогам КНД 45-074-97 щодо швидкості передавання інформаційних сигналів (табл. 6.1 КНД) та параметрів інформаційних сигналів на електричних стиках первинного мережевого тракту (табл. 6.4 КНД). АСТС сприймає та виробляє лінійні сигнали ПЦП – лінійний код АМІ або НДВЗ яких задано програмно. Вхідний опір аналізатора також задають програмно. Забезпечуються такі його значення на частоті 1024 кГц:

- $120 \pm 6$  Ом у режимі узгодженого підключення з симетричним входом;
  - не менше за 1200 Ом для високоомного паралельного підімкнення аналізатора в режимі моніторингу до контрольованого з'єднання;
  - вхідна ємність аналізатора на частоті 1024 кГц не більша за 20 пФ;
  - перехідне послаблення між входами аналізатора на частоті 1024 кГц не менше за 40 дБ.
- Синхронізація аналізатора здійснюється від одного з вхідних ПЦП.

Часову синхронізацію аналізаторів АСТС виконано від пристрою СН-3837 через пристрій МГС.

АСТС підтримує (розпізнає та декодує) такі протоколи сигналізації СКС-7:

- протоколи другого й третього рівнів підсистеми передавання повідомлень МТР (Message Transfer Part), відповідно до Рекомендацій МСЕ Q.701-Q.704, Q.707-Q.709 та до документа

“Спільноканальна сигналізація № 7. Національна версія України. Правила використання в телефонній мережі загального користування. Версія 2.0” (надалі – Національна версія);

– протоколи підсистеми користувача цифрової мережі з інтеграцією служб ISUP (ISDN User Part) та додаткових послуг ISDN, відповідно до Рекомендацій MCE Q.761-Q.764, Q.767 та до Національної версії;

– протоколи підсистеми керування сигнальними з'єднаннями SCCP (Signalling Connection Control Part), відповідно до Рекомендацій MCE Q.711-Q.714 та до Національної версії;

– протоколи підсистеми транзакційних можливостей TCAP (Transaction Capabilities Application Part), відповідно до Рекомендацій MCE Q.771-Q.774 та до Національної версії.

### Обґрунтування оптимізації комп'ютерної техніки

Протягом експлуатації Системи виникали проблеми технічної підтримки та подальшого розвитку. Початково Систему проєктували на об'єми трафіку відповідно до бачення розвитку мережі попередніх років. За останні роки мережа виросла і розвинулась так, що кількість ланок сигналізації, які фактично контролюються окремими елементами Системи, тепер у багато разів перевищують запроєктовані та створюють нерівномірне навантаження на вузли системи. Кількість маршрутів сигналізації, що повинні контролюватися кожним АСТС, взагалі не була спроєктована.

Архітектура Системи та використані технології збереження даних є морально застарілими і спричиняють критичне зниження швидкодії, надійності та продуктивності Системи. Також виникла критична необхідність модернізації програмних та апаратних засобів системи аналізу та моніторингу IP протоколів.

Нині система не забезпечує весь спектр функцій, необхідний для повноцінного аналізу VoIP мережі, її швидкодія низька. Оновлення архітектури системи має забезпечити розміщення її серверної частини у центрі обробки даних (надалі – ЦОД), нові функції для користувачів системи, підвищення ефективності та надійності. Об'єднання на рівні бази даних із Системою дасть змогу отримувати комплексні звіти про роботу телефонної мережі загального користування (наді – ТМЗК) та VoIP мережі.

Структурну схему Системи з використанням ресурсів ЦОД наведено на рис. 4.

Система аналізу та моніторингу IP протоколів – це система, призначена для отримання оперативної та достовірної інформації про стан мережі VoIP, для оцінювання якості надання послуг, функціонування комутаційного обладнання та контролю VoIP трафіку операторів. Система складається із розподілених програмних VoIP зондів, які здійснюють захоплення даних зі стандартних Ethernet адаптерів, серверної частини, зокрема файлового сховища даних, а також робочих місць операторів та адміністратора.

Система забезпечує виконання таких основних функцій:

– оцінка якості обслуговування абонентів та викликів;

– спостереження у реальному часі за статистичними показниками, що характеризують різні мережеві сервіси, виявлення аварій та збоїв у роботі мережі та обладнання;

– збирання та аналіз VoIP викликів, побудова звітів за операторами/напрямами;

– надсилання повідомлень про стан мережі та внутрішній стан системи на e-mail та у зовнішні системи управління по SNMP.

Система забезпечує декодування протоколів: Sigtran (IUA, M2UA, M3UA, M2PA, SCTP, V5UA), SIP, SIP-T, SIP-I, SDP, RTP, RTCP, H323 (TPKT, Q.931, RAS, H225, H245), MGCP, Megaco/H248, SS7 (ISUP, SCCP, MTP2, MTP3), GTP, WAP (WSP, WTP, WTLS), MMSE, MAP, TCAP, Radius, Diameter, FTP, HTTP, SNMP, Telnet, RPC, Ethernet, MPLS, VLAN, IGMP, ICMP, IP, IPv6, ARP, TCP, UDP, PIM, RGMP, DVMRP, IAX2 та збирання викликів за протоколами SIP, SIP-T, H.323, ISUP, MGCP, Megaco/H.248, MAP, TCAP.

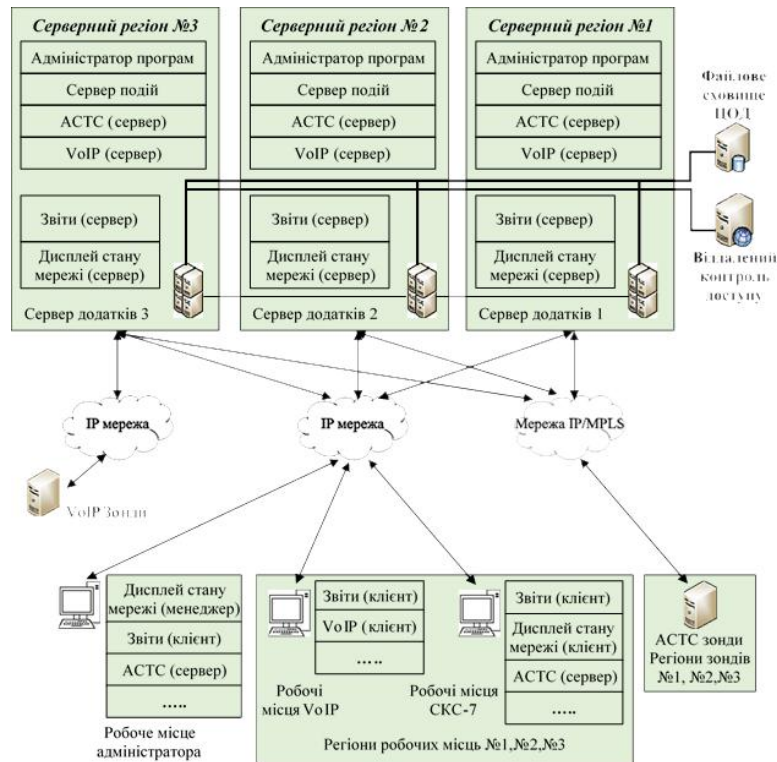


Рис. 4. Структурна схема Системи з використанням ресурсів ЦОД

### Обладнання для побудови серверної частини Системи у ЦОД

Сервери прикладних програм: RAM: 8 GB, HDD: 2\*U320 SCSI 72,8GB, CPU: 2\*Intel Xeon 3.6 GHz/800-1MB.

Обладнання для файлового сховища системи аналізу та моніторингу IP протоколів: HDD: 2 ТБ RAID5 (3×1ТБ).

Робоче місце адміністратора для конфігурування нової версії інтегрованої Системи: CPU: 2x 2 GHz, RAM: 2 GB, HDD: 320 GB.

Робочі місця користувачів: CPU: 2x 2GHz, RAM: 2 GB, HDD: 320 GB.

У Системі аналізу та моніторингу IP протоколів для розподілу навантаження, а також для резервування серверної частини системи передбачена можливість впровадження декількох екземплярів файлових сховищ на різних серверах. Система дає змогу ефективно працювати з декількома сховищами одночасно. Переконфігурування зондів на нове сховище здійснює адміністратор. Для реалізації резервування даних виконується аварійний запис даних зондом у разі втрати зв'язку з сервером. Після відновлення зв'язку з сервером записані дані автоматично імпортуються у файлове сховище.

Бекапування даних та конфігурацій може виконувати стороннє програмне забезпечення, яке підтримує таку функціональність. У разі аварійного завершення роботи будь-якого елемента системи після його відновлення та запуску цей елемент автоматично підключається до системи, а усі настройки та відкриті трейси зберігаються. За втрати зв'язку з одним із компонентів системи у адміністратора зберігається повний доступ до усіх інших компонентів системи, урахуваючи зонди. У подальшому розвитку буде забезпечена можливість реалізації автоматичного балансування навантаження на рівні серверів прикладних програм.

### Висновки

Отже, в результаті модернізації Системи з використанням ресурсів ЦОД здійснено оптимізацію комп'ютерного обладнання, яке може бути використано для реалізації інших проєктів, під час упровадження нових послуг зв'язку та організації обліку трафіку. Також розширені функ-

ціональні можливості Системи, яка використовується для моніторингу мережі ОКС-7, візуального спостереження за роботою ланок сигналізації та пунктів сигналізації, здійснення контролю часу недоступності пучків маршрутів сигналізації, тестування напрямків сигналізації СКС-7, виявлення недоліків під час тестування елементів телекомунікаційних мереж та аналізування їх впливу на експлуатацію, інформаційного та сигнального навантаження СКС-7 та VoIP-мереж у реальному часі, та за попередні періоди, формування звітів для визначення відсотка неуспішних викликів для оцінювання якості телекомунікаційних послуг.

Крім цих основних функціональних можливостей, модернізована Система дає змогу здійснювати вибірку для обліку MSU за міжнародними сигнальними ланками, сигнальними маршрутами та глобальними заголовками, також використовувати Систему щодо відстеження порушень порядку маршрутизації міжнародного трафіку, виявлення несанкціонованого сигнального та інформаційного трафіку на СКС-7 та VoIP-мережах.

### Список використаних джерел

- [1] V. G. Ruzhinsky etc. *The experience of implementing the OKS-7 control and measurement system*, *Vestnyk svazija*, 2005, no. 1, pp. 48–49.
- [2] V. G. Ruzhinsky, *Construction of the control, measurement and control center of the OKS-7 network of Ukrtelecom*, “Telecom-2003” 6th international scientific and technical conference “Modern problems of telecommunications”// compendium of reports (part 2) p. 31-35.
- [3] V. G. Ruzhinsky, V. M. Anoshko. *Organization of control, measurements and management of the co-channel signaling network No. 7 of JSC “Ukrtelecom”* // 2nd international conference “Problems of management of telecommunications networks and services in conditions of a competitive market”, *Bulletin UBENTZ-2003*, No. 2, pp. 44–48.
- [4] A. P. Tarasenko, V. G. Ruzhinsky, A. N. Varnosov. *OKS7: implementation and operation on the digital network of UGPES “Ukrtelecom”*, *Zvyazok-1999*, no. 6, pp. 57–59.
- [5] *Recommendation ITU-T Q.752. Monitoring and measurements for Signaling System, No. 7, networks*. Geneva, 1997. 56 p.
- [6] *Baklanov I. G. Measurement technologies in modern telecommunications*. M.: EKO-Trendz, 1998. 342 p.
- [7] *Co-channel signaling, No. 7. National version of Ukraine. Rules of use in the public telephone network. Version 3.0*.
- [8] *Kilchytskyi E. V. Principles of building a system for managing digital telecommunication networks of Ukraine. Collection of scientific works of UNDIIZ, 1998, iss. 1, p. 28*.

## THE OPTIMIZATION OF COMPUTER EQUIPMENT DURING THE MODERNIZATION OF THE UNIFIED SYSTEM OF CENTRALIZED CONTROL AND MEASUREMENTS OF THE SKS-7 NETWORK USING THE RESOURCES OF THE DATA PROCESSING CENTER

L. Berkman<sup>1</sup>, S. Otrokh<sup>2</sup>, V. Ruzhynskyi<sup>3</sup>, K. Olieniva<sup>4</sup>

<sup>1</sup> State University of Telecommunication 7, Solomyanska str., Kyiv, 03110, Ukraine

<sup>2</sup> National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, 37, Prosp. Beresteiskyyi, Kyiv, 03056, Ukraine

<sup>3</sup> Department of State Market Supervision of the National Commission, which carries out state regulation in the field of electronic communications, radio frequency spectrum and the provision of postal services, Kyiv, 03056, Ukraine

<sup>4</sup> National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, 37, Prosp. Beresteiskyyi, Kyiv, 03056, Ukraine

The architecture of the unified system of centralized control and measurements of the SKS-7 network is outdated, the technologies used to organize its work and implement data storage need to be updated and optimized, because the current state of the system causes a decrease in speed and performance, as well as a

critical drop in reliability. Considering the factors, there is also a need to modernize the software and hardware of the IP protocol analysis and monitoring system. The system does not provide the full range of functions necessary for a full-fledged analysis of the VoIP network, at the moment. Updating the system architecture became a necessity to improve efficiency and reliability. The work describes the process of modernization of the SKS-7 network control and measurement system using data center resources by optimizing computer equipment and expanding the capabilities of the systems used to monitor the OKS-7 network. The system of analysis and control and measurements of the SKS-7 network is presented and its main functionalities are defined. The main signaling protocols were analyzed and a system of analysis and monitoring of IP protocols was developed. The modernized control and measurement system of the SKS-7 network allows to identify deficiencies when testing elements of telecommunication networks and analyzing their impact on operation, analyzing the information and signal load of SKS-7 and VoIP networks in real time and in previous periods.

**Key words:** *telecommunication networks; optimization; modernization; data center; data transfer protocols; signaling protocols; monitoring system.*