

ОБГРУНТУВАННЯ ПІДХОДІВ ДО ВИБОРУ ТИПУ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИМИ МЕРЕЖАМИ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

У статті відображені погляди авторів на проектування систем управління інформаційно-телекомунікаційними мережами спеціального призначення, побудованих за різними архітектурами і на обладнанні різних виробників.

Проблемою розвитку автоматизованої системи управління інформаційно-телекомунікаційними мережами спеціального призначення є створення універсальних інтерфейсів, на базі обраних (розроблених) платформ управління, з метою забезпечення взаємодії баз даних телекомунікаційних мереж і органів управління зв'язком.

Вибір системи управління інформаційно-телекомунікаційними мережами спеціального призначення з урахуванням її адаптації під конкретну телекомунікаційну інфраструктуру – складна багатокритеріальна задача, яка визначає вибір і побудову систем управління відповідно до цільових завдань управління.

На основі аналізу розвитку інформаційно-телекомунікаційних мереж спеціального призначення проведена їх класифікація, визначено перелік показників і запропоновано критерії вибору платформ систем управління.

Створення автоматизованої системи управління інформаційно-телекомунікаційними мережами спеціального призначення дасть можливість забезпечити ефективне використання ресурсів всіх мереж як в умовах повсякденної діяльності військ, так і в умовах особливого періоду, ведення бойових дій і надзвичайних ситуацій.

Викладений в статті матеріал дозволяє виробити підходи до вирішення завдання обґрунтованого вибору типу системи управління гетерогенними телекомунікаційними мережами, які є системоутворюючою основою інформаційно-телекомунікаційної інфраструктури спеціальних користувачів.

Ключові слова: інформаційно-телекомунікаційна мережа, система управління, управління конфігурацією, аналіз продуктивності.

Бондаренко Л.А., Масесов Н.А., Малих В.В., Черкасова Ю.А. Обоснование подходов к выбору типа системы управления информационно-телекоммуникационными сетями специального назначения.

В статье отражены взгляды авторов на проектирование систем управления информационно-телекоммуникационными сетями специального назначения, построенных по разным архитектурам и на оборудовании различных производителей.

Проблемой развития автоматизированной системы управления информационно-телекоммуникационными сетями специального назначения является создание универсальных интерфейсов, на базе выбранных (разработанных) платформ управления, с целью обеспечения взаимодействия баз данных телекоммуникационных сетей и органов управления связью.

Выбор системы управления информационно-телекоммуникационными сетями специального назначения с учетом ее адаптации под конкретную телекоммуникационную инфраструктуру – сложная многокритериальная задача, определяющая выбор и построение систем управления в соответствии с целевыми задачами управления.

На основе анализа развития информационно-телекоммуникационных сетей специального назначения проведена их классификация, определен перечень показателей и предложены критерии выбора платформ систем управления.

Создание автоматизированной системы управления информационно-телекоммуникационными сетями специального назначения даст возможность обеспечить эффективное использование ресурсов всех сетей как в условиях повседневной деятельности войск, так и в условиях особого периода, ведения боевых действий и чрезвычайных ситуаций.

Изложенный в статье материал позволяет выработать подходы к решению задачи обоснованного выбора типа системы управления гетерогенными телекоммуникационными сетями, которые являются системообразующей основой информационно-телекоммуникационной инфраструктуры специальных пользователей.

Ключевые слова: информационно-телекоммуникационная сеть, система управления, управление конфигурацией, анализ продуктивности.

L.Bondarenko, N.Masesov, V.Malykh, Y. Cherkasova Substantiation of approaches to choosing the type of control system for information and telecommunication networks of special purposes

The article reflects the views of the authors on the design of control systems for information and telecommunication networks for special purposes, built on different architectures and equipment of various manufacturers.

The problem of developing an automated control system for information and telecommunication networks for special purposes is the creation of universal interfaces based on selected (developed) management platforms, in order to ensure the interaction of telecommunication network databases and communication control bodies.

The choice of a control system for information and telecommunication networks for special purposes, taking into account its adaptation to a specific telecommunication infrastructure, is a complex multicriteria task that determines the choice and construction of control systems in accordance with management objectives.

Based on the analysis of the development of information and telecommunication networks for special purposes, their classification was carried out, a list of indicators was determined, and criteria for choosing control system platforms were proposed.

The creation of an automated control system for special-purpose information and telecommunication networks will make it possible to efficiently use the resources of all networks both in the conditions of daily activity of the troops and in the conditions of a special period, combat operations and emergency situations.

The material presented in the article allows us to develop approaches to solving the problem of a reasonable choice of the type of control system for heterogeneous telecommunication networks, which are the backbone of the information and telecommunication infrastructure of special users.

Key words: *information and telecommunication network, system management, configuration management, productivity analysis.*

Постановка завдання в загальному вигляді

Основою сучасних систем зв'язку угруповань військ є інформаційно-телекомунікаційні мережі спеціального призначення (ІТМ СП), функціонування яких буде здійснюватися у досить складних і несприятливих умовах зовнішнього середовища, що потребує стійкого управління ними в реальному масштабі часу. Сучасні інформаційно-телекомунікаційні системи спеціального призначення (ІТС СП) будуються відповідно до концепцій глобальної інформаційної інфраструктури (Global Information Infrastructure, ГІІ) на базі широкого застосування сучасних інформаційних і телекомунікаційних технологій та технологій управління. Поступове впровадження технологій мереж наступного покоління (Next Generation Network, NGN), що реалізують фундаментальні ідеї розподілу функцій комутації та функцій надання послуг, дозволяє виконати впровадження ідеології ГІІ щодо надання всіх видів інфокомунікаційних послуг користувачам з визначеною якістю, належною достовірністю у будь-якому місці та у будь-який час.

Сучасні ІТС СП (військового призначення) відносяться до складних систем, які у своєму складі мають велику кількість підсистем різного функціонального призначення. Такого роду системи потребують якісного управління, яке на різних ланках управління може бути реалізовано автоматизованим або автоматичним способом.

Кількість параметрів елементів ІТС СП, які відображають стан системи, помітно збільшується в зв'язку зі зростаючою різноманітністю цифрового обладнання та сервісів, які надаються, що в свою чергу обумовлює широкий спектр підходів до управління мережами, орієнтованими на вирішення як завдань управління військами і зброєю, так і завдань експлуатації та оперативно-технічного контролю самої ІТС СП. Підвищення ефективності використання ресурсів ІТС СП, ефективне виконання завдань, які покладені на них, може бути досягнуто за рахунок розвитку і вдосконалення системи управління, в першу чергу за рахунок її автоматизації [1, 10, 13].

При експлуатації існуючих і розгортанні нових ІТМ СП виникає необхідність розробки нових програмних архітектур для об'єднаного управління всією сукупністю телекомунікаційних та інформаційних послуг – передачею високоякісного мультимедіа-трафіку в стаціонарній та мобільній компонентах ІТС СП.

Актуальність розробки. Необхідність проведення досліджень у галузі створення ефективної системи управління ІТМ СП, її актуальність і важливість визначаються тим, що в умовах конвергенції інфокомунікаційних технологій, переходу до мереж нового покоління, різноманітності типів та розгалуженості мереж, зростаючого попиту спеціальних споживачів

на нові послуги та підвищення вимог до якості їх надання виникають усе нові й нові завдання, пов'язані з управлінням інфокомунікаційними мережами.

Однією з головних проблем при організації системи управління мережами є те, що в мережах часто використовується обладнання різних виробників. Звичайно кожний з них пропонує досить потужну і багатофункціональну систему управління тільки своїм обладнанням. З іншого боку, існують платформи мережного управління, що побудовані на принципах взаємодії відкритих систем, такі як HP OpenView або SunNet Manager, які дозволяють управляти широким спектром різного обладнання, але вони є лише основою для мережного управління [1]. Від організації СУ ІТС СП залежать її якісні показники: оперативність, стійкість, безперервність та скритність.

Аналіз останніх публікацій. Вагомий внесок у вирішення завдань синтезу СУ сучасними інфокомунікаційними мережами зробили вчені Лазарев В.Г., Аріпов М.Н., Нетес В.А., Галлагер Р., Котенко І.В., Буренін А.Н., Гребешков А.Ю. та інші. У їхніх відомих роботах досліджувались різні принципи побудови СУ інфокомунікаційними мережами. Ці принципи, в основному, придатні для однорідних мереж, що стало суттєвим недоліком для проектування СУ ІТС СП, так як останні характеризуються широким спектром різноманітного обладнання та завдань, які покладені на них.

Огляд існуючих стандартів ETSI та їх зіставлення з аналогічними розробками ITU-T містяться в технічній доповіді „TMN Standardization Overview” [2].

У США до вказаної тематики залучені три підкомітети (Committee T1) Американського національного інституту стандартів, сфера інтересів яких пов'язана як із загальною архітектурою TMN, так і з управлінням мережами SONET і ATM [3]. Суттєва роль в адаптації стандартів TMN до мереж SONET належить компанії Telcordia Technologies [4].

Консорціум Network Management Forum (NMF), за підтримки інших організацій у межах програми OMNIPoint розробляє специфікації, що регламентують міжоператорський обмін інформацією, яка відноситься до замовлення, надання та супроводження послуг, а також до завдань білінгу. Основними розробками компанії є створення стандартних шлюзів (Common Interconnect Gateway) на базі керуючої моделі OSI [5].

Організація EURESCOM, що об'єднала більшість європейських операторів, бачить своє завдання у сприянні розгортанню сучасних телекомунікаційних послуг (на базі широкосмугових та інтелектуальних мереж) і забезпеченні управління ними засобами *Telecommunication Management Network* (TMN) [6].

Схожі цілі ставить перед собою організація TINA-C (Telecommunications Information Networking Architecture Consortium), яка сформована декількома великими телекомунікаційними і комп'ютерними компаніями. TINA-C розробляє програмну архітектуру для об'єднаного управління всією сукупністю телекомунікаційних та інформаційних послуг – передачею високоякісного мультимедіа-трафіку, мобільним зв'язком та ін. [7].

Мета статті. Обґрунтування підходів до вироблення ефективних методів побудови СУ ІТС СП на основі методу багатокритеріальної оптимізації та їх реалізація на діючих мережах ЗС України, оскільки останні мають характерні ознаки.

Викладення основного матеріалу

Під системою управління мережею (Telecommunication Management Network, TMN) прийнято розуміти централізовані програмні системи, які збирають дані про стан вузлів і комунікаційних пристроїв мережі, а також дані про трафік, що циркулює в мережі [8]. Ці системи не тільки здійснюють моніторинг і аналіз мережі, але й виконують в автоматичному чи напівавтоматичному режимі дії з управління мережею – включення та відключення портів пристроїв, зміна параметрів мостів адресних таблиць, комутаторів, маршрутизаторів і т.п.

СУ ІТС створюється відповідно до концепцій, які викладені в рекомендаціях ITU-T M.3xxx, і заснована на базових принципах управління відкритими системами, що визначені стандартом ISO/IEC 7498-4. Загальні положення концепції TMN визначені в рекомендації

ITU-T M.3010, згідно з якою телекомунікаційна керуюча мережа являє собою спеціальну інфраструктуру, яка забезпечує управління мережами електрозв'язку та їх послугами шляхом організації взаємодії з компонентами різних мереж електрозв'язку за допомогою мережі передачі даних на основі єдиних інтерфейсів і протоколів обміну керуючої інформацією.

За класифікацією ISO/IEC СУ ІТС призначена для вирішення п'яти типів завдань [9]:

управління конфігурацією мережі та ім'ям – полягає в конфігурації компонентів мережі, включаючи їх місце розташування, мережеві адреси та ідентифікатори, управління параметрами мережевих операційних систем, підтримання схеми мережі. Також ці функції використовуються для іменування об'єктів;

обробка помилок – це виявлення, визначення та усунення наслідків збоїв і відмов у роботі мережі;

аналіз продуктивності – допомагає на основі накопиченої статистичної інформації оцінювати час відповіді системи та величину трафіку, а також планувати розвиток мережі;

управління безпекою – включає в себе контроль доступу і збереження цілісності даних. До функцій входить процедура аутентифікації, перевірки привілеїв, підтримка ключів шифрування, управління повноваженнями. До цієї ж групи можна віднести важливі механізми управління пароллями, зовнішнім доступом, з'єднання з іншими мережами;

облік роботи мережі – включає реєстрацію і управління ресурсами та пристроями, що використовуються (час використання і плата за ресурси).

На систему управління ІТС СП покладаються не тільки задачі, які притаманні СУ ІТС комерційного призначення, але й низка специфічних задач [10]. Класифікацію СУ ІТС СП доцільно проводити відповідно до задач управління, які реалізуються системою в процесі її життєвого циклу. Класифікація задач управління ІТС СП наведена на рисунку 1.

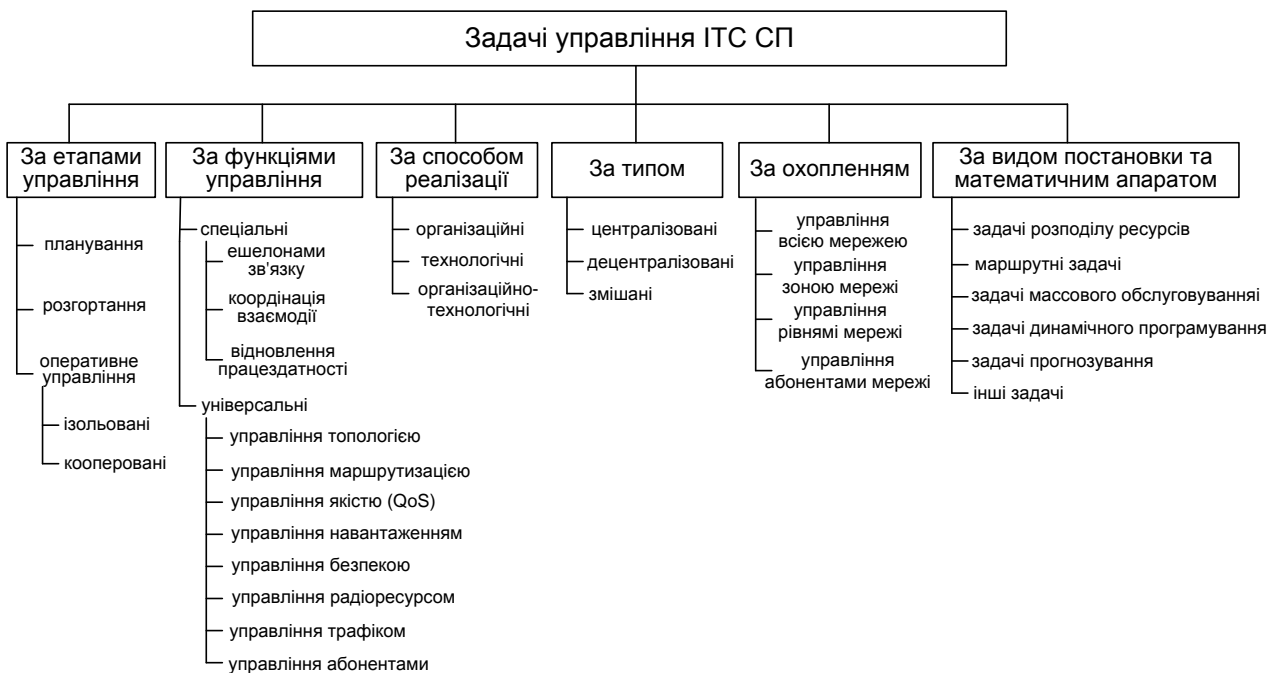


Рис. 1. Класифікація задач управління ІТС СП

СУ ІТС СП також можна класифікувати за іншими ознаками: структурно-топологічними характеристиками, ієрархічною приналежністю, призначенням, складом засобів забезпечення та інших, які враховують специфічність об'єкта управління. Крім того, у класифікації можна також визначати види СУ за характерними ознаками об'єкта управління. Основні з них: масштаб об'єкта, характер взаємодії керуючих елементів, тип споживачів, види послуг, що надаються та ін. Запропонована класифікація, як і будь-яка інша, досить умовна, але корисна і зручна для проведення експертної оцінки СУ ІТС СП.

З наведеного переліку задач очевидно, що СУ виконують не тільки функції моніторингу та аналізу роботи мережі, необхідні для отримання вихідних даних для

налаштування мережі, але й включають функції активного впливу на мережу – планування, управління конфігурацією і безпекою, які потрібні для відпрацювання виробленого плану налаштування та оптимізації мережі.

На основі аналізу розвитку ІТС та їхніх систем управління можна провести класифікацію СУ ІТС СП за типами:

1 тип – управління окремими мережевими пристроями за допомогою спеціально розроблених програмних продуктів;

2 тип – управління мережевими елементами на базі платформ управління, що являють собою агрегуючу основу постачальників стандартного набору сервісів для деякої безлічі модулів управління окремими мережевими пристроями і додатками;

3 тип – централізоване управління при інтегрованому підході до управління інформаційно-телекомунікаційними ресурсами великих різномірних мереж.

СУ типу 1 будуються на застосуванні окремих програмних продуктів для кожного мережеутворюючого пристрою. Як правило, при цьому немає необхідності дотримуватися стандартів мережесих протоколів типу SNMP. Вже з самого підходу зрозуміло, якою мірою подібна система може вирішувати перераховані вище п'ять завдань, в тому числі і забезпечення якості надання послуг (QoS) відповідно до рекомендацій МСЕ-Т Y.1541.

СУ типу 2 є аналогом операційної системи. Загальний стандартний сервіс СУ типу 2 забезпечується платформою управління. Платформа управління буде агрегуючою основою і постачальником стандартного набору сервісів для деякої безлічі модулів управління окремими мережевими пристроями і додатків для вирішення завдань управління (управління елементами мережі) з метою забезпечення встановлених вимог до якості надання послуг (QoS). Прикладами таких платформ є HP OpenView (аж до Network Node Management 4.0 - Tornado 1) і IBM NetView. Системи такого типу найбільш придатні для забезпечення управління у мережах, що побудовані на принципах NGN.

У СУ типу 3 передбачається наявність єдиного централізованого управління при інтегрованому підході до управління інформаційними ресурсами (Enterprise Management). Системи такого типу найбільш придатні для забезпечення управління у мережах, що програмно-конфігуруються (SDN), і в повній мірі відповідають вимогам щодо підтримання показників якості послуг (QoS).

В якості основних необхідних властивостей платформ СУ, при проведенні їх аналізу, слід виділити [11]:

розподіленість менеджерів і агентів збору інформації від мережесих пристроїв, вузлів мереж і додатків (розміри мережі, пропускна спроможність каналів зв'язку та обсяг інформації моніторингу і управління);

єдина система даних для забезпечення моніторингу мережі в цілому та реалізації складних адміністративних і аналітичних завдань;

забезпечення взаємодії між заданою кількістю транзакцій менеджер-агент для реалізації коректного багатокористувацького режиму при централізованому управлінні;

інтелектуальність (вбудовані експертні системи, апарат моделювання ситуацій, дій та ін.) для ефективного оперативного-технічного управління;

відкритість з відповідним набором інструментальних засобів високого рівня для забезпечення тонкого налаштування (у тому числі і силами самого користувача);

можливість інтеграції з системами управління даними та інформаційними потоками, що обслуговують прикладні процеси, в єдину комплексну СУ.

При проектуванні СУ можливі дві ситуації: або мережа вже існує, або мережа тільки проектується.

Коли будувалася (розгорталася) існуюча мережа, то явно або неявно були сформульовані вимоги до її можливостей і режиму роботи. Ці вимоги вже багато в чому регламентують необхідний набір функцій СУ. Однак тут нерідко виникає суперечність.

Наприклад, пропускна здатність наявних каналів не в змозі забезпечити мінімально необхідну пропускну здатність мережі управління.

У другій ситуації проектування СУ є обов'язковою і невід'ємною частиною при проектуванні усієї ІТС в комплексі. Але набір необхідних функціональних можливостей – це вже визначення можливої мети використання СУ. Для формулювання такого набору потрібно чітко уявляти можливості наявних апаратних засобів і програмних продуктів.

Зіставлення типів СУ доцільно проводити за можливостями реалізації кінцевого результату процесу управління (ціль). Для стислості будемо називати їх цілями першого, другого і третього типів.

Цілі системам типу 1 визначають технічні працівники, які відповідають за експлуатацію конкретних апаратних пристроїв. Адміністрування гетерогенних мереж з використанням тільки СУ типу 1 утруднене у зв'язку зі зростанням потоків різномірної інформації, яка передається при застосуванні мережецентричного принципу управління військами і зброєю. Така система не повною мірою відповідає цілям управління ІТС СП і не може розглядатися при комплексному проектуванні інформаційних ресурсів сучасних ІТС.

Цілі системам типу 2 визначають адміністратори мереж. У такому випадку перехід від систем типу 1 до систем типу 2 зумовлений потребами мережевого адміністрування великих гетерогенних мереж або наявністю в ІТС СП глобальних комунікацій.

Перехід від СУ типу 2 до СУ типу 3 пов'язаний з побудовою сучасних архітектур управління системами баз даних, які передбачають розподіленість, режими клієнт-сервер і трирівневу архітектуру: клієнт – сервер сервісів – сервер даних (платформа Spectrum Enterprise Manager). У цьому випадку цілі системи формує не технічний персонал, що обслуговує обладнання, а архітектор всієї комплексної системи обліку та розподілу інформаційних ресурсів. Інформаційні ресурси ставляться під єдиний контроль, а регламентація використання вже може виходити за межі компетентності адміністратора мережі. В такому випадку контроль за інформаційними і телекомунікаційними ресурсами є більшою мірою прерогативою органів управління ІТС СП, що займаються плануванням розвитку мережі, прогнозуванням поведінки мережі та ін. Платформа СУ типу 3 складається з трьох складових: набору базових компонентів, жорстко пов'язаних і утворюючих ядро, сукупності технологічних принципів комплектування системи управління на даній платформі та безлічі елементів (модулів) системи, що постійно поповнюються (оновлюються).

При проектуванні СУ ІТС СП слід враховувати перспективи розвитку ІТС, а отже розглядати питання масштабованості СУ.

Розглянемо різні аспекти масштабованості, що пов'язані як зі збільшенням розмірів мережі, так і зі зміною вимог до набору функціональних можливостей СУ.

Якщо розглядати масштабованість СУ при збільшенні розмірів мережі, то на рівні СУ типу 1 це питання взагалі не постає. Все змінюється адитивно по екземплярах або типах обладнання: додаються пристрої – додаються програмні продукти для управління.

У разі СУ типу 2 проблема має кілька аспектів. По-перше, обчислювальні можливості системи (або її серверної частини) обмежені. Для простоти ми розглянемо випадок єдиної платформи управління. Оскільки такі системи не є розподіленими, то масштабованість легко реалізується дробленням мережі на фрагменти, кожен з яких обслуговується своєю прикладною програмою (своїм сервером). При цьому, наприклад, дворазове збільшення витрат при збільшенні розмірів мережі вдвічі не обов'язкове. Економія досягається за рахунок виключення або зниження витрат на утримання персоналу, організацію служби адміністрування та ін. При подальшому зростанні можлива оптимізація розподілу на нові фрагменти тощо.

Складніше зі зміною вимог до набору функціональних можливостей. У простому випадку (типовий приклад – додавання нового типу мережеутворюючих пристроїв)

необхідно придбати (розробити) новий додаток, що функціонує на даній платформі та забезпечує необхідну властивість СУ.

При організації масштабованості в СУ типу 3 повинні враховуватися як оперативнотактичні вимоги до управління військами (силами), так і забезпечення гнучкості самої системи. Наприклад: Solstice Site Manager і Entry Network Node Manager – платформи управління мережами, що містять до 100 вузлів; Solstice Domain Manager – платформа управління мережами з декількох сотень вузлів, що реалізує процес розподіленого моніторингу і надає повномасштабний управлінський сервіс; Tornado-2, Solstice Enterprise Manager – об'єктно-орієнтовані клієнт-серверні системи, що забезпечують централізацію управління і механізм розподіленого моніторингу пристроїв своєю системою серверів. У межах однієї лінії продуктів (SunSoft або HP) можливий плавний перехід від однієї системи до іншої або об'єднання декількох розрізнених фрагментів мережі в єдину з переходом на більш складну СУ. Інший аспект масштабування, властивий СУ типу 3, може бути проілюстровано на прикладі платформи Spectrum Enterprise Manager. Комплект СУ може бути розрахований на один сервер (SpectroSERVER) або на декілька. При цьому є набір додатків, що забезпечує реалізацію розподіленості системи і не входить в обов'язкову початкову конфігурацію системи: Spectrum Enterprise Configuration Manager, Spectrum Enterprise Alarm Manager, Enterprise Alarm Notification Manager, MALT (MAC Address Locator Tool), Spectrum WEB Fault Management Suite та ін. Масштабованість здійснюється додаванням нових серверів у розподілену систему. Крім того, за допомогою додатків типу Distributed LAN Monitor та Level 1 Developer's Toolkit певним типам мережеутворюючих пристроїв може бути делегований механізм моніторингу їхнього оточення з подальшою централізованою обробкою даних і передачею їх на сервер. Однією з проблем, яка виникає при проектуванні СУ, є завдання оптимізації потоків управляючої інформації. Моніторинг елементів мереж і передача даних менеджерам мереж є додатковим навантаженням на каналний ресурс ІТМ. Таке навантаження при малих пропускних спроможностях каналів зв'язку може виявитися критичним, тому цю проблему не можна не враховувати при проектуванні СУ. Вирішення завдання оптимізації потоків управляючої інформації можливо досягнути різними способами. Один із способів – вдосконалення архітектури системи. В платформах СУ типу 3 за рахунок інтелектуальності та єдиної бази даних мінімізований процес збору управляючої інформації, а за рахунок оптимізації обміну між серверами та реальної розподіленості інформації – потік інформації між сервером і клієнтом. Однак проблеми оптимального розміщення серверів та використання низькошвидкісних каналів залишаються. Інший спосіб вирішення проблеми – застосування архітектури: об'єкт – менеджер (менеджер середнього рівня) – менеджер менеджерів. У цьому випадку сама СУ виступає як менеджер менеджерів і не опитує всі об'єкти. Ця функція делегована менеджерам – спеціальним інтелектуальним агентам, які опитують фрагмент мережі, гнучко налаштовуючись і фільтруючи необхідну інформацію.

Критерії вибору платформи СУ

Процес управління в СУ ІТС СП – це інформаційний процес, який можна представити циклом управління (сукупність операцій збору і обробки інформації, прийняття рішень, доведення рішень до об'єктів управління, контроль виконання вироблених рішень) [1].

На етапі формування вимог до СУ, що проектується, з'являється необхідність створення універсальної класифікації СУ і підготовки кількості параметрів для оцінки СУ. При цьому перехід від ознак класифікації СУ до її параметрів (критеріїв) буде відбуватися на підставі функцій, які виконуються СУ щодо даної ІТС СП. Якість процесу управління розглядається як сукупність суттєвих властивостей, що обумовлюють його придатність до деякого цільового застосування. Щоб оцінити якість управління ІТС СП, необхідно виділити суттєві властивості процесу управління, визначити основні показники і розробити критерії для їх оцінки.

СУ ІТС СП, що являє собою комплекс взаємодіючих об'єктів управління, можливо характеризувати рядом властивостей якості управління, які визначаються властивостями процесу управління та властивостями організаційно-технічної системи [1].

Можна виділити наступні суттєві властивості СУ ІТС СП [1, 10–13]:

властивості процесу управління ІТС СП – достовірність, своєчасність, безпека;

властивості СУ як організаційно-технічної системи – розвідзахищеність, криптографічна стійкість, кібернетична безпека, доступність, готовність, мобільність, надійність, стійкість, керованість.

Економічні властивості СУ ІТС СП визначаються на етапах технічного завдання та уточнюються в процесі проектування системи.

Перелік показників СУ, як складної організаційно-технічної системи, їх сутність та взаємозв'язок наведено на рисунку 2.

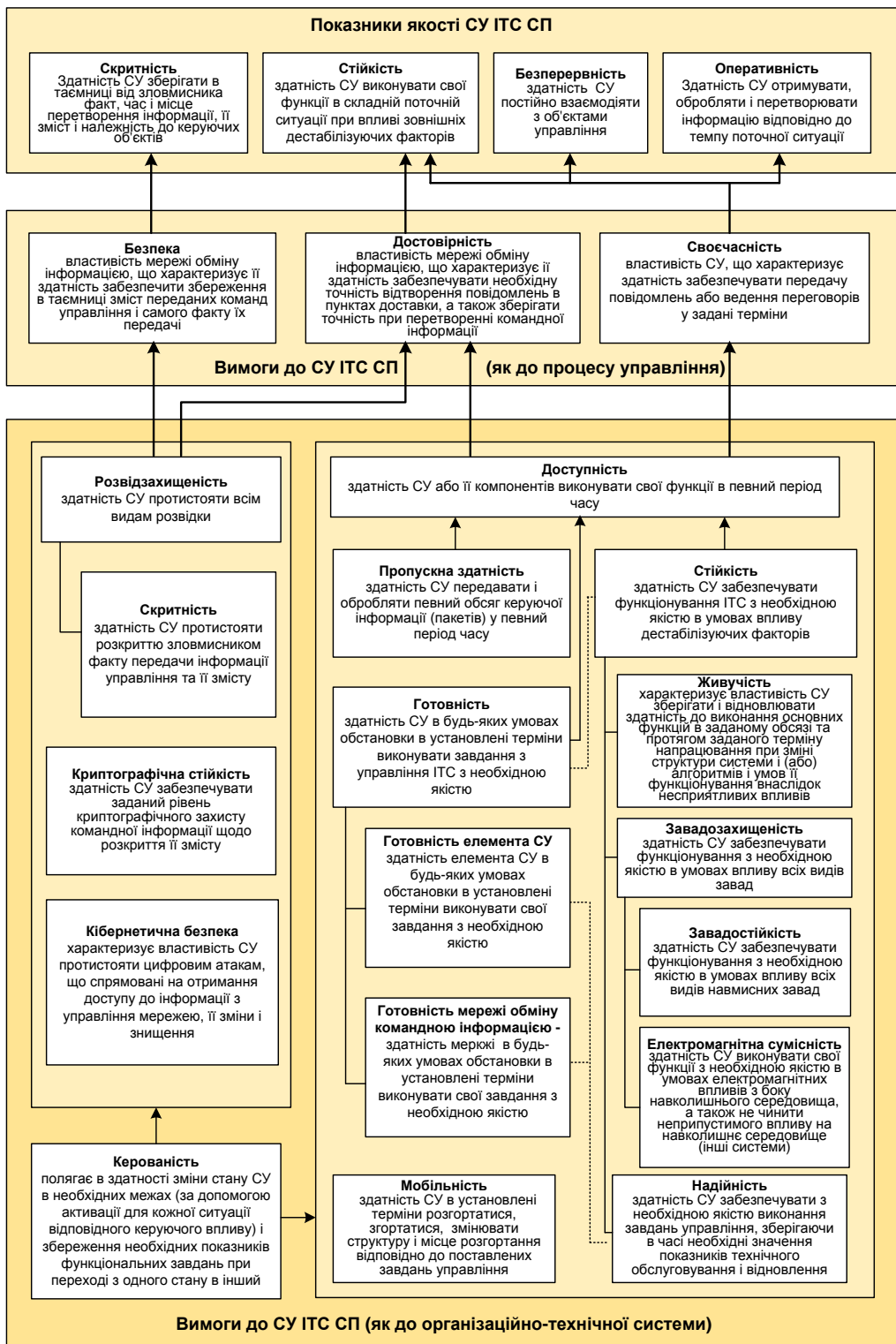


Рис. 2. Перелік показників СУ ІТС СП, їх сутність та взаємозв'язок

Показник доступності являє собою комплексну величину і може задаватися у вигляді:

$$D = F\{П, Г, С\},$$

де П – необхідна пропускна здатність каналу передачі даних управляючої інформації;

Г – готовність СУ виконувати завдання по управлінню ІТС;

С – стійкість СУ.

Як показник доступності можна використовувати коефіцієнт доступності ($K_{\text{дост}}$), який визначається співвідношенням: $K_{\text{дост}} = \frac{T_{\text{зад}} - T_{\text{пр}}}{T_{\text{зад}}}$, де $T_{\text{пр}}$ – час простою, $T_{\text{зад}}$ – заданий час доступу. Критерій доступності: $K_{\text{дост}} \geq K_{\text{дост}}^{\text{доп}}$, де $K_{\text{дост}}^{\text{доп}}$ – допустимий коефіцієнт доступності.

В якості показника пропускної здатності каналу передачі управляючої інформації може обиратися коефіцієнт використання каналу по пропускній спроможності (μ), який визначається як відношення швидкості передачі інформації (V) до пропускної спроможності каналу (C): $\mu = \frac{V}{C}$. Критерій пропускної спроможності каналу: $\mu \leq \mu_{\text{доп}}$, де $\mu_{\text{доп}}$ – допустиме значення коефіцієнта пропускної спроможності каналу.

Готовність СУ виконувати завдання по управлінню ІТС визначається із показника готовності самої ІТС. Критерій готовності: $\Gamma \leq \Gamma_{\text{СУ}}$, де $\Gamma_{\text{СУ}}$ – задане значення готовності ІТС до виконання задач за призначенням.

Стійкість СУ являє собою комплексну величину і може задаватися у вигляді:

$$C = F\{Ж, З, Н\},$$

де $Ж$ – живучість СУ;

$З$ – завадостійкість системи;

$Н$ – надійність системи.

Критерій стійкості: $C \leq C_{\text{СУ}}$, де $C_{\text{СУ}}$ – задане значення стійкості ІТС щодо впливу зовнішніх дестабілізуючих факторів при виконанні задач за призначенням.

В якості окремих показників можуть бути використані: ймовірність виживання ($P_{\text{виж}}$), коефіцієнт готовності (K_{Γ}), середній час відновлення ($t_{\text{відн}}$), час напрацювання на відмову ($t_{\text{нв}}$). Вимоги зі стійкості визначаються співвідношеннями: $P_{\text{виж}} \geq P_{\text{виж}}^{\text{доп}}$ або $P_{\text{виж}} \rightarrow \max$; $K_{\Gamma} \geq K_{\Gamma}^{\text{доп}}$; $t_{\text{відн}} \geq t_{\text{відн}}^{\text{доп}}$; $t_{\text{нв}} \leq t_{\text{нв}}^{\text{доп}}$, де $t_{\text{нв}} \leq t_{\text{нв}}^{\text{доп}}$, $K_{\Gamma}^{\text{доп}}$, $t_{\text{відн}}^{\text{доп}}$, $t_{\text{нв}}^{\text{доп}}$ – допустимі значення показників.

Розвідзахищеність СУ являє собою комплексну величину і може задаватися у вигляді:

$$P_{\text{СУ}} = F\{C^*, K_{\text{кр}}, K_{\text{кіб}}\},$$

де C^* – скритність СУ;

$K_{\text{кр}}$ – криптографічна стійкість СУ;

$K_{\text{кіб}}$ – кібернетична безпека СУ.

Критерій розвідзахищеності: $P_{\text{СУ}} \geq P_{\text{СУ}}^{\text{доп}}$, де $P_{\text{СУ}}^{\text{доп}}$ – допустима величина розвідзахищеності СУ.

Скритність, як частковий показник розвідзахищеності, відображає властивість СУ щодо відсутності витоку інформації як про сам факт процесу управління, так і про зміст прийнятих рішень та команд. Цю властивість можна оцінити коефіцієнтом скритності ($K_{\text{скр}}$), який має смисл ризику компрометації результатів функціонування СУ. Вимоги до скритності: $K_{\text{скр}} \leq K_{\text{скр}}^{\text{доп}}$ або ($K_{\text{скр}} \rightarrow \min$).

Криптографічна стійкість СУ визначається здатністю криптографічного алгоритму протистояти криптоаналізу. Способи її оцінки ґрунтуються на обчислювальній складності, яка потім може бути виражена в часі. Як показник криптографічної стійкості може виступати час розшифровки перехоплених повідомлень ($T_{\text{кк}}$). Критерієм криптографічної стійкості є допустимий час злому криптографічного алгоритму ($T_{\text{кк}}^{\text{доп}}$), після закінчення якого захищена інформація втратить свою актуальність: $T_{\text{кк}} \leq T_{\text{кк}}^{\text{доп}}$.

Кібернетична безпека СУ характеризує ступінь захищеності інформації в СУ від заданої множини загроз інформаційній безпеці (ІБ), що спрямовані на зрив (утруднення) процесу управління.

Під інформаційно-безпечною СУ слід вважати таку СУ, яка забезпечує заданий рівень якості служб ІБ по відношенню до заданої множини загроз ІБ. Якістю служби ІБ прийнято вважати сукупність визначених параметрів запобігання, які вимірюються і регулюються, а також виявляють і ліквідують загрози ІБ.

Показник кібернетичної безпеки СУ являє собою комплексну величину і може бути представлений математичним виразом:

$$K_{\text{безп}} = \{P_{\text{нсд пу}}, P_{\text{нсд ис}}\},$$

де $P_{\text{нсд пу}}$ – ймовірність несанкціонованого доступу до послуг управління;

$P_{\text{нсд ис}}$ – ймовірність несанкціонованого доступу до інформаційного середовища СУ.

Критерій кібернетичної безпеки: $K_{\text{безп}} \geq K_{\text{безп}}^{\text{зад}}$, або $K_{\text{безп}} \rightarrow \min$, де $K_{\text{безп}}^{\text{зад}}$ – задане значення кібернетичної безпеки СУ, яке дозволяє забезпечити стале функціонування ІТС СП.

В якості показника керованості можуть використовуватися: ймовірність створення діючої конфігурації СУ ($P_{\text{ск}}$); ймовірність адекватного переходу СУ в потрібний стан ($P_{\text{п}}$) у відповідності зі сформованою обстановкою (тобто ймовірність того, що для кожного можливого стану об'єкта управління є свій керуючий вплив з боку СУ); коефіцієнт невизначеності вибору ($E_{\text{нв}}$) в базі даних для вирішення k -го завдання необхідної безлічі $R_{\text{потр}} = \{F_i\}$ ($i = 1, n$) факторів. Вимоги до керованості визначаються співвідношеннями: $P_{\text{ск}} \geq P_{\text{ск}}^{\text{доп}}$ або $P_{\text{ск}} \rightarrow \max$; $P_{\text{п}} \geq P_{\text{п}}^{\text{доп}}$ або $P_{\text{п}} \rightarrow \max$, $E_{\text{нв}} \leq E_{\text{нв}}^{\text{доп}}$; де $P_{\text{ск}}^{\text{доп}}$, $P_{\text{п}}^{\text{доп}}$, $E_{\text{нв}}^{\text{доп}}$ – допустимі значення показників керованості.

Основні показники та критерії СУ ІТС СП наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Основні показники та критерії СУ ІТС СП

Клас показників		Критерії	
Доступність $K_{\text{дост}} \geq K_{\text{дост}}^{\text{доп}}$	Пропускна спроможність	$\mu = V/C$, $\mu \leq \mu_{\text{доп}}$	
	Готовність	$\Gamma \leq \Gamma_{\text{су}}$	
	Стійкість $C \leq C_{\text{су}}$	Живучість	$P_{\text{виж}} \geq P_{\text{виж}}^{\text{доп}}$
		Завадостійкість	$K_{\text{г}} \geq K_{\text{г}}^{\text{доп}}$
Надійність		$t_{\text{відн}} \geq t_{\text{відн}}^{\text{доп}}$, $t_{\text{нв}} \leq t_{\text{нв}}^{\text{доп}}$	
Розвід захищеність $P_{\text{су}} \geq P_{\text{су}}^{\text{доп}}$	Скритність	$K_{\text{скр}} \leq K_{\text{скр}}^{\text{доп}}$	
	Криптографічна стійкість	$T_{\text{кс}} \leq T_{\text{кс}}^{\text{доп}}$	
	Кібернетична безпека	$K_{\text{безп}} \geq K_{\text{безп}}^{\text{зад}}$, або $K_{\text{безп}} \rightarrow \min$	
Керованість	$P_{\text{ск}} \geq P_{\text{ск}}^{\text{доп}}$; $P_{\text{ск}} \geq P_{\text{ск}}^{\text{доп}}$; $P_{\text{ск}} \geq P_{\text{ск}}^{\text{доп}}$		
Мобільність	$M_{\text{су}} = P(t_{\text{моб}} \leq T_{\text{моб}}^{\text{доп}}) \geq P_{\text{моб}}^{\text{доп}}$		

Оскільки СУ ІТС СП належить до складних систем, тому її оцінку слід проводити за методами оцінки складних систем за показниками ефективності. Під ефективністю СУ слід розуміти рівень її пристосування до виконання поставлених перед нею завдань або ж ступінь її відповідності своєму цільовому призначенню.

Вибір критеріїв, які висуваються до платформ СУ доцільно проводити з використанням узгоджених думок експертів – методом експертних оцінок.

При проектуванні системи управління думка експерта є вельми корисною при рішенні таких питань:

визначення складу сукупності початкових даних – показників СУ ІТС СП;

обґрунтування кількісного формулювання деяких обмежень, наприклад, вибір максимально допустимих показників СУ ІТС СП;

вибір виду критерію переваги;

вибір значень параметрів критерію переваги, наприклад, значень вагових коефіцієнтів для результуючої цільової функції при рішенні задачі оптимізації;

вибір кращої СУ зі скінченного числа допустимих систем в умовах, коли кожна система характеризується сукупністю (вектором) показників СУ ІТС СП.

За результатами, одержаними на підставі методу експертних оцінок для СУ ІТС СП, вибираються необхідні показники СУ, визначаються вагові коефіцієнти відповідно до їхньої важливості і синтезується оптимальна система управління відповідно цим показникам.

Зміст методу експертних оцінок полягає в систематизованому відборі та аналітичній

обробці ряду часткових показників СУ, як складної організаційно-технічної системи.

Для оцінки ефективності системи необхідно ввести узагальнений показник ефективності, як деяку чисельну характеристику (W).

Методами одержання узагальненого показника або узагальненої оцінки ефективності СУ можуть бути:

1. Метод виділення головного показника, коли інші переводяться у розряд обмежень. Такий підхід означає, по суті, відмову від прагнення до найкращого досягнення кількох цілей.

2. Метод послідовних дій, заснований на ранжировці показників за їх важливістю та проведенні послідовної, крок за кроком, оптимізації, починаючи з найважливішого показника. Цей метод найкраще відповідає сутності багатокритеріальної оцінки, проте на практиці реалізується важко, внаслідок ускладнень, які виникають при побудові процедури оптимізації.

3. Метод адаптивної згортки, як узагальненої оцінки ефективності системи за сукупністю часткових як однорідних, так і різнорідних показників

$$W = \sum_{i=1}^n d_i U_i,$$

де U_i – значення i -го показника;

d_i – ваговий коефіцієнт, що відображає відносну важливість (значимість) показників.

Вибір вагових коефіцієнтів для оцінки ефективності можна здійснити на основі суджень відповідної групи спеціалістів – експертів та осіб, які приймають рішення. При цьому, у залежності від складності задачі та досвіду експертів кожному показнику (групі показників) або приписується деяка оцінка, що відображає його важливість за установленою (бальною) шкалою, або шикуються пріоритетний ряд, який відображає перевагу одних показників над іншими.

Загальний алгоритм оцінки ефективності повинен відповідним чином відображати суттєві функціональні та структурні зв'язки, які визначають механізм проявлення тієї чи іншої властивості СУ.

Таким чином, на підставі проведеного аналізу стає можливим визначити показники та критерії, що характеризують об'єкти і систему управління та сформулювати комплекс вимог до СУ. Вимоги до СУ є основою технічного завдання на проектування (створення) СУ ІТС СП, яке дозволить розробнику і замовнику уявити кінцевий продукт і згодом перевірити його на відповідність висунутим вимогам.

Висновки

У статті розглянуті підходи до побудови СУ ІТС СП, що орієнтовані на вирішення як завдань підвищення якості функціонування ІТС СП, так і завдань експлуатації та оперативного-технічного контролю.

Побудова раціонального варіанта СУ пов'язана з вибором великої та різнорідної множини параметрів – типів обладнання, яке використовується, модифікацій обладнання, об'єктів управління, типів операційних систем, стеків протоколів, їх параметрів тощо.

Система управління повинна здійснювати вибір деякої найбільш важливої управляючої дії з початкової множини всіх можливих управляючих дій, яка забезпечує найефективніше досягнення цілей управління.

Запропоновані підходи до вибору платформ СУ на основі класифікації основних властивостей процесів управління і функціонування систем управління. Вимоги до СУ ІТС СП повинні пред'являтися виходячи з вимог до значень показників її суттєвих властивостей: готовності, стійкості, мобільності, безпеки, продуктивності та ін.

Предметом подальших досліджень є розробка:

методики експертних оцінок щодо параметрів якості СУ ІТС СП та визначення вагових коефіцієнтів для часткових критеріїв СУ;

методики перевірки узгодженості та вірогідності результатів експертних оцінок;
методики і алгоритму отримання узагальненого критерію оптимальності для побудови
СУ ІТС СП.

ЛІТЕРАТУРА

1. Буренин А.Н., Курносое В.И. Теоритические основы управления современными телекоммуникационными сетями. Под общ. ред. проф. В.И. Курносова – М.: Наука, 2011, 464 с.
2. TMN Standartization Overview. Технический доклад ETSI. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://webapp.etsi.org/publicationstemp/3090.html>. (дата звернення 10.09.2019 р.).
3. Материалы Американского национального института стандартов. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ansi.org>
4. Материалы компании Telcordia Technologies (бывшая Bellcore) [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.telcordia.com>. (дата звернення 10.09.2019 р.).
5. Консорциум Network Management Forum (NMF). [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.nmf.org> (дата звернення 10.09.2019 р.).
6. Европейский институт стратегических исследований в Telecommunications GmbH (Eurescom). [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.eurescom.de> (дата звернення 10.09.2019 р.).
7. Telecommunications Information Networking Architecture Consortium (TINA-C). [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.tinac.com> (дата звернення 10.09.2019 р.).
8. Гребешков А. Ю. Стандарты и технологии управления сетями святы. – М.: Эко-Трендз, 2003, 288 с.
9. ISO/IEC 20000-1:2011 Information technology – Service management – Part 1: Service management system requirements
10. Бовда Е.М., Плуговий Ю.А., Романюк В.А. Концептуальні основи синтезу автоматизованої системи управління зв'язком військового призначення. Збірник наукових праць ВІТІ № 1 – 2016, Київ:, с. 6 – 18. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.viti.edu.ua/index.php?view=romanuk> (дата звернення 15.09.2019 р.).
11. Егунов М.М., Шерстнева Е.А., Абзапарова М.И. Системы управления сетями связи: Учебное пособие. /М.М., Екатеринбург: СибГУТИ, 2009, 67 с.
12. Кривуца В. Г., Беркман Л.Н., Климаш М.М., Костік Б.Я., Олійник В.Ф., Поповський В.В., Проживальський О.П., Складенко С.М., Слюсар В.О. Дослідження, розробка та впровадження національної системи управління інфокомунікаційними мережами. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.kdpu-nt.gov.ua/default/files/work_files. (дата звернення 15.09.2019 р.).
13. Котенко И.В. Теория и практика построения автоматизированных систем информационной и вычислительной поддержки процессов планирования связи на основе новых информационных технологий, СПб: ВАС, 1998, 403 с.