

синтезу та оцінювання ефективності системи. Побудовано систему рівнянь, що являють собою критерії синтезу системи і можуть використовуватися як показники ефективності її функціонування. При цьому узагальнена оцінка та умови ефективності характеризують ступінь відображення в системі кризової ситуації з метою її усунення.

**Ключові слова:** моніторинг; критерії; інформаційні джерела; кризова ситуація; структурно-параметричний синтез; ситуаційний центр.

Л. Комарова, Н. Федорова

### ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА СИСТЕМ ДИНАМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЯХ

В статье определены критериальные требования по реализации структурно-параметрического синтеза системы динамического мониторинга и проведена формализация задачи структурно-параметрического синтеза при помощи математического описания конфликтной ситуации; системы обработки информации для каждого ее отдельного элемента — автоматизированного рабочего места (АРМ) как технической системы без учета внешнего воздействия на ее свойства; источников информации, распределенных в пространстве, а также описания требований к реализации синтеза и оценке эффективности системы. Определена система уравнений, которая является критериями синтеза системы и может использоваться в качестве показателей эффективности ее функционирования. При этом обобщенная оценка и условия эффективности служат мерой отражения в системе кризисной ситуации с целью ее устранения.

**Ключевые слова:** мониторинг; критерии; информационные источники; кризисная ситуация; структурно-параметрический синтез; ситуационный центр.

УДК 621.396.662.072.078

А. С. ДИЩУК,

Державний університет телекомунікацій, Київ

## АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ЕТАПІВ УПРАВЛІННЯ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ: СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ СКЛАДНИМ ОБ'ЄКТОМ

**В основу будь-якого управління покладено інформацію про те, який необхідно мати об'єкт управління, тобто множини цілей такого управління. Ця інформація визначає об'єкт і систему управління. Тому ключовим завданням при проектуванні систем управління є проведення аналізу найважливіших її характерних особливостей та основних етапів управління складним об'єктом.**

**У статті здійснено алгоритмічний аналіз управління, за результатом якого ухвалюється рішення про створення системи управління і ступінь її автоматизації.**

**Ключові слова:** система управління; телекомунікації; складний об'єкт; етап управління; множина цілей.

### Вступ

Завдання управління телекомунікаціями полягає в забезпеченні тривалої та високоякісної роботи засобів і мереж телекомунікацій у процесі їх постійного вдосконалення та розвитку в умовах різноманітних змінних впливів.

Управління — це багатофункціональний процес. Загалом управління мережами та послугами телекомунікацій відповідно до його функціонального призначення можна згрупувати як *технічне, функціональне, оперативне та координаційне* (адміністративне управління та управління розробками й розвитком) [1].

Ці види управління мають здебільшого таке призначення:

- запобігання та усунення відмов обладнання, підтримка безперервної готовності системи до роботи (*технічне управління*);

- підтримка та узгодження робочих функцій і стимулювання продуктивності (*функціональне управління*);

- забезпечення високої якості обслуговування та адекватної реакції на зміну ситуацій у мережі (*оперативне управління*);

- запобігання та залагодження внутрішніх конфліктів, забезпечення високої продуктивності, безперервного підвищення рівня організації (*адміністративне управління*);

- висування нових ідей та визначення шляхів для їх технічного та організаційного втілення, оцінювання результатів (*управління розробками*);

- екстенсивний та інтенсивний розвиток мережі, розширення кількості користувачів і номенклатури послуг (*управління розвитком*).

З огляду на те, що наведені види управління взаємозв'язані, розвиток управління в цілому має здійснюватися вдосконаленням процесу виконання кожної з його функцій.

Розробці методів синтезу систем управління складних систем присвячено багато наукових праць вітчизняних і зарубіжних учених [1–9]. У науковій літературі здебільшого досліджуються різноманітні концепції побудови складних систем управління телекомунікаційними мережами, які в основному придатні для однорідних мереж, тоді як сучасні інфокомунікаційні мережі мультисервісні, тобто характеризуються широким спектром різноманітного обладнання, умов функціонування.

За останні роки розробники все частіше вирішують задачі проектування складних систем управління об'єктами, для яких постає проблема створення нових концепцій при побудові системи управління в мережах FN для її подальшого синтезу. Тому при проектуванні системи управління мережами потрібно враховувати можливості і переваги кожної концепції, а саме: існування індустріальних стандартів у сфері протоколів і платформ управління; мала залежність від використовуваної платформи; підтримка графічного інтерфейсу користувача; всеосяжний контроль об'єктів і пристроїв; система сповіщення про події в мережі; автоматичний збір і аналіз статистичних даних функціонування мережі та окремих її компонентів. Кожна з концепцій, що використовуються при побудові систем управління гетерогенними мережами, має свої переваги та недоліки, але й має одну спільну особливість при впровадженні — потребує додаткових витрат — як фінансових, так і людських, а також часових ресурсів.

#### Основна частина

При створенні сучасної системи управління важливе значення має проведення аналізу найважливіших її характерних особливостей та основних етапів управління складним об'єктом.

У статті проаналізовано характерні особливості нового класу систем.

**1. Здатність до еволюціонування в часі.** Структура таких систем і їх функціонування не залишаються незмінними в часі. Проілюструвати твердження можна на прикладі телекомунікаційної мережі, яка є об'єктом управління. Нині телекомунікаційна мережа, яка виникла шляхом еволюції на основі розрізнених локальних мереж через їх об'єднання в єдину світову глобальну інформаційну інфраструктуру, використовується не тільки за своїм прямим призначенням, а й відіграє роль мережі передавання даних між обчислювальними машинами [2].

Через складність прогнозування можливої еволюції структури для об'єкта типу різномірної телекомунікаційної мережі унеможливується застосування централізованої системи управління, яка забезпечувала б роботу мережі. Лише перехід до децентралізованого управління, управління локальними підсистемами з локальними функціями забезпечив би ефективне використання можливостей різномірної телекомунікаційної мережі зв'язку.

**2. Наявність багатьох суперечливих критеріїв управління.** Як правило, ці критерії навіть не підлягають чіткому формулюванню. Це, насамперед, вірогідність керуючої інформації, її мінімальна кількість, затримка, вартість.

Складно однозначно відповісти на запитання про те, скільки різних керуючих впливів можна використовувати.

**3. Присутність контрольованих об'єктів (КО),** поведінка яких значною мірою визначає поведінку всього об'єкта. На відміну від автоматів, контрольовані об'єкти мають не жорстко детерміновану поведінку, а поведінку, пов'язану з багатьма можливими режимами роботи. Це ускладнює прогнозування поведінки об'єкта управління, особливо тоді, коли є великий спектр зовнішніх впливів. У цьому разі доцільно використовувати ймовірнісні моделі прогнозування.

**4. Унікальність кожного об'єкта управління розглядуваного типу.** Дотепер при побудові моделі керованого об'єкта в теорії управління брали за початковий не даний унікальний об'єкт, а деякий типовий. Як тільки модель об'єкта (наприклад, у вигляді диференціального рівняння) було складено, вона була придатна для всіх об'єктів аналогічного типу.

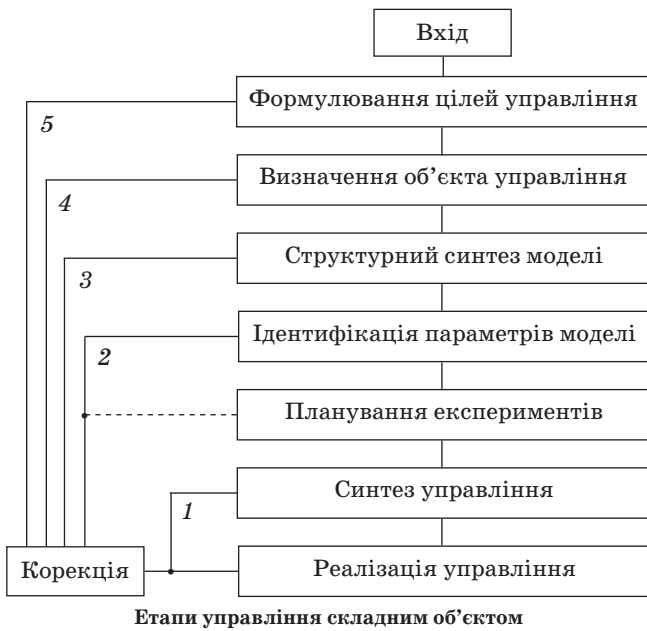
Натомість для систем, про які йдеться, модель щоразу має складатися заново, оскільки в ній мають відобразитися всі особливості, притаманні саме даному об'єкту. Окрім того, унаслідок еволюціонування структури у процесі функціонування об'єкта потрібно мати модель відкритого типу, здатну збагачуватися і змінюватися.

Системний підхід дозволяє розв'язати проблему побудови складної системи з урахуванням усіх факторів і можливостей пропорційно до їхньої значущості на всіх етапах дослідження системи та побудови її моделі. Системний підхід означає, що кожна система є інтегрованим цілим навіть тоді, коли вона складається з окремих роз'єднаних підсистем. Таким чином, в основу системного підходу покладено розгляд системи як інтегрованого цілого, причому цей розгляд при розробці починається з головного — *формулювання мети функціонування*.

До останнього часу спеціалісти в галузі автоматичного управління намагалися описати об'єкти управління у вигляді класичних моделей, давно відомих у теорії управління. Ці моделі описують функціонування об'єкта за допомогою або системи алгебричних рівнянь, або трансцендентних рівнянь, або звичайних диференціальних (різнице-вих) рівнянь, або комбінацією цих рівнянь. Інші типи аналітичних моделей (інтегральні, інтегродиференціальні та деякі інші види рівнянь) використовуються в теорії автоматичного управління дуже рідко.

Проаналізуємо основні етапи управління складним об'єктом (див. рисунок).

**1. Формулювання цілей управління  $\{Z^*\}$ .** На цьому етапі визначаються цілі (точніше, множина цілей), які мають бути реалізовані в процесі управління. Слово «мета» тут використовується в сенсі «моделі майбутнього», тобто деякого передбачуваного стану об'єкта, що його бажає суб'єкт і який у певному розумінні «неприродний»: не реалізується без втручання ззовні — без управління.



Між метою і об'єктом, в якому реалізується ця мета, взагалі кажучи, існує двосторонній зв'язок: мета впливає на вибір об'єкта, а об'єкт, у свою чергу, визначає характер мети. Ця взаємна зумовленість мети та об'єкта пов'язана з тим, що суб'єкт не може формулювати свою мету, не маючи хоча б якогось попереднього (апріорного) уявлення про об'єкт, в якому ця мета має бути реалізована. Перевірка досягнення (або не досягнення) заданої мети здійснюється шляхом аналізу стану  $Y$  об'єкта. Тому для перевірки реалізації мети передусім необхідно знати, що саме потрібно визначити в об'єкті. Це означає, що в процесі формулювання цілей слід мати досить чіткі уявлення про об'єкт майбутнього управління.

Простіше кажучи, на цьому етапі з'ясовується питання про те, чого бажає суб'єкт і чи варто цього бажати. Необхідно уточнити, чи не може це бажання виконатися саме собою. І якщо саме собою це бажання не здійснюється, то воно стає **метою управління**. Наприклад, у системах управління сучасними телекомунікаційними мережами одним із найбільш важливих параметрів є середня затримка, необхідна для доставляння управляючої інформації до місця призначення. Головною методологічною основою для аналізу затримки є теорія масового обслуговування. Проте її використання найчастіше потребує заходів щодо спрощення складного математичного апарату. Тому в деяких випадках точні кількісні розрахунки затримки виконати неможливо. Моделі згаданої теорії нерідко стають основою для достатньо точної апроксимації затримки, а також дозволяють отримати позитивні якісні результати.

**2. Визначення об'єкта управління.** Цей етап пов'язаний із виокремленням тієї частини мережі, стан якої цікавий із погляду реалізації сформульованих цілей.

Це і є **об'єкт управління**. Але в ряді випадків, коли він має з мережею численні та сильні зв'язки, визначити його нелегко. Етапи управління пов'язані зі створенням моделі об'єкта управління, потрібної для синтезу управління. Тільки за допомогою моделі об'єкта можна побудувати управління  $U$ , що переводить складний об'єкт у необхідний (цільовий) стан  $Z^*$ . Без моделі процес управління можна реалізувати лише методом спроб і помилок, що неприйнятно при управлінні складним об'єктом.

Під **моделлю об'єкта управління** розумітимемо залежність  $F$ , що зв'яже стан  $Y$  об'єкта з його входами — некерованим  $X$  і керованим  $U$ :

$$Y = F(X, U). \quad (1)$$

Модель  $F$  подає зв'язки між входами  $X$  і  $U$  моделі та її виходом  $Y$ . У загальному випадку модель  $F$  визначається деяким алгоритмом (правилом, інструкцією), який вказує, як на підставі інформації про входи  $X$  і  $U$  визначити вихід  $Y$ , не звертаючись до реального об'єкта. Процес синтезу моделі об'єкта зазвичай відбувається в такий спосіб.

**3. Структурний синтез моделі.** Сукупність моделей об'єкта на етапі структурного синтезу є ієрархічна система, що розкриває взаємозв'язок різних аспектів опису об'єкта, забезпечуючи системну зв'язність його елементів і властивостей на всіх стадіях процесу проектування [2; 3]. На цьому етапі визначається вид залежності  $F$  без урахування значень її параметрів. Виконаємо подумки таку операцію: «розіб'ємо» модель  $F$  на два компоненти: структуру  $St$  і параметри  $c_1, \dots, c_k$ , тобто подамо модель у вигляді

$$F = (St, C), \quad (2)$$

де  $C = (c_1, \dots, c_k)$  — вектор параметрів моделі. На етапі структурного синтезу визначають лише структуру  $St$  моделі, а конкретними значеннями параметрів  $C$  не цікавляться. Під **структурою** в загальному випадку розуміють вид елементів, з яких складається об'єкт, і відношення між цими елементами. Описувати структуру найзручніше графом, вершини якого являють собою елементи об'єкта, а дуги характеризують відношення між ними.

Структура об'єкта управління залежно від цілей управління може бути різною. Існує багато різноманітних структур моделей об'єкта управління. **Лінійність, статичність, детермінованість, дискретність** тощо — це структурні категорії. Наприклад, лінійна статична та неперервна детермінована структура об'єкта однозначно визначає такий вигляд для  $F$ :

$$Y = F(X, U) = c_0 + c_1 X + c_2 U,$$

де конкретні значення параметрів  $c_0, c_1$  і  $c_2$  поки що неістотні, важливий лише вид залежності  $F$ , тобто лінійність структури  $St$ . Таким чином, на етапі структурного синтезу встановлюються лише вигляд і характер моделі  $F$ , а її параметри  $C$  визначаються на четвертому й п'ятому етапах управління.

**4. Ідентифікація параметрів моделі об'єкта** полягає у відшуканні числових значень параметрів  $C = (c_1, \dots, c_k)$  у режимі нормального функціонування, тобто без організації спеціальних керуючих впливів на об'єкт. Вихідною інформацією для ідентифікації є структура  $St$  і спостереження за поведінкою входу  $X(t)$  і виходу  $Y(t)$  об'єкта при його взаємодії з мережею. Таким чином, пара

$$I(t) = X(t), Y(t) \quad (3)$$

є в загальному випадку основним джерелом інформації на етапі ідентифікації. Мистецтво ідентифікації — це мистецтво пасивного спостереження. Таке було основне кредо стародавньої науки: вміти спостерігати не втручаючись. На це є свої підстави, оскільки будь-яке втручання спотворює природний хід спостережуваного явища. Більш того, результати експерименту певною мірою зумовлюються його цілями. Дуже часто в експерименті ми отримуємо не те, що є насправді, а те, чого бажаємо. І пояснюється це аж ніяк не недобросовісністю експериментатора, а психологією процесу пізнання. Саме тому пасивне спостереження залишається ефективним інструментом пізнання навколишнього світу.

Необхідність пасивного спостереження зумовлюється ще й тим, що часто складні об'єкти не допускають експериментів із ними. Експеримент не може бути пасивний — він завжди активний. Ідеться просто про пасивні спостереження. Як легко помітити, інформація (3) дозволяє визначити залежність стану об'єкта лише від входу  $X$ , тобто  $Y = F(X)$ , відмінну від шуканої моделі (1). Для з'ясування залежності виходу  $Y$  об'єкта від керованих входів  $U$  необхідно навмисне їх змінювати, тобто «проекспериментувати» з об'єктом. Проте, як уже зазначалося, складний об'єкт не прихильний до експериментів, що порушують режим його нормального функціонування.

**5. Планування експериментів.** На цьому етапі головним є синтез плану експерименту, що дозволяє з максимальною ефективністю визначити параметри моделі об'єкта управління. Для статичного об'єкта цей план  $\tilde{U}$  являє собою набір станів керованого входу об'єкта:

$$\tilde{U} = (U_1, \dots, U_N), \quad (4)$$

а для динамічного — план-функцію

$$\tilde{U} = U(t), \quad 0 \leq t \leq T, \quad (5)$$

тобто програму зміни в часі керованого входу об'єкта. Експеримент на об'єкті дозволяє визначити реакцію об'єкта на це діяння. Для статичного об'єкта зазначена реакція являє собою послідовність

$$Y_1, \dots, Y_N, \quad (6)$$

де  $Y_i = F^0(U_i)$ ,  $i = 1, \dots, N$ , — реакція об'єкта в  $i$ -му експерименті, а для динамічного  $Y(t) = F^0(U(t))$ . Тепер  $N$  пар  $I_i$  виду

$$I_i = (U_i, Y_i), \quad i = 1, \dots, N, \quad (7)$$

у разі статичного об'єкта та пари

$$I = (U(t), Y(t)), \quad (8)$$

у разі динамічного об'єкта вихідна інформація для визначення параметрів  $C$  моделі  $F$  набирає вигляду

$$Y = F(U). \quad (9)$$

Як бачимо, після проведення експерименту завдання визначення параметрів моделі зведено до задачі ідентифікації, розглянутої на попередньому етапі. Для отримання моделі виду (1) необхідно розглядати вже трійку спостережень  $I_i$ :

$$I_i = (X_i, U_i, Y_i), \quad i = 1, \dots, N, \quad (10)$$

або

$$I = (X(t), U(t), Y(t), 0 \leq t \leq T), \quad (11)$$

тобто у процесі планування експериментів з об'єктом необхідно враховувати також стан  $X$  мережі. Слід зазначити, що в процесі планування експериментів з об'єктом експериментатор може змінити уявлення про структуру моделі (наприклад, первісну гіпотезу про лінійність моделі буде замінено гіпотезою про нелінійність певного виду). Ця обставина змушує знову звертатися до структурного синтезу, точніше вводити корекцію структури моделі. Сказане дещо «розмиває» поняття «планування експерименту», поширюючи його і на процеси вибору структури моделі, і на її корекцію.

Поняття планування експерименту надзвичайно містке й насичене. Планувати експерименти можна не тільки для з'ясування параметрів моделі, а й для вибору однієї з передбачуваних структур. Експериментаторові пропонують виконати низку завдань, складання яких здійснюється методами планування експериментів, що дають змогу з'ясувати «належність» випробуваного об'єкта тій чи іншій структурі. Таким чином, на етапі планування експериментів встановлюються параметри моделі, які можна визначити на етапі ідентифікації, і коригується структура моделі. Але мета обох етапів — остаточне створення моделі  $F$  об'єкта управління  $F^0$ . На цьому завдання синтезу моделі, що включає в себе три останні етапи (3, 4 і 5), можна вважати виконаним. Здобута модель є вихідною для процесу синтезу управління.

**6. Синтез управління.** Цей етап пов'язаний з ухваленням рішення про те, яке має бути управління  $U$ , щоб досягти заданої мети  $Z^*$  управління об'єктом. Це рішення спирається на наявну модель  $F$  об'єкта, задану мету  $Z^*$ , отриману інформацію про стан  $X$  мережі і виділений ресурс управління  $R$ , який найчастіше являє собою обмеження, що накладаються на управління  $U$  у зв'язку зі специфікою об'єкта і можливостями системи управління. Природно синтезоване управління  $U$  розглядати як оптимальне, вважаючи, що  $U = U^*$ , оскільки воно має задовольнити поставлену мету  $Z^*$  управління. У загальному випадку це програма зміни керованих параметрів у часі:

$$U^* = U^*(t). \quad (12)$$

Цю програму належить реалізувати на наступному етапі. Прикладом програми є розрахунок одного з найважливіших параметрів затримки інформації управління у вузлах системи управління, що дає змогу кількісно оцінити якість структурної схеми, визначити оптимальну структуру мережі передавання інформації для різної кількості абонентів та спектра надаваних послуг. Для здійснення більш ефективного та досконалого управління розроблено програмне забезпечення, призначене для отримання даних щодо часу затримки інформації управління в різних умовах, і дає змогу дійти висновків про оптимальність структури системи управління.

**7. Реалізація управління** пов'язана з виконанням програми оптимального управління (12), отриманої на попередньому етапі. Цей процес не викликає ускладнень, якщо відомості про стан мережі  $X$ , об'єкта  $Y$  і його моделі  $F$  були вірогідні. Проте до моменту реалізації все могло змінитися. Для врахування такого роду змін потрібна відповідна корекція управління  $U$  в процесі його реалізації. Вихідною інформацією для такої корекції є новий стан мережі до моменту реалізації управління або прогноз цього стану. Якщо об'єкт активний (містить людський фактор, цілі яких можуть не збігатися з цілями управління), то в процесі реалізації управління слід враховувати і цю обставину. У такому разі, очевидно, не вдасться повною мірою досягти поставлених цілей, але слід діяти так, щоб відхилення від них було мінімальне.

Тому план оптимального управління  $U^*(t)$  і його реалізація часто різняться. Реалізувати управління буває навіть важче, ніж здійснити синтез. Реалізувавши управління і отримавши новий стан об'єкта, можна з'ясувати, досягнуто поставленої мети чи ні. Швидше за все, мета управління не буде досягнута (нагадаємо, що ми керуємо складним об'єктом, який завдяки своїй нестаціонарності не дозволяє обмежитися одноразовим актом управління). Тому доводиться повертатися до одного з попередніх етапів. Навіть у найкращому випадку, коли поставленої мети досягнуто, необхідно звернутися до попереднього етапу через зміну стану  $X$  мережі або мети  $Z^*$  управління. Таким чином, за найсприятливішого збігу обставин звертаються до етапу синтезу управління для визначення нового управління, яке відображає нову ситуацію, що склалася в мережі, і нову мету. Так функціонує стандартний контур управління (див. рисунок, стрілка 1).

**8. Корекція.** Цей етап зумовлений специфікою складного об'єкта управління і полягає в поверненні до одного з попередніх етапів управління (див. рисунок, стрілки 2–5). Річ у тім, що всі рішення, ухвалені на попередніх етапах, наближено спираються на колишню інформацію і відображають стан об'єкта лише в минулі моменти часу.

Корекція може торкатися різних етапів. Найпростіша корекція пов'язана з підстроюванням параметрів  $C$  моделі (див. рисунок, стрілка 2). Такого роду корекцію зазвичай називають *адаптацією моделі*. Іноді може виявитися, що оптимальне управління  $U^*(t)$  не забезпечує необхідної варіабельності (різновиду) керованого входу об'єкта для ефективної подальшої корекції параметрів  $C$  моделі. Тоді доводиться звертатися до планування експериментів з об'єктом у процесі управління ним, уводячи спеціальні тестові сигнали щодо управління (див. рисунок, штрихова стрілка). Таке управління називають *дуальним*, тобто двоїтим, оскільки його завданням є не лише досягнення цілей управління, а й корекція параметрів моделі об'єкта.

Проте корекції параметрів  $C$  моделі може бути недостатньо, якщо змінилася структура об'єкта. Тому час від часу необхідна корекція структури моделі  $St$  приведенням її у відповідність зі структурою об'єкта, що змінюється (див. рисунок, стрілка 3). Далі корекція може торкнутися самого об'єкта, точніше межі поділу об'єкта і мережі. Це буває необхідно при значній зміні (еволюції) об'єкта. У цьому разі корекція «узаконить» нові взаємини нового об'єкта з мережею (див. рисунок, стрілка 4).

Створена система управління з тих чи інших причин (значна зміна властивостей мережі і об'єкта) може не реалізувати всі вихідні цілі управління  $\{Z^*\}$ , які створили цю систему, або реалізувати їх недостатньо ефективно. Тоді постає необхідність корекції цілей управління, яка полягає у визначенні нових цілей, що досягаються за допомогою цієї системи управління. У результаті такої корекції дізнаємося, які ж цілі система управління справді може реалізувати в об'єкті (див. рисунок, стрілка 5).

Реалізація зазначених заходів і створює адаптивну систему управління. У результаті система управління неначе еволюціонує разом з об'єктом і мережею, але так, щоб постійно виконувалися цілі управління. Якщо ж ця еволюція об'єкта управління заходить настільки далеко, що задана множина цілей перестає виконуватися, то корекція цілей забезпечує еволюцію цілей управління.

### Висновок

Такий алгоритмічний аналіз управління є основою для ухвалення рішення про створення системи управління і ступеня її автоматизації. Очевидно, що не всі проаналізовані вісім етапів управління завжди присутні при синтезі системи управління. Іноді деяких із них може й не бути.

Наприклад, коли об'єкт управління вже виділений із мережі або немає необхідності в етапі планування експерименту, оскільки модель об'єкта настільки проста і «прозора», що всі її параметри

можна визначити без спеціально організованого експерименту. Може бути відсутнім етап формулювання цілей управління: настільки вони очевидні і природні. Але в кожному випадку при управлінні складним об'єктом повинен бути етап корекції моделі об'єкта управління. Необхідність цього етапу викликана складністю об'єкта управління. Тільки для простих об'єктів він може бути відсутнім.

#### Література

1. **Стеглов, В. К.** Проектування телекомунікаційних мереж: підручник для ВНЗ / В. К. Стеглов, Л. Н. Беркман. — К.: Техніка, 2002. — 792 с.
2. **Стеглов, В. К.** Оптимізація та моделювання пристроїв і систем зв'язку: підручник для ВНЗ / В. К. Стеглов, Л. Н. Беркман, Є. В. Кільчицький. — К.: Техніка, 2004. — 576 с.

3. **Стеглов, В. К.** Сучасні системи управління в телекомунікаціях / В. К. Стеглов, Б. Я. Костік, Л. Н. Беркман. — К.: Техніка, 2005. — 400 с.

4. **Бертсекас, Д.** Сети передачи данных / Д. Бертсекас, Р. Галлагер. — М.: Мир, 1989. — 544 с.

5. **Гаранин, М. В.** Системы и сети передачи информации / М. В. Гаранин, В. И. Журавлев, С. В. Кунегин. — М.: Радио и связь, 2001. — 320 с.

6. **Окунев, Ю. Б.** Принципы системного перехода к проектированию в технике связи / Ю. Б. Окунев, В. Г. Плотников. — М.: Связь, 1976. — 184 с.

7. **Математичні основи теорії телекомунікаційних систем** / [В. В. Поповський, В. Ф. Олійник та ін.]. — Х.: СМІТ, 2006. — 564 с.

8. **Стеглов, В. К.** Вимоги до системи управління інтелектуальною надбудовою / В. К. Стеглов, Л. Н. Беркман, О. І. Чумак // Радиотехніка. — 2001. — №123. — С. 104–109.

9. **Якубайтис, З. А.** Открытые информационные сети / З. А. Якубайтис. — М.: Радио и связь, 1991. — 208 с.

Рецензент: доктор техн. наук, професор **Л. Н. Беркман**, Державний університет телекомунікацій, Київ.

А. С. Дышчук

#### АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ЭТАПОВ УПРАВЛЕНИЯ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯХ: СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМ ОБЪЕКТОМ

В основе любого управления лежит информация о том, какой необходимо иметь объект управления, т. е. множество целей такого управления. Эта информация определяет объект и систему управления. Поэтому ключевой задачей при проектировании систем управления является проведение анализа важнейших ее характерных особенностей и основных этапов управления сложным объектом.

В статье представлен алгоритмический анализ управления, результаты которого являются основой для принятия решения о создании системы управления и степени ее автоматизации.

**Ключевые слова:** система управления; телекоммуникации; сложные объекты; этап управления; множество целей.

A. S. Dyshchuk

#### THE ANALYSIS OF THE MAIN MANAGEMENT STAGES IN TELECOMMUNICATION: CONTROL SYSTEM IN REFERENCE TO COMPOSITE OBJECT

At the core of any management includes information on what should be the object, that is, its set objectives. This information identifies the object and system management. In recent years, developers are increasingly solved the problem of designing complex systems management facilities for which there is a problem of new concepts in the construction of control systems in networks FN for further synthesis. In this regard, the network management system design should take into account the features and benefits of each concept, namely the existence of standards in the field of industrial protocols and platform management; had used depending on the platform; support a graphical user interface; comprehensive control facilities and devices; system event notifications in the network; automatic collection and analysis of statistical data of the network and its individual components. Therefore, a key objective in the design of control systems is the analysis of the most important characteristics of the main stages and control of complex objects.

**Keywords:** management system; telecommunications; complex objects; stage of control; sets purpose.

УДК 621.391.3/.6

**Ю. М. БОЙКО**, канд. техн. наук, доцент,  
Хмельницький національний університет

## МОЖЛИВОСТІ ТУРБОКОДІВ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ВИГРАШУ В КАНАЛАХ ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ

**Розглянуто** можливості сигнально-кодових конструкцій на основі турбокодів підвищувати енергетичний виграш кодування в каналах передавання інформації з фазовою маніпуляцією.

**Ключові слова:** турбо-коди; сигнально-кодова конструкція.

Вступ

Дотепер найбільш помітним досягненням теорії завадостійкого кодування є розробка турбокодів (ТК) [1]. Такі коди утворюються в результаті компонування двох чи більше складових кодів, які є різними варіантами чергування однієї інформаційної послідовності. Якщо для згорткових кодів (ЗК) декодер видає жорстко декодовані символи, то в каскадній схемі при використанні турбокоду для задовільної