

УДК 621.391: 681.5

Жебка В.В., асп. (Державний університет телекомунікацій)

СУЧАСНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНОЮ МЕРЕЖЕЮ ЯК СКЛАДНИМ ОБ'ЄКТОМ

Жебка В.В. Сучасні системи управління інфокомунікаційною мережею як складним об'єктом. Розглянуто модель TMN та основні її характеристики. Досліджено та узагальнено етапи управління складним об'єктом. Розроблена методика управління інфокомунікаційною мережею як складним об'єктом, приведено приклад її застосування.

Ключові слова: інфокомунікаційна мережа, управління, модель TMN, цільовий критерій

Жебка В.В. Современные системы управления инфокоммуникационной сетью как сложным объектом. Рассмотрена модель TMN и основные ее характеристики. Исследованы и обобщены этапы управления сложным объектом. Разработана методика управления инфокоммуникационной сетью как сложным объектом, приведен пример ее применения.

Ключевые слова: инфокоммуникационная сеть, управление, модель TMN, целевой критерий

Zhebka V.V. Modern infocommunication network management system as a complex object. The model of TMN and its main characteristics is considered. The stages of management complex objects are studied and generalized. The method of management a infocommunication network is developed as a complex object, the example of its application is resulted.

Keywords: management, infokommunication network, TMN model, purpose criterion

Вступ. Високі темпи розвитку інфокомунікаційних мереж зумовлюють вдосконалення систем управління цими мережами. Тому на даний момент актуальним є питання дослідження сучасних систем управління взагалі та інфокомунікаційними мережами зокрема.

Управління – це процес організації такого цілеспрямованого впливу на об'єкт, при якому відхилення параметра від норми не перевищує допустимого значення [1, 2].

В нашому випадку об'єкт, на який спрямовано вплив, є інфокомунікаційна мережа. Вона представлена у вигляді окремих управляючих об'єктів та їх параметрів.

Для того, щоб об'єднати ці об'єкти в єдину систему і щоб ця система виконувала покладені на неї функції, необхідна мережа, по якій передається інформація управління. Для створення такої мережі була розроблена концепція мережі управління телекомунікаціями (Telecommunication Management Network – TMN) [3...7]

Управління телекомунікаційними мережами досить детально висвітлено в джерелах [6...11]. Мета статті дослідити етапи управління складним об'єктом та показати, що висвітлені етапи є доречними при управлінні інфокомунікаційною мережею.

Мережа управління телекомунікаціями. Проаналізуємо функціонування мережі, побудованої за допомогою концепції TMN на базі рекомендації МСЕ М3020 [3]. Така мережа забезпечує функції управління мережами й послугами телекомунікацій, підтримує зв'язок між своїми власними складовими, а також між керованими нею телекомунікаційними мережами і послугами та іншими мережами управління телекомунікаціями – іншими TMN.

Функціональні можливості TMN полягають у здатності забезпечувати [2, 6, 9...11]:

- обмін інформацією управління через інтерфейс TMN із мережами телекомунікацій;
- обмін інформацією управління через інтерфейс TMN між нею самою та іншими мережами управління телекомунікаціями (TMN);
- перетворення інформації управління з одного формату в інший у такий спосіб, аби інформація, що циркулює в межах, мала однакову природу;
- передавання інформації управління між пунктами в межах TMN;

- аналіз і адекватне реагування на інформацію управління;
- обробка інформації управління та доведення її до форми, зрозумілої користувачеві цієї інформації;
- доставляння інформації управління користувачеві та подання її в належному вигляді;
- унеможливлення доступу до інформації управління користувачів, які не мають на це прав.

Мережа TMN є окремою мережею, з'єднаною з керованою мережею телекомунікацій в окремих точках з метою взаємообміну інформацією [4, 9].

Мережа управління телекомунікаціями складається з наступних блоків:

– **Мережні елементи** забезпечують виконання базових функцій обміну інформацією між оператором і мережею телекомунікацій. Механізм обміну між мережним елементом і зовнішнім середовищем не визначений, у специфікаціях обумовлюються лише загальні принципи взаємодії.

– **Засоби адаптації, медіатори (Mediation Device – MD)** регулюють обмін інформацією між функціональними блоками TMN. Вони виконують функції перетворення структури інформації для передавання в різні структурні блоки.

– **Системи підтримання операцій** відповідають за здійснення процедур адміністрування, збір інформації про події в мережі, моніторинг і координацію різних функцій мережі телекомунікацій, зокрема й пов'язаних з управлінням мережею.

– **Робочі станції (Workstation – WS)** виконують роль консолі оператора системи.

– **Адаптери (Q-Adapters – QA)** організують зв'язок із мережею TMN тих ресурсів (мережних елементів), що не підтримують стандартних механізмів взаємодії всередині TMN.

Управління складним об'єктом. Досить детально процес управління складними об'єктами досліджено в [1]. Згідно [1] управління складним об'єктом складається із наступних етапів (Рис. 1): *формулювання цілей управління; визначення об'єкта управління; структурний синтез моделі; ідентифікація параметрів моделі; планування експерименту; синтез управління; реалізація управління; корекція.*

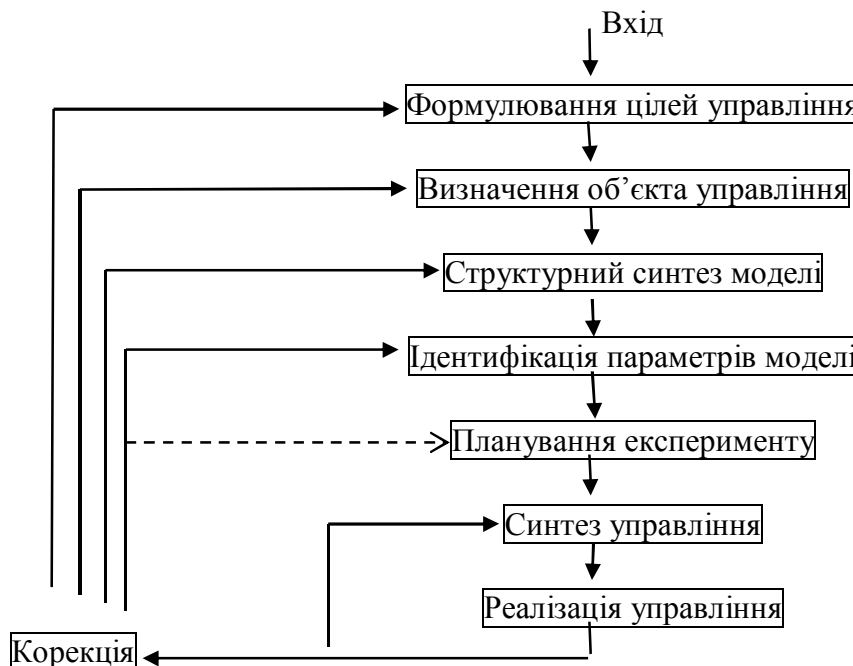


Рис. 1. Блок-схема управління складним об'єктом

Формулювання цілей управління. На даному етапі визначаються цілі, які повинні бути реалізовані в процесі управління. Тобто визначається який стан об'єкта хоче отримати суб'єкт, і чи не може такий стан бути отриманий природним шляхом, тобто без управління. Якщо потрібний стан можна отримати лише за допомогою управління, то, відповідно, потрібний стан береться за ціль управління.

Визначення об'єкта управління. На даному етапі виділяють ту частину середовища споживача, стан якої його цікавить у зв'язку з реалізацією сформульованих цілей.

Перед тим як перейти до наступних етапів управління потрібно створити модель об'єкта управління без якої є неможливим управління складним об'єктом.

Під моделлю об'єкта управління будемо розуміти залежність F , яка зв'язує стан Y об'єкта з його входами – не управляючими X і управляючими U :

$$Y = F(X, U).$$

Структурний синтез моделі. На даному етапі визначають вид залежності F без врахування значень її параметрів. Для цього проведемо наступну операцію: розділимо модель F на її структуру St і параметри c_1, \dots, c_k , тобто представимо модель у вигляді пари:

$$F = (St, C),$$

де $C = (c_1, \dots, c_k)$ – вектор параметрів моделі.

На етапі структурного синтезу визначають лише структуру St моделі, а конкретні значення параметрів C не цікавляться.

Під структурою в загальному вигляді слід розуміти вид елементів, із яких складається об'єкт і відношення між елементами. В нашому випадку у структуру інфокомунікаційної мережі входять мережні елементи, зв'язані між собою відношеннями.

Ідентифікація параметрів моделі. На даному етапі відбувається визначення числових значень параметрів $C = (c_1, \dots, c_k)$ в режимі нормального функціонування, тобто за відсутності управляючих дій над об'єктом. Вихідною інформацією для ідентифікації є структура St і спостереження за поведінкою входу $X(t)$ і виходу $Y(t)$ об'єкта при його взаємодії з середовищем. Тобто, джерелом інформації при ідентифікації є пара

$$I(t) = (X(t), Y(t)).$$

Процес ідентифікації полягає у пасивному спостереженні.

Слід зауважити, що якщо експерименту не уникнути, то його потрібно проводити мінімально впливаючи на об'єкт, але при цьому отримати максимальну інформацію про вплив параметрів, які змінюються.

Планування експерименту. На даному етапі головним є синтез плану експерименту, який дозволяє з максимальною ефективністю визначити параметри моделі об'єкта управління. В процесі планування експерименту важливим є врахування стану середовища X , тобто для отримання інформації необхідно розглядати трійку:

$$I = (X(t), U(t), Y(t)).$$

На етапі планування експерименту визначаються параметри моделі, які не можна визначити на етапі ідентифікації, і коректується структура моделі.

Задача синтезу, якій присвячено три останні етапи (*структурний синтез моделі, ідентифікація параметрів моделі та планування експерименту*), можна вважати виконаною. Отримана модель є ключовою для процесу синтезу управління.

Синтез управління. Цей етап зв'язаний з прийняттям рішення про те, яким саме повинно бути управління, щоб досягнути поставлених цілей. Це рішення спирається на модель об'єкта, задану ціль, отриману інформацію про стан середовища та виділений ресурс управління, який найчастіше представляє собою обмеження накладені на управління у зв'язку зі специфікою об'єкта і можливостями системи управління.

Синтезоване управління вважається оптимальним, так як воно повинно задовольняти поставлену ціль управління. Синтезоване управління – це програма зміни управляючих параметрів у часі. Реалізація цієї програми відбувається на наступному етапі.

Реалізація управління. На даному етапі відбувається реалізація програми оптимального управління. При цьому, відомості про стан середовища X , об'єкта Y та його моделі F повинні бути достовірними. Проте, могли відбутися зміни. Щоб їх врахувати, необхідно провести корекцію управління в процесі його реалізації.

Провівши реалізацію управління і отримавши новий стан об'єкта, можна визначити чи досягнена ціль управління. Так як ми маємо справу зі складним об'єктом, то ціль управління може бути не досягнена. В цьому випадку необхідно повертатися до одного з попередніх етапів. Навіть якщо ціль досягнена, звернення до одного з попередніх етапів може бути викликана зміною середовища або зміною цілі управління.

Корекція. Вказаний етап полягає у поверненні до одного з попередніх етапів. Це викликано тим, що ми маємо справу зі складним об'єктом. Справа в тім, що всі рішення, які приймалися на попередніх етапах, були наближеними, спиралися на застарілу інформацію, яка відображала стан об'єкта лише в минулі моменти часу.

Провівши корекцію, ми можемо адаптувати систему управління до змін середовища, об'єкта та потреб споживачів.

Інколи деяких етапів процесу управління може і не бути, оскільки в них немає необхідності. Але для управління складним об'єктом обов'язковим є етап корекції моделі об'єкта управління.

Управління інфокомунікаційною мережею. Інфокомунікаційна мережа є складним об'єктом, тому управління нею складається з тих етапів, які ми розглянули вище. Схема реалізації процесу управління інфокомунікаційною мережею показана на Рис. 2.

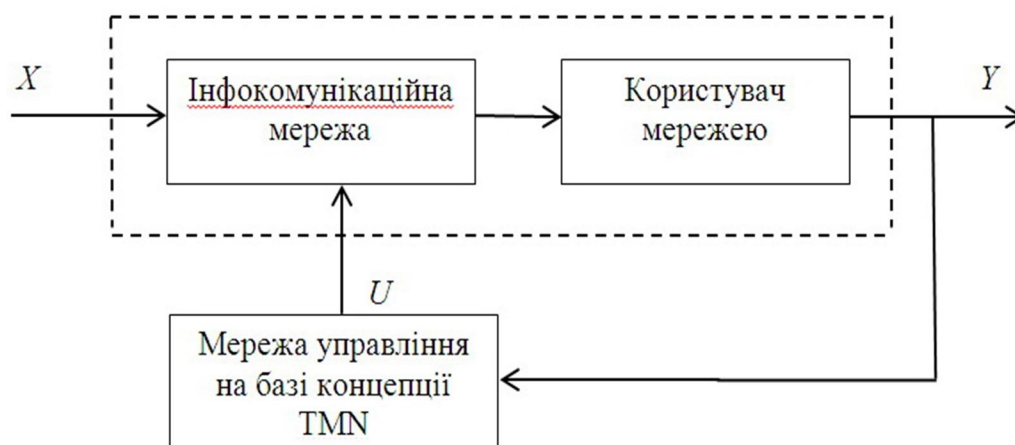


Рис. 2. Управління інфокомунікаційною мережею

На першому етапі чітко визначаються цілі управління. Позначимо наступні цільові критерії: z_1 – ймовірність помилок, z_2 – відхилення параметра від норми, z_3 – швидкість передачі інформації.

Вектор $U = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ визначає команди управління. Від цього вектора якимось певним поки невідомим нам способом залежить всі 3 критерії:

$$z_1 = f_1(U), \quad z_2 = f_2(U), \quad z_3 = f_3(U),$$

де f_1, f_2, f_3 – поки невідомі цільові функції.

Сформулюємо задачу управління інфокомунікаційною мережею. Об'єктом управління є не лише інфокомунікаційна мережа, а й користувач цією мережею.

Як бачимо з Рис. 2, вплив на об'єкт здійснюється через два входи. Неуправляючий вхід X відповідає за параметри мережі, а управляючий U – за команди управління. Виходом цього об'єкта є параметри послуг Y . Вихід Y залежить від потреб користувачів, тому $Y = (z_1, z_2, z_3)$. Безпосередньо «управляючим пристроєм» є мережа управління, побудована на базі концепції мережі управління телекомунікаціями (TMN). Вона визначає команди управління мережею.

Ціль управління залежить від потреб користувача мережею.

Розглянемо наступну ціль: **відхилення параметра від норми є мінімальним**. В такому випадку критерій z_2 є екстремальним і ми мінімізуємо функцію $f_2(U)$. Критерій z_1 (ймовірність помилки) обмежуємо зверху: $z_1 \leq a_1$, тобто вказуємо максимально допустиму ймовірність помилки при передачі даних (a_1). Критерій z_3 (швидкість передачі інформації) обмежуємо знизу: $z_3 \geq a_3$, де a_3 – мінімальна швидкість передачі інформації, яка влаштовує користувачів. В результаті ціль буде мати вигляд:

$$Z^* : \{z_1 \leq a_1; \quad z_2 \rightarrow \min; \quad z_3 \geq a_3\}.$$

Вказаний вираз означає, що потреби користувачів будуть задоволені, якщо мінімізувати відхилення параметра від норми, а ймовірність помилок та швидкість передачі даних обмежити числами a_1 та a_3 .

Отже, нам потрібно розв'язати задачу наступного вигляду:

$$f_2(U) \rightarrow \min_{U \in \Omega}, \quad \Omega : \begin{cases} f_1(U) \leq a_1 \\ f_3(U) \geq a_3 \end{cases}.$$

Тобто потрібно мінімізувати функцію f_2 , яка визначає відхилення параметра від норми, при певних обмеженнях, які накладаються на функції $f_1(U)$ та $f_3(U)$, які визначають залежність ймовірності помилки та швидкості передачі даних від команд управління.

Розглянемо інші цілі, викликані потребами користувачів.

Наприклад, **ймовірність помилки при передачі даних є мінімальною**. В такому випадку наша ціль буде мати вигляд:

$$Z^* : \{z_1 \rightarrow \min; \quad z_2 \leq a_2; \quad z_3 \geq a_3\}.$$

Тобто потреби користувачів будуть задоволені в тому випадку, коли ймовірність помилки буде мінімальною, а решту критеріїв обмежити числами a_2 і a_3 : відхилення параметра від норми обмежити знизу, а швидкість передачі інформації обмежити зверху.

Якщо наша ціль – *максимізувати швидкість передачі даних*, то ми матимемо наступний її вигляд:

$$Z^* : \{z_1 \leq a_1; \quad z_2 \leq a_2; \quad z_3 \rightarrow \max\}.$$

Тобто потреби користувачів будуть задоволені, якщо максимізувати швидкість передачі даних, а ймовірність помилки та відхилення параметра від норми обмежити знизу числами a_1 та a_2 , відповідно.

Надалі під ціллю управління будемо розуміти першу розглянуту нами ціль, тобто відхилення параметра від норми є мінімальним.

На другому етапі виділяємо об'єкт із середовища. В нашому випадку об'єктом є інфокомунікаційна мережа. Користувач відіграє роль сигналу для надання певних послуг.

На третьому етапі структурного синтезу потрібно визначити характер залежності функцій, які нас цікавлять, від аргументу U . Для цього нам потрібно чітко визначити вид вектора $U = (u_1, u_2, \dots, u_n)$, тобто потрібно конкретно описати кожну змінну – кожну команду управління. В результаті цих дій ми визначимо структуру управління, а на її основі вже можемо визначити вид функції $f_j(U)$ ($j=1,2,3$).

Цільові критерії залежать від команд управління. Цю залежність зобразимо у вигляді лінійної функції:

$$f_1(U) = \sum_{i=1}^n c_{i1}u_i, \quad f_2(U) = \sum_{i=1}^n c_{i2}u_i, \quad f_3(U) = \sum_{i=1}^n c_{i3}u_i.$$

Хоча лінійна функція наближено відображає залежність цільових критеріїв від команд управління, проте якщо вдасться вдало підібрати коефіцієнти c_{ij} ($i=1, \dots, n, j=1,2,3$), то стане можливим добре апроксимувати цю функцію. На цьому етапі структурного синтезу моделі об'єкта управління можна вважати закінченим.

Тепер потрібно визначити числові значення коефіцієнтів c_{ij} . Об'єктивних даних для цього не існує, тому потрібно скористатися етапом ідентифікації – пасивне спостереження за об'єктом в аналогічних ситуаціях. Якщо ж цей етап не дає результатів, то потрібно переходити до етапу планування експерименту.

Після того як всі коефіцієнти знайдені та всі функції $f_j(U)$ відомі настає етап прийняття рішення, тобто потрібно визначити оптимальний склад вектора U^* . Ми визначаємо ті команди, які необхідні для досягнення поставленої цілі.

Висновок. В представлений роботі розглядаються питання реалізації процесу управління складним об'єктом. Безпосередньо в статті визначені етапи управління складним об'єктом, використані для управління інфокомунікаційною мережею. Це є можливим, оскільки інфокомунікаційна мережа є складним об'єктом.

Показано, що ціль управління найчастіше може бути не досягнена навіть при швидкому та сумлінному виконанні всіх етапів, оскільки кожен з етапів виконується в різні проміжки часу, тому має певні похибки. Зменшити похибку та змінити план управління можна

повернувшись на будь-який з попередніх етапів. Можна повернутися навіть на етап формування цілей управління, оскільки результат процесу управління може задовольняти зовсім інші цілі, ніж ті, які були поставлені на початку процесу управління.

Ключовим елементом в управлінні інфокомунікаційною мережею є мережа управління телекомунікаціями (TMN). Вона визначає ті оптимальні команди, які необхідні для управління мережею і за допомогою яких відбувається досягнення поставленої цілі.

В результаті дослідження узагальнено етапи управління складним об'єктом, та інтерпретовано отримані результати на інфокомунікаційну мережу.

Література

1. Растринин Л.А. Современные принципы управления сложными объектами / Л.А. Растринин. – М.: Сов. радио, 1980. – 232 с.
2. Стеклов В.К. Основы управления сетями та послугами телекомунікацій: підруч. для студ. вищ. навч. закл. за напрямком «Телекомунікації» / В.К. Стеклов, Є.В. Кільчицький. – К.: Техніка, 2002. – 438 с.
3. Методология спецификаций интерфейса сети TMN // Рекомендации МСЭ-Т М.3020 (10/92).
4. Нетес В.А. Сеть управления электросвязью (TMN) / В.А. Нетес // Сети и системы связи. – 1996. – № 10. – С. 62-68.
5. Нетес В.А. Управление сетями: стандарты, проблемы и перспективы / В.А. Нетес, Н.В. Трубникова // Вестник связи. – 2000. – № 2. – С. 83-88.
6. Гребешков А.Ю. Стандарты и технологии управления сетями связи / А.Ю. Гребешков. – М.: Эко-Трендз, 2003. – 288 с.
7. Дымарский Я.С. Управление сетями связи: принципы, протоколы, прикладные задачи / Я.С. Дымарский, Н.П. Крутякова, Г.Г. Яновский. – М.: ИТЦ «Мобильные коммуникации», 2003. – 384 с.
8. Нейман В.И. Важнейшие задачи организации управления современными сетями связи // Электросвязь. – 1997. – №3. – С. 20-23.
9. Системи управління сучасним телекомунікаційними мережами: монографія / [В.Г. Кривуца, Л.Н. Беркман, М.М. Климаш та інш.]; за ред. В.Г. Кривуци. – К.: ДУІКТ, 2009. – 268 с.
10. Управління телекомунікаціями із застосуванням новітніх технологій / [В.Г. Кривуца, Л.Н. Беркман, В.К. Стеклов та інш.]. – К.: Техніка, 2007. – 384 с.
11. Підходи до побудови систем управління мережами наступного покоління / [Л.Н. Беркман, Г.Ф. Колченко, О.Г. Варфоломеева та інш.] // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. – 2007. – № 1. – С.11-19.