

УДК 621.391

В.В. Жебка, С.М. Шевченко, В.В. Онищенко

Державний університет телекомунікацій, Київ

ОСНОВНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЮ МЕРЕЖЕЮ

У статті розглянуті принципи та етапи управління телекомунікаційною мережею. Спираючись на дослідження в технічній літературі, проаналізовані різні підходи до сучасних телекомунікаційних мереж та управління ними. Проаналізовані етапи управління телекомунікаційною мережею. Охарактеризовано математичне моделювання процесу управління телекомунікаційною мережею.

Ключові слова: телекомунікаційна мережа, система управління, математична модель, система передачі інформації.

Вступ

На сьогодні галузь телекомунікацій є однією з пріоритетних галузей, яка швидко розвивається. Спостерігається значний приплив наукового потенціалу та матеріального забезпечення у вказану галузь, що звичайно має позитивний вплив на її розвиток. Постачальники послуг забезпечили значну кількість технологічних інновацій, які користуються значним попитом серед користувачів.

Незважаючи на високий темп розвитку, галузь телекомунікацій України не відповідає темпам розвитку провідних країн світу. На це впливають наступні чинники [4]:

- низький рівень фінансування інноваційного розвитку і недостатність власних коштів операторів телекомунікацій;
- відсутність науково-методологічної бази формування інноваційної системи сфери телекомунікацій;
- відсутність належної мотивації вітчизняних операторів до впровадження науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт;
- низький рівень взаємозв'язків науки й виробництва;
- низька інвестиційна активність вітчизняних і закордонних інвесторів;
- відсутність координації дій суб'єктів інноваційної діяльності.

Високі темпи розвитку телекомунікаційних мереж зумовлюють вдосконалення систем управління цими мережами.

Розробці методів синтезу мереж та систем управління мережами присвячені роботи таких вчених як Аріпов М.Н., Беркман Л.Н., Варакін Л.С., Вітербі Е.Д., Колченко Г.Ф., Лазарев В.Г., Нетес В.А., Нечипоренко В.І., Якубайтіс Е.А. та ін.

Проте, незважаючи на велику кількість досліджень з питань синтезу оптимальних телекомунікаційних мереж, удосконалення процесу управління та підвищення якості телекомунікаційної мережі в ці-

лому, зазначена проблема зберігає свою актуальність та загострюється в процесі розвитку телекомунікаційної мережі.

У наукових джерелах здебільшого відображені різноманітні концепції побудови телекомунікаційних мереж, які в основному придатні для однорідних мереж, а сучасні телекомунікаційні мережі є мультисервісними, які характеризуються широким спектром різноманітного обладнання та умов функціонування.

Таким чином, питання управління телекомунікаційною мережею залишається актуальним і сьогодні. Для того, щоб здійснювати ефективне управління телекомунікаційною мережею, необхідно побудувати модель процесу управління, а для цього необхідно чітко розуміти кроки, з яких він складається.

Мета статті – теоретично обґрунтувати процес управління телекомунікаційною мережею, виділити кроки управління та розкрити їх суть.

Результати дослідження

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

Управління телекомунікаційною мережею, як і будь-яким складним об'єктом складається з певних етапів (рис. 1) [5].

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.

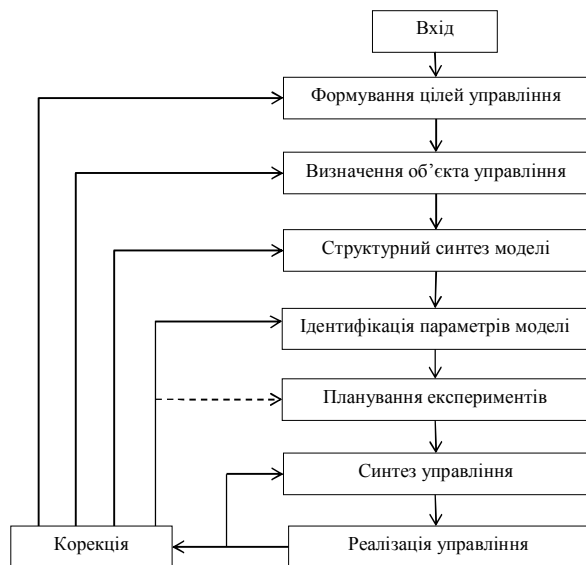


Рис. 1. Блок-схема управління складним об'єктом

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'яже 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 конкретними значеннями параметрів C не цікавляться.

Під структурою в загальному вигляді слід розуміти вид елементів, з яких складається об'єкт і відношення між елементами. В нашому випадку у структуру телекомунікаційної 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, 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 (3, 4 і 5), можна вважати виконаною. Отримана модель є ключовою для процесу синтезу управління.

Синтез управління. Цей етап пов'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. Проблема реалізації управління може виникнути у тому випадку, якщо при синтезі управління, що реалізується (позначимо вектор команд управління U^*) не були враховані важливі фактори, які впливають на досягнення цілей (позначимо вектор цілей Z^*) управління в об'єкті.

Причинами невизначеностей є:

- обмеженість всякого роду прогнозів стану середовища; справа в тім, що управління, яке синтезувалося для прогнозованого стану X , може відрізнитися від дійсного;

- вплив факторів E , які не можна точно визначити, але, які впливають на ситуацію в об'єкті, яка склалася у процесі управління;

- невідповідність між об'єктом F^0 (через F^0 позначимо реальний об'єкт управління) та його моделлю.

Саме для усунення вказаних невизначеностей призначені адаптаційні алгоритми.

Іноколи деяких етапів процесу управління може і не бути, оскільки у них немає необхідності.

Позначимо через вектор $U = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ команди управління. Від цього вектора певним чином залежать показники якості мережі, які оптимізуються в процесі управління

$$k_1 = f_1(U), k_2 = f_2(U), k_3 = f_3(U),$$

де f_1, f_2, f_3 – цільові функції, які визначають значення показників якості мережі в залежності від команд управління.

В якості показників якості k_1, k_2, k_3 можуть бути затримка передачі інформації, швидкість передачі інформації та ймовірність помилки.

Сформулюємо задачу управління телекомунікаційною мережею. Для цього необхідно визначити ціль та об'єкт управління, яким є безпосередньо сама мережа. Суб'єктом управління є користувач цією мережею. Користувач виступає як активний суб'єкт системи управління, а саме він визначає ціль управління. Тобто він безпосередньо впливає на об'єкт управління.

Для побудови системи управління нам необхідно визначити входи та виходи мережі. Через некерований вхід X позначимо параметри мережі, а керований U відповідає за команди управління. Виходом нашого об'єкта є параметри послуг Y , тобто параметри системи отримані в результаті управління. 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.

Перше, що потрібно визначити, – це ціль управління. Зрозуміло, що загальна ціль управління – це покращення якості функціонування системи передачі інформації.

Будуємо цільову функцію та визначаємо область, в межах якої будемо оптимізувати отриману функцію. На основі отриманої цільової функції визначаємо функції f_1, f_2, f_3 і будуємо алгоритм управління телекомунікаційною мережею, метою якого є

мінімізація середнього квадратичного відхилення. Цільова функція та область, на якій вона буде розглядатися, будуть визначені в залежності від показників якості, які необхідно оптимізувати, та конкретної мережі.

Висновок

Розглянуті етапи управління телекомунікаційною мережею складають основу моделювання процесу управління, яке в подальшому продовжуватиме удосконалюватися разом із розвитком телекомунікаційної мережі.

Список літератури

1. Алексеев Е.Б. Проектирование и техническая эксплуатация цифровых телекоммуникационных систем и сетей. Учебное пособие для вузов / Е.Б. Алексеев, В.Н. Гордиенко, В.В. Крухмалев и др. – М.: Горячая линия – Телеком, 2008. – 392 с.
2. Беркман Л.Н. Подходи до побудови систем управління мережами наступного покоління / Л.Н. Беркман, Г.Ф. Колченко, О.Г. Варфоломеева, О.А. Маркіна // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. – 2007. – № 1. – С.11-19.
3. Болтянский В. Г. Математические методы оптимального управления / В. Г. Болтянский. – М. : Наука, 1969. – 363 с.
4. Жебка В.В. Реалізація мережі майбутнього в Україні / В.В. Жебка // Вісник ДУІКТ. – К.: ДУТ, 2013. – №4. – С. 73-78.
5. Жебка В.В. Сучасні системи управління інфокомунікаційною мережею, як складним об'єктом / В.В. Жебка // Наукові записки українського науково-дослідного інституту зв'язку. – К.: УНДІЗ, 2013. – №3(27). – С. 80-86.
6. Коновалов Г.В. Многомерные сети - будущее инфокоммуникационных сетей / Г.В. Коновалов // Электросвязь – 2008 – № 4. – С. 23-29.
7. Растринин Л. А. Современные принципы управления сложными объектами / Л. А. Растринин – М. : Сов. радио, 1980. – 232 с.

Надійшла до редколегії 22.03.2017

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.В. Козелков, Державний університет телекомунікацій, Київ.

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННЫМИ СЕТЯМИ

В.В. Жебка, С.Н. Шевченко, В.В. Онищенко

В статье рассмотрены принципы и этапы управления телекоммуникационной сетью. Опираясь на исследования в технической литературе, проанализированы различные подходы к современным телекоммуникационным сетям и управления ими. Проанализированы этапы управления телекоммуникационной сетью. Охарактеризованы математическое моделирование процесса управления телекоммуникационной сетью.

Ключевые слова: телекоммуникационная сеть, система управления, математическая модель, система передачи информации.

MAIN ASPECTS OF MANAGEMENT MATHEMATICAL MODELING OF TELECOMMUNICATION NETWORKS

V.V. Zhebka, S.N. Shevchenko, V.V. Onyshchenko

The article describes the principles and stages of telecommunication network management. Based on studies in the technical literature, analyzed various approaches to modern telecommunication networks and management. Stages telecommunication management network. Characterized mathematical modeling of the management of the telecommunications network.

Keywords: telecommunication network, management system, mathematical model, a system of information transmission.